



Direction de l'énergie nucléaire
Direction du CEA/Cadarache

CEA/DEN/CAD/DIR/CSN
DO 50 20/01/14



14PPAP000053

diffusé le : 20/01/14

INSTALLATION – INB 171 – AGATE

Evaluation complémentaire de la sûreté

au regard de l'accident survenu

à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi

SOMMAIRE GENERAL

0. LIMINAIRE	7
1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION.....	8
1.1. GENERALITES.....	8
1.2. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES.....	9
1.2.1. <i>Description sommaire de l'installation</i>	9
1.2.2. <i>Inventaires des matières radioactives et chimiques</i>	12
1.2.3. <i>Risques spécifiques</i>	12
1.3. ETAT ACTUEL DE L'INSTALLATION.....	14
2. IDENTIFICATION DES RISQUES D'EFFET FALAISE ET DES STRUCTURES ET EQUIPEMENTS ESSENTIELS	14
2.1. INTRODUCTION	14
2.2. RISQUES D'EFFET FALAISE	16
2.3. STRUCTURES ET EQUIPEMENTS ESSENTIELS	16
3. SEISME	17
3.1. DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	17
3.1.1. <i>Séisme de dimensionnement</i>	17
3.1.2. <i>Dispositions de protection du dimensionnement</i>	20
3.1.3. <i>Conformité de l'installation</i>	27
3.2. EVALUATION DES MARGES.....	27
3.2.1. <i>Généralités</i>	27
3.2.2. <i>Séismes de référence considérés dans le cadre de l'évaluation</i>	28
3.2.3. <i>Méthodologie d'évaluation des marges</i>	28
3.2.4. <i>Structures de génie civil</i>	29
3.2.5. <i>Équipements principaux</i>	30
3.2.6. <i>Effet de site particulier</i>	31
3.2.7. <i>Synthèse des marges</i>	31
3.3. CONCLUSIONS.....	31
4. INONDATION EXTERNE.....	32
4.1. CONTEXTE HYDROLOGIQUE GENERAL	32
4.2. DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	32
4.2.1. <i>Inondation de dimensionnement</i>	32
4.2.2. <i>Dispositions de protection du dimensionnement</i>	35
4.2.3. <i>Conformité de l'installation</i>	38
4.3. EVALUATION DES MARGES.....	38
4.3.1. <i>Débordement du ravin de la Bête ou de l'un de ses affluents</i>	38
4.3.2. <i>Collecte et évacuation des eaux de pluie et de ruissellement</i>	38
4.3.3. <i>Dégradation d'ouvrages hydrauliques</i>	38
4.3.4. <i>Remontée de nappe</i>	38
4.4. CONCLUSIONS RELATIVES A L'ALEA « INONDATION EXTERNE »	38
5. AUTRES PHENOMENES NATURELS EXTREMES	39
5.1. CONDITIONS METEOROLOGIQUES EXTREMES LIEES A L'INONDATION	39
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	40
5.2.1. <i>Identification des inondations induites par un séisme impactant le site de Cadarache</i>	40
5.2.2. <i>Analyse du risque de rupture des bassins de 2500 m³ et de 1000 m³ à la suite d'un séisme</i> ..	48
5.2.3. <i>Points faibles et effet falaise</i>	49
6. PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES.....	50
6.1. ARCHITECTURE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES DE L'INB 171	50
6.2. PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES EXTERNES.....	53
6.3. PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES EXTERNES ET DES ALIMENTATIONS INTERNES.....	53
6.3.1. <i>Perte des alimentations électriques externes et des alimentations de secours</i>	53

6.3.2.	<i>Perte totale des alimentations électriques</i>	54
6.4.	CONCLUSION.....	54
7.	GESTION DES ACCIDENTS GRAVES.....	55
7.1.	MOYENS DE GESTION DE LA SITUATION DE CRISE.....	55
7.1.1.	<i>Risques liés à l'environnement industriel</i>	56
7.1.2.	<i>Organisation générale de la sécurité du centre</i>	57
7.1.3.	<i>Organisation en cas de crise</i>	58
7.1.4.	<i>Modalités de déclenchement et de diffusion de l'alerte</i>	59
7.1.5.	<i>Exercices et formations</i>	60
7.1.6.	<i>Contrôles techniques de sécurité</i>	61
7.2.	ROBUSTESSE DES MOYENS DISPONIBLES	61
7.2.1.	<i>Moyens d'intervention</i>	61
7.2.2.	<i>Gestion de crise au niveau du centre en cas de séisme</i>	62
7.3.	MESURES DE GESTION DE CRISE AU NIVEAU DE L'INSTALLATION	64
8.	CONDITIONS DE RECOURS AUX ENTREPRISES PRESTATAIRES.....	65
8.1.	CHAMPS D'ACTIVITE	65
8.2.	MODALITES DE CHOIX DES PRESTATAIRES.....	66
8.3.	DISPOSITIONS PRISES POUR MAITRISER LES CONDITIONS D'INTERVENTION.....	67
8.4.	MODALITES DE SURVEILLANCE	68
8.4.1.	<i>Suivi des prestations</i>	69
8.4.2.	<i>Surveillance des interventions sur site</i>	69
9.	SYNTHESE	70
9.1.	BILAN DE L'EVALUATION COMPLEMENTAIRE DE LA SURETE	70
9.2.	SEISME	70
9.3.	INONDATION EXTERNE.....	70
9.4.	AUTRES PHENOMENES NATURELS EXTREMES	70
9.5.	PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES	70
9.6.	RECOURS AUX ENTREPRISES PRESTATAIRES.....	70
9.7.	CONCLUSION.....	70

SOMMAIRE DES FIGURES

FIGURE 1 : PLAN DU SITE DU CEA DE CADARACHE	8
FIGURE 2 : VUE PANORAMIQUE DEPUIS L'ENTREE SUR LA ROUTE DE LA CHAUFFERIE	9
FIGURE 3 : SPECTRES DE REPOSE (CONDITION DE SITE « ROCHER » A 5% D'AMORTISSEMENT) DU REFERENTIEL « ALEA SISMIQUE » DU CENTRE DE CADARACHE AU 30 JUIN 2011	19
FIGURE 4 : VUE GLOBALE DE L'INSTALLATION.....	20
FIGURE 5 : VUE SCHEMATIQUE EN PLAN DES BATIMENTS « PROCEDE » ET « VESTIAIRES »	21
FIGURE 6 : COMPARAISON DE LA PLUIE CENTENNALE DE MONTANA PAR RAPPORT A LA PLUVIOMETRIE REELLE ISSUE DES DONNEES METEO FRANCE	33
FIGURE 7 : IMPLANTATION DU CANAL DE PROVENCE.....	41
FIGURE 8 : PRISE DE CADARACHE	42
FIGURE 9 : COUPE DE LA CUVETTE DE BOUTRE	42
FIGURE 10 : PROFIL EN LONG DE LA GALERIE DE RIANSCP	43
FIGURE 11 : PROFIL DU BASSIN VERSANT AU NIVEAU DU Puits DU MEDECIN.....	43
FIGURE 12 : PROFIL DU TERRAIN NATUREL LE LONG DU CHEMIN HYDRAULIQUE DU VALLON DU RAVIN DE LA BETE A PARTIR DU Puits DU MEDECIN	45
FIGURE 13 : PROFIL PIEZOMETRIQUE CALCULE EN AVAL DU Puits DU MEDECIN (M)	46
FIGURE 14 : CANAL DE BOUTRE.....	47
FIGURE 15 : ARCHITECTURE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES DE L'INB 171	52
FIGURE 16 : MODALITES DE DECLENCHEMENT DE LA GESTION DE CRISE SEISME.....	63

GLOSSAIRE

ANDRA	Agence N ationale pour la gestion des D échets R adioactifs
ASN	Autorité de S ûreté N ucléaire
BAG	B oîte A G ants
BAES	B locs A utonomes d' E clairage de S écurité
CAEAR	Commission d' A ceptation des E ntreprises en A ssainissement R adioactif
CCC	C entre de C oordination en cas de C rise
CEA	Commissariat à l' E nergie A tomique et aux E nergies A lternatives
CEP	C ontrôles et E ssais P ériodiques
CFA	C ourant F Aible
CHSCT	C omité d' H giène, 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
DEP	Unité « D épotage/ R empotage »
DREAL	D irection R égionale de l' E nvironnement, de l' A ménagement et du L ogement
DSN	D épartement de S ervices N ucléaires
DSQ	D ossier de S ynthèse de la Q ualité
EC	E quipe C ontrôle
EDF	E lectricité D e F rance
EE	E ntreprise E xtérieure
ELIA	Unité « E ntreposages liquides amont »
ELPS	E quipe L ocale de P remier S ecours
EM	E quipe M ouvement
EPM	E quipement P ré M onté
EPVR	E quipement de P rotection des V oies R espiratoires
ESP	E quipement S ous P ression
ESPN	E quipement S ous P ression N ucléaire
ETC-L	E quipe T echnique de C rise L ocale
EVA	Unité ou Ensemble « E vaporation »
FARN	F orce d' A ction R apide N ucléaire
FI	F aiblement I rradiant
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' I ntérêt E conomique « I N Tervention R obotique sur A ccident »
GTC	G estion T echnique C entralisée
HT	H aute T ension
ICPE	I nstallation C lassée pour la P rotection de l' E nvironnement
IEG	I nstallation E lectrique G énérale
INB	I nstallation N ucléaire de B ase
IRSN	I nstitut de R adioprotection et de S ûreté N ucléaire
LABM	L aboratoire d' A nalyses de B iologie M édicale
MAVL	M oyenne A ctivité V ie L ongue

INB 171 AGATE – EVALUATION COMPLEMENTAIRE DE LA SURETE

MI	Moyennement Irradiant
MSK	Medvedev, Sponheuer et Karnik¹
NGF	Nivellement Général de la France
PCD-L	Poste de Commandement Direction Local
PCL	Poste de Commandement Local (installation)
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
REP	Réacteur à Eau sous Pression
RFS	Règles Fondamentales de Sûreté
RIM	Registre d'Isolément Motorisé
RJH	Réacteur Jules Horowitz
RNR	Réacteur à Neutrons Rapides
RTE	Réseau de Transport d'Electricité
SCP	Société du Canal de Provence
SCR	Service Compétent en Radioprotection
SDIS	Services D'Incendie et de Secours
SGTD	Service de Gestion et Traitement des Déchets
SIAD	Service des Installations en Assainissement et Démantèlement
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
SSI	Système de Sécurité Incendie
SST	Service de Santé du Travail
STIC	Service des Technologies de l'Information et de la Communication
STL	Service Technique et Logistique
TCR	Tableau de Contrôle des Rayonnements
TFA	Très Faiblement Actif
TGBT	Tableau Général Basse Tension
TQRP	Technicien Qualifié en RadioProtection
UCAP	Unité de Communication et Affaires Publiques

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

0. LIMINAIRE

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

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

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

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

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

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

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

1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

1.1. Généralités

L'Atelier de Gestion Avancée et de Traitement des Effluents (AGATE) est une station de traitement des effluents liquides radioactifs et constitue l'Installation Nucléaire de Base (INB) n°171.

Elle est implantée sur le site du Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA) de Cadarache, situé sur la commune de Saint-Paul-lez-Durance dans le département des Bouches du Rhône.

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

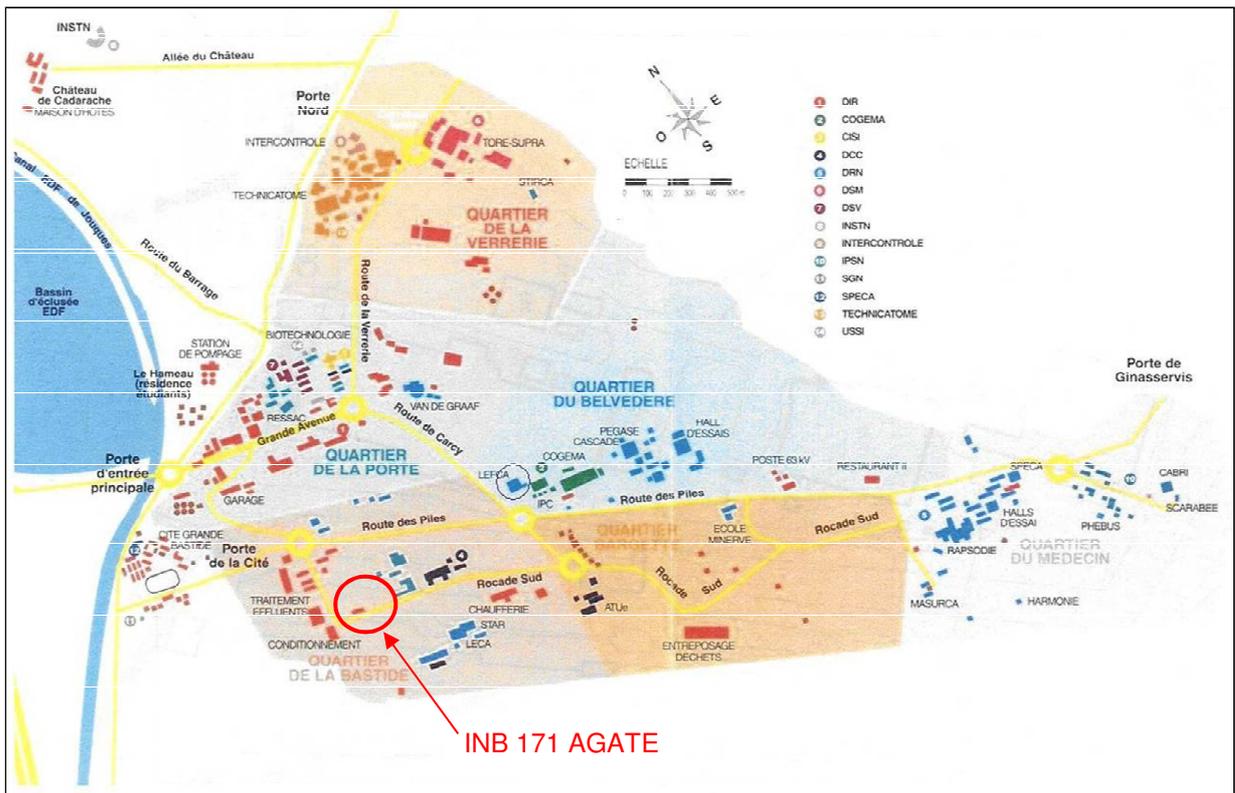


Figure 1 : Plan du site du CEA de Cadarache

L'installation AGATE s'étend sur un terrain de 19 000 m², et est composée des parties suivantes :

- le bâtiment « Procédé » qui regroupe tous les dispositifs industriels nécessaires à la gestion des effluents liquides radioactifs ainsi que les différents équipements indispensables aux prélèvements et aux contrôles,
- le bâtiment « Vestiaires » dédié à l'installation qui est accolé au bâtiment « Procédé »,
- le bâtiment « Utilités » qui abrite des locaux techniques de servitudes et des locaux électriques,
- le bâtiment « Personnel » qui contient des bureaux ainsi que la salle de conduite depuis laquelle sont pilotées les différentes phases du traitement des effluents liquides,
- les bassins d'entreposage des distillats situés à l'extérieur des bâtiments,
- des aménagements auxiliaires : un Groupe Electrogène Fixe (GEF), deux postes de transformation électrique (HT/BT) et deux groupes de production d'eau glacée.

1.2. Principales caractéristiques

1.2.1. *Description sommaire de l'installation*

L'INB 171 - AGATE est composée :

- d'un bâtiment « Procédé »,
- d'un bâtiment « Vestiaires » accolé au bâtiment « Procédé »,
- d'un bâtiment « Utilités »,
- d'un bâtiment « Personnel »,
- d'infrastructures extérieures.

Une prise de vue panoramique de l'installation est présentée ci-après.



Figure 2 : Vue panoramique de l'installation

1.2.1.1 Bâtiment « Procédé »

Le bâtiment « Procédé » reçoit tous les équipements « actifs » et leurs périphériques directs. Il est composé de quatre niveaux aménagés et d'une terrasse :

- un premier niveau complet enterré (-8,20 m),
- un deuxième niveau enterré (-4,10 m),
- un niveau complet à 0,00 m où se situe le hall camion,
- un niveau supérieur (+4,10 m),
- un toit terrasse (+10,7 m) avec 1 m d'acrotère.

1.2.1.1.1 Niveau inférieur enterré (-8.20 m)

Ce niveau est principalement le lieu d'implantation de l'ensemble des cuves d'entreposage des effluents (cuves d'entreposage des effluents liquides $\beta\gamma$, cuve d'effluents actifs, cuves d'effluents industriels et cuve d'effluents de passivation de l'évaporateur de l'unité « Entreposage Liquide Amont » (ELIA), cuve d'assemblage, cuves d'entreposage des concentrats et cuves d'entreposage des distillats de l'unité « EVAporation » (EVA)).

Les cuves de la fonction EVA sont implantées à proximité de la cellule de l'évaporateur (évaporateur et passerelle d'accès) dont la base se situe au niveau -8,20 m et qui s'élève jusqu'au niveau supérieur.

Deux escaliers, disposés respectivement au nord-ouest et au sud-est du bâtiment « Procédé », permettent de desservir l'ensemble des niveaux. Un ascenseur de charges dessert également tous les niveaux.

1.2.1.1.2 Niveau intermédiaire enterré (-4,10 m)

Le niveau intermédiaire enterré est constitué d'un plancher béton recouvrant une partie du niveau inférieur. Ce niveau reçoit principalement :

- les pompes des procédés EVA et ELIA,
- les moteurs d'agitateurs de cuves d'entreposage des concentrats de l'unité EVA et de la cuve des effluents actifs de l'unité ELIA,
- la cuve de dépotage/rempotage de l'unité de « DEPotage/rempotage » (DEP),
- la partie supérieure des cuves implantées sur 2 niveaux (cuves d'entreposage des effluents liquides $\beta\gamma$, cuve d'assemblage),
- les locaux électriques secours voie 1 et voie 2.

1.2.1.1.3 Niveau 0,00 m

Ce niveau comporte principalement :

- un hall camion qui permet le dépotage et le repotage des citernes, ainsi que la maintenance des citernes,
- le local de conduite des opérations de dépotage,
- un local dédié au dépotage des bonbonnes réceptionnées,
- un atelier de maintenance pour les équipements,
- une galerie active (avec cuve tampon effluents laboratoire).

Ce niveau accueille également :

- les moteurs d'agitateurs des cuves d'entreposage et de la cuve d'assemblage,
- les locaux « ventilation procédé »,
- un local « gaine électrique » et un local « gaine ventilation »,
- le local « contrôle-commande et automates »,
- un local « SPR »,
- le local « courants faibles »,
- le local abritant la boîte à gant de prélèvement d'échantillons pour analyses,
- un local de gestion des déchets solides.

1.2.1.1.4 Niveau supérieur (+ 4,10 m)

Ce niveau abrite l'unité d'analyses (laboratoire et local de radiométrie) ainsi que les équipements d'extraction et de filtration de la ventilation des locaux, du procédé et des BAG de l'installation.

Il reçoit également le local électrique normal, les locaux « contrôle-commande » voie 1 et voie 2, le local « EPM transmetteurs », et les locaux de préparation des réactifs et additifs chimiques.

1.2.1.1.5 Toit terrasse et cheminée

Sont implantés à ce niveau la centrale de traitement d'air de soufflage, les unités extérieures des climatiseurs ainsi que la cheminée.

Cette dernière est fixée sur le toit du local extraction à +8,70 m. Différents piquages permettent les prélèvements pour les mesures en rejets cheminée.

1.2.1.2 Bâtiment « Vestiaires »

Ce bâtiment assure les entrées et sorties en zone réglementée dans le bâtiment « Procédé » auquel il est accolé. Il ne comporte qu'un seul niveau de plain-pied.

Ce bâtiment renferme principalement :

- les vestiaires hommes, femmes, visiteurs,
- le local dédié au personnel du SPR,
- le sas « vestiaires » où sont implantés les appareils de contrôle radiologique de sortie de zone contrôlée.

1.2.1.3 Bâtiment « Utilités »

Le bâtiment « Utilités » est destiné à abriter la plupart des systèmes de production et de distribution de fluides nécessaires au fonctionnement de l'INB (eau, air, gaz, vapeur...). Un vide-sanitaire est installé sous ce bâtiment. L'accès à ce bâtiment s'effectue directement depuis l'extérieur. Ce bâtiment ne comporte qu'un seul niveau de plain-pied, et il renferme :

- une chaudière électrique produisant la vapeur primaire utilisée dans l'échangeur (vapeur primaire / eau surchauffée secondaire) du bâtiment « Procédé » et qui assure la chauffe de l'évaporateur,
- un échangeur en interface avec le réseau de chauffage du centre (eau chaude),
- des locaux électriques :
 - ✓ un local TGBT normal,
 - ✓ un local TGBT secours,
 - ✓ des locaux électriques secours voie 1 et voie 2,
 - ✓ des locaux onduleurs (CFA voie 1 et SPR voie 2),
- un local de maintenance,
- un local « déchets »,
- un local « air comprimé »,
- un local « pomperie eau glacée ».

1.2.1.4 Bâtiment « personnel »

Le bâtiment « Personnel », constitué d'un niveau de plain-pied aménagé, est destiné à accueillir la salle de conduite de l'installation AGATE (avec les postes de pilotage des unités), les bureaux pour le personnel et certaines archives.

1.2.1.5 Infrastructures extérieures

En plus des quatre bâtiments décrits précédemment, l'installation AGATE comprend également :

- les bassins d'entreposage des distillats composés des cuves circulaires de 12 m de diamètre ($3 \times 600 \text{ m}^3$) sur rétention, couvert par une charpente métallique et un bardage,
- la zone d'entreposage des déchets TFA, constituée principalement par un bâtiment réalisé en simple bardage métallique,
- des groupes froids,
- des locaux techniques divers :
 - ✓ un groupe électrogène et une cuve de fuel associée l'alimentant,
 - ✓ deux postes HT/BT,
 - ✓ des caniveaux (ou galeries) techniques de liaison.

Un abri personnel relie les bâtiments « Personnel » et « Vestiaires ».

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

Les matières radioactives présentes sur l'INB 171 sont des effluents liquides ($\beta\gamma$, suspects, actifs, concentrats et distillats), des effluents gazeux (gaz, aérosols, vapeur), mais aussi des éléments solides (sources d'étalonnage, déchets technologiques et équipements contaminés).

L'activité présente dans l'installation fixée par le décret d'autorisation de création n'excède pas :

- $8,20 \cdot 10^{10}$ Bq pour les émetteurs alpha ;
- $1,24 \cdot 10^{13}$ Bq pour les émetteurs bêta-gamma, à l'exception du tritium ;
- $1,05 \cdot 10^{12}$ Bq pour le tritium.

Par ailleurs, l'installation abrite les produits chimiques nécessaires au procédé d'assemblage des effluents avant les campagnes d'évaporation, et pour les solutions de décontamination des équipements des différents procédés. Ils sont répartis comme suit :

- acide nitrique 3N :
 - ✓ cuve d'entreposage de volume de 7 m^3 ,
 - ✓ cuve de décontamination de 5 m^3 ,
- soude 10 N :
 - ✓ cuve d'entreposage de volume de $2,1 \text{ m}^3$,
 - ✓ cuve de réactifs basiques de 1 m^3 ,
- nitrate de sodium :
 - ✓ cuve d'entreposage de 1 m^3 ,
- produit anti-mousse :
 - ✓ cuve d'entreposage de 1 m^3 .

1.2.3. **Risques spécifiques**

Sur l'INB 171, chacun des risques potentiels identifiés, nucléaires ou non, d'origine interne ou externe, fait l'objet d'une analyse de sûreté spécifique dans le rapport de sûreté.

Les risques prépondérants spécifiques aux opérations réalisées dans l'installation sont identifiés ci-après.

1.2.3.1 Le risque de dissémination de matières radioactives

Le risque de dissémination est dû à la présence de substances radioactives, sous différentes formes, dans le bâtiment « Procédé ». Le risque de dissémination est principalement engendré par la défaillance du confinement de ces matières. Les modes de défaillance ont en commun la perte d'une des barrières de confinement, pouvant entraîner :

- un défaut d'étanchéité : brèche dans une capacité (cuve), une tuyauterie, un filtre THE ou de tout autre conditionnement (double enveloppe), fuite d'une discontinuité (bride, transvasement), altération du niveau d'étanchéité attendu,
- une perte du confinement dynamique en cas de perte de la ventilation.

La sûreté de l'installation vis-à-vis du risque de dispersion des matières radioactives repose principalement sur la qualité des systèmes de confinement (statiques et dynamiques), et de leur surveillance réalisée (suivi des paramètres et maintenance).

1.2.3.2 Le risque d'incendie interne

Le risque d'incendie d'origine interne est lié à la présence, dans l'installation, de matières combustibles dont certaines présentent un potentiel calorifique significatif, de produits chimiques inflammables.

Afin de prévenir le risque d'incendie, des mesures de prévention, de surveillance, et de limitation des conséquences sont prises au sein de l'installation.

1.2.3.3 Les risques chimiques

Le risque est lié à l'entreposage et à la manipulation des produits chimiques nécessaires au procédé ou au laboratoire d'analyses. Ces produits peuvent entraîner une altération d'un constituant du procédé (corrosion) ou réagir s'ils ne sont pas utilisés comme il convient (échauffement, incendie, explosion).

Afin de prévenir les risques relatifs à l'utilisation des produits chimiques, des mesures de prévention (conception et exploitation), de surveillance, et de limitation des conséquences sont prises au sein de l'installation.

1.2.3.4 Le risque d'inondation interne

L'INB 171 - AGATE reçoit et traite des effluents liquides radioactifs de type $\beta\gamma$ et produits des concentrats et des distillats en sortie. Parallèlement à ces flux d'effluents, un certain nombre d'utilités fluides sont nécessaires à la mise en œuvre du procédé ou en support de l'installation (eau de ville, déminéralisée, de chauffage/refroidissement,...).

La présence de fluides entraîne un risque potentiel d'inondation interne pouvant provenir de la perte d'étanchéité des circuits fluides, d'un débordement de capacité ou des eaux d'extinction incendie.

Dans l'éventualité d'une fuite, des dispositions particulières ont été mises en œuvre (détection, isolement, aménagement) qui permettent de limiter et contenir les volumes répandus, de façon à prévenir l'atteinte des éléments de sûreté.

Par ailleurs, les eaux d'extinction d'un incendie qui surviendrait dans le bâtiment « Procédé » seraient contenues dans l'enceinte même du bâtiment avant d'être évacuées vers l'exutoire approprié.

1.2.3.5 Les risques mécaniques

Les risques mécaniques ont pour origine les éléments sous pression de gaz ou d'eau, des équipements en mouvement (agitateurs, pompes,...), et des équipements sous contrainte de type supportage.

Du fait que les conséquences peuvent être directement ou indirectement l'atteinte d'un élément de sûreté ou du personnel d'exploitation, des mesures d'identification des équipements (ESP, ESPN), de prévention, de surveillance, et de limitation des conséquences sont prises au sein de l'installation.

1.2.3.6 Le risque d'agression externe par le séisme

Dans le cadre de la prise en compte de la RFS 2001-01, le séisme de dimensionnement qui a été retenu est enveloppe du spectre SMS et de celui du paléoséisme.

L'objectif a été de dimensionner le génie civil et les équipements afin de privilégier le confinement statique de façon à ce que l'impact radiologique sur le public et l'environnement soit le plus faible possible.

1.3. Etat actuel de l'installation

La présente évaluation complémentaire de sûreté porte sur l'installation qui fait l'objet, actuellement pendant le second semestre 2013, des essais de performance en inactif. La mise en service de l'INB 171 doit se dérouler dans le courant du premier trimestre 2014.

Le référentiel de sûreté a fait l'objet d'une mise à jour en juin 2013 et d'une transmission à l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) suite à la réunion du Groupe Permanent d'experts des usines (GPU) relative à la mise en service de l'installation.

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

2.1. Introduction

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

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

Ce concept est décliné en 4 niveaux de défense successifs :

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

dans lesquels on peut répartir les lignes de défense successives mises en place pour se prémunir de la défaillance des dispositions techniques, humaines ou organisationnelles prévues pour

assurer la sûreté de l'installation, ainsi que celles mises en place pour détecter et limiter les conséquences de ces défaillances.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- 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 évènements mettant en jeu ces produits,
- l'état sûr visé et les équipements nécessaires pour y parvenir et pour le maintenir.

2.2. **Risques d'effet falaise**

Les événements considérés sont :

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

L'INB 171 ne comporte pas de source froide. Par conséquent le risque de perte de refroidissement n'est pas considéré dans la présente évaluation.

Compte tenu de la faible teneur en émetteurs alpha des effluents qui sont présents sur l'installation, et de leur répartition dans l'ensemble du bâtiment « Procédé », le risque de criticité n'est pas retenu dans la présente évaluation.

La fonction confinement statique du bâtiment « Procédé » à la suite d'un séisme s'appuie en particulier sur différentes barrières (génie-civil, cuves, rétentions) dimensionnées au séisme.

Pour ce qui concerne le rejet atmosphérique, les conséquences radiologiques sont évaluées en considérant un déversement dans les rétentions du terme source enveloppe contenu dans l'ensemble des cuves, et un rejet au niveau du sol sans ventilation. Celles-ci n'engendrent pas de risque d'effet falaise.

Pour ce qui concerne la voie liquide, compte tenu de la nature (radiologique et chimique) des effluents et des produits chimiques liquides présents dans le bâtiment « Procédé », la pollution éventuelle de la nappe phréatique serait limitée, et n'engendrerait pas de risque d'effet falaise.

2.3. **Structures et équipements essentiels**

L'Évaluation Complémentaire de Sûreté de l'INB 171 n'aboutissant pas à l'identification d'évènements entraînant un risque d'effet falaise, aucune structure ou équipement essentiel n'a été retenu.

Néanmoins, au titre de la robustesse, l'évaluation des marges au niveau de la tenue du bâtiment « Procédé » et de ses cuves d'entreposage d'effluents a été réalisée.

3. **SEISME**

3.1. **Dimensionnement de l'installation**

3.1.1. ***Séisme de dimensionnement.***

3.1.1.1 ***Methodologie pour évaluer le séisme de dimensionnement***

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

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

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

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

3.1.1.2.1 Historique

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

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

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.

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 n° 2001-01 a conduit à retenir :

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

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

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

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

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

C'est toutefois l'intégralité des spectres de réponses qu'il convient de considérer. La Figure 3 : 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.

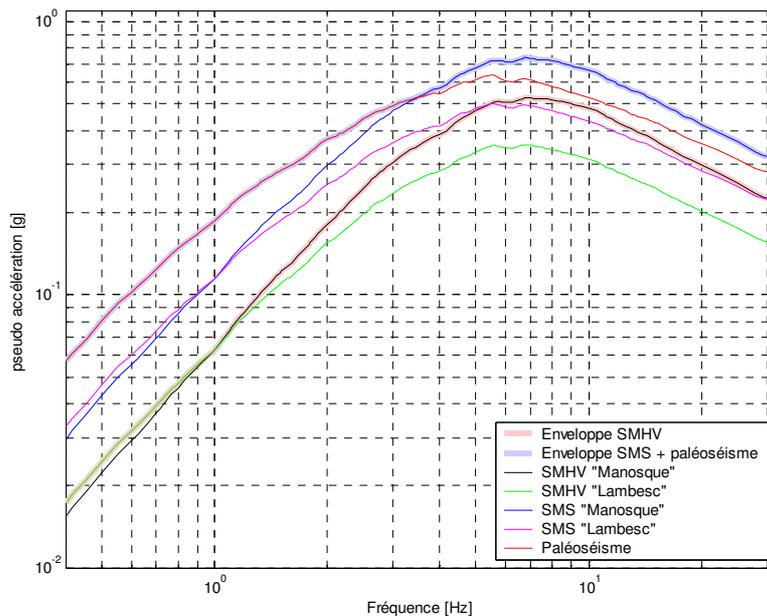


Figure 3 : Spectres de réponse (condition de site « rocher » à 5% d'amortissement) du référentiel « aléa sismique » du centre de Cadarache au 30 juin 2011.

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

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

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

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

3.1.1.3 Séisme considéré pour le dimensionnement de l'installation

L'installation AGATE a été construite durant les années 2008 à 2010. Le risque sismique a été pris en compte lors de la conception des bâtiments nucléaires de l'installation, en considérant les SMS et le paléoséisme définis selon la RFS n° 2001-01. Ces hypothèses conduisent à considérer une

accélération horizontale maximale du sol voisine de 0,34 g. Une marge de dimensionnement de 50 % a par ailleurs été prise en compte lors du calcul des ferrillages du bâtiment « Procédé ».

Les cuves d'entreposage situées dans le bâtiment « Procédé » ont été dimensionnées en considérant les SMS et le paléoséisme définis selon la RFS n° 2001-01.

3.1.2. **Dispositions de protection du dimensionnement**

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

Ce paragraphe est sans objet pour l'INB 171 puisque l'Evaluation Complémentaire de Sûreté n'a pas mis en évidence de risque d'effet falaise.

3.1.2.2 Principales dispositions de construction associées

3.1.2.2.1 Description des bâtiments de l'INB 171

L'INB 171 - AGATE est composée :

- d'un bâtiment « Personnel »,
- d'un bâtiment « Utilités »,
- des infrastructures extérieures,
- d'un bâtiment « Procédé »,
- d'un bâtiment « Vestiaires » accolé au bâtiment « Procédé ».

La figure suivante présente les différents bâtiments de l'installation.

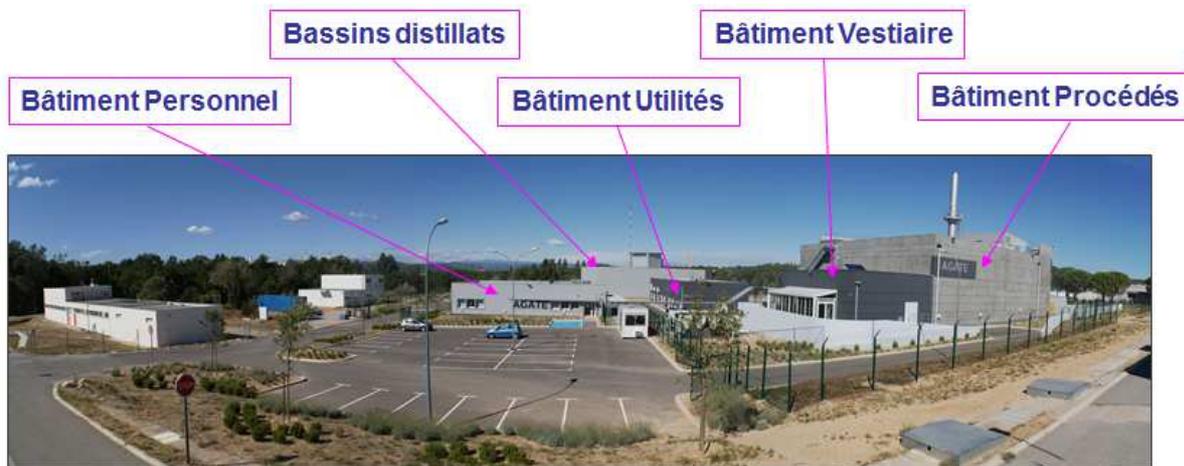


Figure 4 : Vue globale de l'installation.

Les paragraphes qui suivent présentent les bâtiments, pour terminer par celui à risque radiologique, le bâtiment « Procédé ».

Le bâtiment « Vestiaires » ne contient pas de matière radioactive, ni de produit chimique, mais sa proximité du bâtiment « Procédé » fait qu'il pourrait interagir avec ce dernier en situation sismique (voir figure suivante).

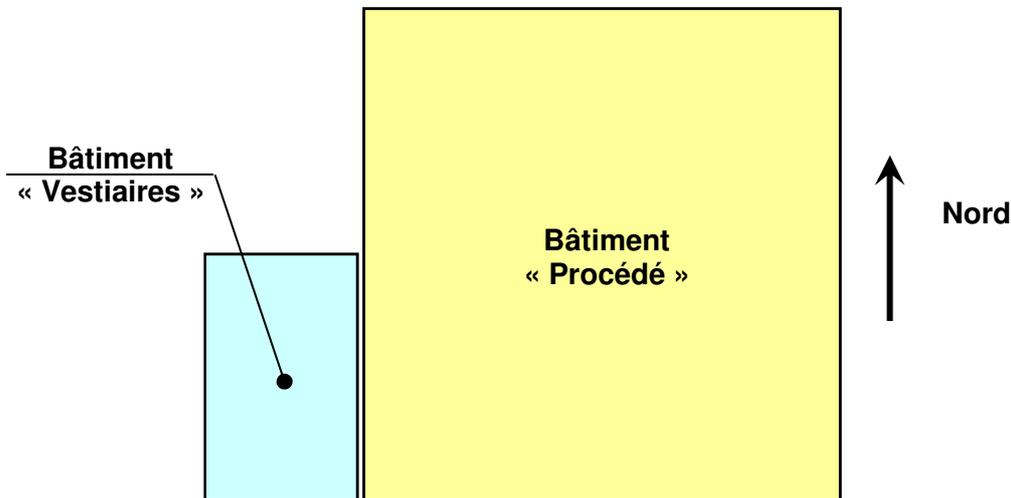


Figure 5 : vue schématique en plan des bâtiments « Procédé » et « Vestiaires »

Ces ouvrages ont été réalisés en béton armé. Les planchers de leurs rez-de-chaussée sont situés au niveau 0,00 m qui correspond au niveau 285,50 m NGF.

Le bâtiment « Personnel »

Le bâtiment « Personnel » est destiné à accueillir la salle de conduite de l'installation AGATE (avec les postes de pilotage des unités), les bureaux pour le personnel et certaines archives.

Le bâtiment « Personnel » est constitué d'un niveau de plain-pied aménagé. L'emprise au sol est de l'ordre de 21 m x 14 m. Ce bâtiment possède une structure dalle/voile en béton armé et est fondé superficiellement sur semelles filantes.

Le bâtiment « Utilités »

Le bâtiment « Utilités » est destiné à abriter la plupart des systèmes de production et de distribution de fluides nécessaires au fonctionnement de l'INB (eau, air, gaz, vapeur...). Un vide-sanitaire est installé sous ce bâtiment.

Ce bâtiment ne comporte qu'un seul niveau de plain-pied. L'emprise au sol est de l'ordre de 32 m x 10 m.

Ce bâtiment possède une structure dalle/voile en béton armé et est fondé superficiellement sur semelles filantes. En complément, un vide sanitaire est installé sous le bâtiment.

Ce bâtiment renferme :

- une chaudière produisant la vapeur primaire utilisée dans l'échangeur (vapeur primaire / eau surchauffée secondaire) du bâtiment « Procédé » et qui assure la chauffe de l'évaporateur,
- un échangeur en interface avec le réseau de chauffage du centre (eau chaude),
- des locaux électriques :
 - ✓ un local TGBT normal,

- ✓ un local TGBT secours,
- ✓ des locaux électriques secours voie 1 et voie 2,
- ✓ des locaux onduleurs (CFA voie 1 et SPR voie 2),
- un local de maintenance,
- un local « déchets »,
- un local « air comprimé »,
- un local « pomperie eau glacée ».

Les infrastructures extérieures rattachées à l'INB

En plus des quatre bâtiments, l'installation AGATE comprend également :

- la zone d'entreposage des déchets TFA, constituée principalement par un bâtiment réalisé en simple bardage métallique, et située à l'est du bâtiment « Procédé »,
- des groupes froids, implantés au sud du bâtiment « Utilités »,
- des locaux techniques divers :
 - ✓ un groupe électrogène et une cuve de fuel associée l'alimentant, implantés au nord du bâtiment « Procédé »,
 - ✓ deux postes HT/BT, implantés à l'ouest du bâtiment « Utilités »,
- des caniveaux (ou galeries) techniques de liaison,
- les bassins d'entreposage des distillats (3 x 600 m³).

Les trois bassins de distillats sont situés au nord des bâtiments « Utilités » et « Personnel ». Ce sont des cuves circulaires de 12 m de diamètre, d'un volume unitaire de 600 m³ étanches et sur rétention.

Ils sont supportés par des voiles internes à la rétention. Cette rétention a un volume égal à la moitié de la somme des volumes des bassins, soit 900 m³. Elle est fondée sur un radier d'épaisseur 50 cm environ. Les voiles contre-terre de la rétention ainsi que les bassins sont en béton armé de 40 cm d'épaisseur.

L'étanchéité des bassins est assurée par la structure en béton armé, qui comporte un revêtement d'étanchéité à base de résine époxy armée.

L'étanchéité de la rétention sous les bassins est assurée par la structure en béton armé (radier, voiles enterrés), qui comporte un revêtement d'étanchéité interne constitué par une peinture primaire époxy et une couche finition époxy décontaminable.

L'ensemble est couvert d'un bardage fixé sur une charpente métallique. Un édicule constituant un local abritant les pompes et réseaux de tuyauteries se trouve en toiture. La stabilité de la charpente métallique est assurée par trois palées de stabilité verticales et par une poutre au vent de toiture.

Des caniveaux assurent les liaisons :

- entre les bassins distillats et le bâtiment « Procédé » (notamment pour la canalisation de distillats),
- entre l'installation AGATE et les réseaux du centre (galerie technique dite « route de la chaufferie »),
- des utilités entre le bâtiment « Utilités » et le « bâtiment Procédé ».

Le bâtiment « Procédé »

Le bâtiment « Procédé » est en partie enfoui dans le sol. Il est fondé sur les alluvions au niveau -9,20 m par l'intermédiaire d'un radier général de 1,00 m d'épaisseur.

Il est de forme rectangulaire en plan et a pour dimensions extérieures :

- longueur : 30,50 m dans la direction nord-sud,
- largeur : 29,80 m,
- hauteur : 21,05 m, mesurée entre la sous face du radier et le dessus des acrotères hauts.

Il comporte plusieurs niveaux de planchers :

- celui du radier au niveau -8,20 m,
- des planchers partiels aux niveaux -4,10 m, -3,00 m et -2,90 m présents essentiellement à l'ouest et au nord du bâtiment,
- un plancher complet au niveau 0,00 m,
- un plancher quasiment complet au niveau +4,10 m,
- un plancher partiel au niveau +6,60 m, situé dans l'angle nord-est du bâtiment,
- une toiture-terrasse aux niveaux +8,70 m, +8,80 m et +10,70 m. La terrasse au niveau +10,70 m est partielle et située dans l'angle nord-est sur les faces nord et est du bâtiment.

Le système de contreventement du bâtiment est constitué d'un quadrillage de voiles épais reliés par les dalles des planchers qui fonctionnent en diaphragme. Les voiles périphériques ont une épaisseur de 0,50 m. Plusieurs voiles principaux intérieurs, présents dans les deux directions horizontales, ont été prévus à la conception et ont une épaisseur de 0,40 m. Les épaisseurs des dalles sont variables, en général égales à 0,30 m ou 0,40 m pour les planchers, et de 0,60 m ou 0,70 m pour la toiture terrasse. Le bâtiment « Procédé » est par conséquent un ouvrage monolithique robuste présentant un grand nombre d'éléments verticaux dans les deux directions horizontales et donc de la redondance dans son système de contreventement.

Une cheminée métallique de ventilation est présente au-dessus de la toiture-terrasse dans la partie sud-ouest du bâtiment. Son axe est situé à 10,95 m de la façade ouest et 6,875 m de la façade sud. Le diamètre extérieur de la cheminée est de 1,02 m et sa hauteur est de 11,20 m. Son fût est constitué d'un profil creux circulaire de 10 mm d'épaisseur en acier inoxydable. Elle est ancrée au niveau +9,40 m sur un massif en béton armé solidaire de la dalle de la toiture-terrasse par l'intermédiaire d'une couronne en acier raidie de 500 mm de hauteur comportant 12 tiges d'ancrage ϕ 30 mm scellées dans le béton.

Le bâtiment « Vestiaires »

Le bâtiment « Vestiaires » est fondé sur huit pieux de 0,70 m de diamètre reliés par un réseau orthogonal de longrines. Il est de forme rectangulaire en plan et a pour dimensions extérieures :

- longueur : 15,60 m dans la direction nord-sud,
- largeur : 10,93 m,
- hauteur : 5,95 m, mesurée entre la sous face des longrines au niveau -0,70 m et le dessus des acrotères au niveau +5,25 m.

Il comporte un rez-de-chaussée au niveau 0,00 m et une toiture-terrasse au niveau +4,05 m.

Le système de contreventement du bâtiment est constitué d'un quadrillage de poutres-voiles reliées par les dalles du rez-de-chaussée et de la toiture-terrasse qui fonctionnent en diaphragme. Les poutres-voiles et les dalles ont une épaisseur de 0,20 m.

Le bâtiment « Vestiaires » est séparé du bâtiment « Procédé » par un joint de 110 mm de largeur.

3.1.2.2.2 Description des équipements principaux

Cuves d'entreposage d'effluents radioactifs

Ces cuves, au nombre de quatre, sont identiques. Elles sont situées au niveau -8,20 m du bâtiment « Procédé ». Leur volume utile est de 80 m³. Leurs structures sont constituées de tôles soudées en acier inoxydable, à l'exception des couronnes d'assise qui sont en acier doux. Chaque cuve a une hauteur totale de 6,16 m et comporte :

- une couronne d'assise de 30 mm d'épaisseur qui est raidie verticalement par la jupe et des plats radiaux verticaux et ancrée par 24 tiges d'ancrage ϕ 30 mm,
- une jupe cylindrique à génératrices verticales soudée sur la couronne d'assise, de 4,30 m de diamètre extérieur et de 14 mm d'épaisseur. La hauteur de la jupe est de 1,064 m,
- une lèchefrite située en partie basse à l'intérieur de la jupe et soudée sur cette dernière, constituée d'une tôle de 3 mm d'épaisseur qui est régulièrement raidie par des profilés en tôle pliée ayant la forme d'un U. La lèchefrite comporte une pente de 2 % par rapport à l'horizontale,
- un réservoir cylindrique à génératrices verticales supporté par la jupe, de 5,40 m de diamètre extérieur et de 12 mm d'épaisseur comportant un fond et un toit soudés à grand rayon de courbure (fonds GRC). Les épaisseurs du fond et du toit sont respectivement de 14 mm et 12 mm. La hauteur totale du réservoir est de 5,46 m.

Cuve d'effluents actifs

La cuve est située au niveau -8,20 m du bâtiment « Procédé ». Son volume utile est de 10 m³. Sa structure est constituée de tôles soudées en acier inoxydable à l'exception de la couronne d'assise qui est en acier doux. Elle a une hauteur totale de 4,05 m et comporte :

- une couronne d'assise de 25 mm d'épaisseur qui est raidie verticalement par la jupe et des plats radiaux verticaux, et ancrée par 12 tiges d'ancrage ϕ 20 mm,
- une jupe cylindrique à génératrices verticales soudée sur la couronne d'assise, de 2,70 m de diamètre extérieur et de 6 mm d'épaisseur. La hauteur de la jupe est de 1,215 m,
- une lèchefrite située en partie basse à l'intérieur de la jupe et soudée sur cette dernière, constituée d'une tôle de 3 mm d'épaisseur qui est régulièrement raidie par des profilés en UPE 100. La lèchefrite comporte une pente de 2 % par rapport à l'horizontale,
- un réservoir cylindrique à génératrices verticales supporté par la jupe, de 2,70 m de diamètre extérieur et de 8 mm d'épaisseur comportant un fond et un toit soudés à grand rayon de courbure de 8 mm d'épaisseur (fonds GRC). La hauteur totale du réservoir est de 3,25 m.

Cuves d'effluents industriels

Ces cuves, au nombre de deux, sont identiques. Elles sont situées au niveau -8,20 m du bâtiment « Procédé ». Leur volume utile est de 3 m³. Il s'agit de réservoirs cylindriques à génératrices horizontales en acier inoxydable, de 1,40 m de diamètre extérieur et de 6 mm d'épaisseur. La longueur des réservoirs est de 2,59 m. Ils comportent des fonds à grand rayon de courbure de 8 mm d'épaisseur (fonds GRC). Ils reposent chacun sur deux berceaux supportés au niveau -7,95 m par des massifs en béton armé. Les viroles des réservoirs sont renforcées au droit des berceaux par des tôles de 6 mm d'épaisseur. Chaque berceau est ancré par trois tiges ϕ 20 mm vissées dans des douilles ϕ 50 mm noyées dans le béton qui constituent les bèches de reprise des efforts horizontaux. Des tiges ϕ 20 mm sont vissées à la partie inférieure des douilles et équipées de plaques horizontales transmettant au béton les efforts verticaux de traction.

Cuve d'acide nitrique de passivation

La cuve est située au niveau -8,20 m du bâtiment « Procédé ». Son volume est de 7 m³. Sa structure est constituée de tôles soudées en acier inoxydable à l'exception de la couronne d'assise qui est en acier doux. La cuve a une hauteur totale de 3,51 m et comporte :

- une couronne d'assise de 25 mm d'épaisseur qui est raidie verticalement par la jupe et des plats radiaux verticaux, et ancrée par 12 tiges ϕ 16 mm,
- une jupe cylindrique à génératrices verticales soudée sur la couronne d'assise, de 2,00 m de diamètre extérieur et de 8 mm d'épaisseur. La hauteur de la jupe est de 879 mm,
- une lèchefrite située en partie basse à l'intérieur de la jupe et soudée sur cette dernière, constituée d'une tôle de 3 mm d'épaisseur qui est régulièrement raidie par des profilés en tôle pliée ayant la forme d'un U. La lèchefrite comporte une pente de 2 % par rapport à l'horizontale,
- un réservoir cylindrique à génératrices verticales supporté par la jupe, de 2,00 m de diamètre extérieur et de 8 mm d'épaisseur comportant un fond et un toit soudés à grand rayon de courbure de 8 mm d'épaisseur (fonds GRC). La hauteur totale du réservoir est de 2,94 m.

Cuve d'assemblage

La cuve est située au niveau -8,20 m du Bâtiment Procédé. Son volume utile est de 80 m³. Sa structure est constituée de tôles soudées en acier inoxydable à l'exception de la couronne d'assise qui est en acier doux. Elle a une hauteur totale de 6,588 m et comporte :

- une couronne d'assise de 30 mm d'épaisseur qui est raidie verticalement par la jupe et des plats radiaux verticaux, et ancrée par 24 tiges d'ancrage ϕ 30 mm,
- une jupe cylindrique à génératrices verticales soudée sur la couronne d'assise, de 4,30 m de diamètre extérieur et de 14 mm d'épaisseur. La hauteur de la jupe est de 1,064 m,
- une lèchefrite située en partie basse à l'intérieur de la jupe et soudée sur cette dernière, constituée d'une tôle de 3 mm d'épaisseur qui est régulièrement raidie par des profilés en tôle pliée ayant la forme d'un U. La lèchefrite comporte une pente de 1 % par rapport à l'horizontale,
- un réservoir cylindrique à génératrices verticales supporté par la jupe, de 5,40 m de diamètre extérieur et de 12 mm d'épaisseur comportant un fond et un toit soudés à grand rayon de courbure (fonds GRC). Les épaisseurs du fond et du toit sont respectivement de 14 mm et 12 mm. La hauteur totale du réservoir est de 5,46 m.

Cuves d'entreposage des concentrats

Ces cuves sont identiques et au nombre de deux. Elles sont situées au niveau -8,20 m du bâtiment « Procédé ». Leur volume utile est de 20 m³. Les structures des cuves sont constituées de tôles soudées en acier inoxydable à l'exception de la couronne d'ancrage qui est en acier doux. Chaque cuve a une hauteur totale de 4,02 m et comporte :

- une couronne d'assise de 30 mm d'épaisseur qui est raidie verticalement par la jupe et des plats radiaux verticaux, et ancrée par 12 tiges d'ancrage ϕ 20 mm,
- une jupe cylindrique à génératrices verticales soudée sur la couronne d'assise, de 3,00 m de diamètre extérieur et de 10 mm d'épaisseur. La hauteur de la jupe est de 1,043 m,
- une lèchefrite située en partie basse de la jupe et soudée sur cette dernière, constituée d'une tôle de 3 mm d'épaisseur qui est régulièrement raidie par des profilés en tôle pliée ayant la forme d'un U. La lèchefrite comporte une pente de 2 % par rapport à l'horizontale,
- un réservoir cylindrique à génératrices verticales supporté par la jupe, de 3,80 m de diamètre extérieur et de 10 mm d'épaisseur comportant un fond et un toit à grand rayon de

courbure (fonds GRC). Les épaisseurs du fond et du toit sont respectivement de 12 mm et 10 mm. La hauteur totale du réservoir est de 3,25 m.

3.1.2.3 Principales dispositions d'exploitation

Les dispositions d'exploitation mises en œuvre au quotidien pour limiter les conséquences d'un séisme sont intégrées aux procédures d'exploitation.

Du fait que les différents procédés se pilotent à partir d'une supervision installée en salle de conduite, et dans un local déporté (pour la partie dépotage/rempotage de citerne), des mesures particulières sont mises en œuvre pour certaines actions ponctuelles :

- les connexions/déconnexions aux citernes par des flexibles,
- le transfert des effluents en provenance des installations, conditionnés en fûts, s'effectue au plus près du sol à l'aide d'un « roule fût »,
- l'utilisation du pont dans le local camion, avec une manutention des charges au plus près du sol, avec remise en position garage de l'équipement de manutention en fin d'utilisation, charge déposée.

Les dispositions d'exploitation mises en œuvre afin de limiter les conséquences d'un séisme sont décrites dans des procédures spécifiques décrivant les actions à mener après séisme. Ces actions sont recensées sous forme de fiches et leurs mises en œuvre sont enclenchées via les moyens de communication du centre (réseau des hauts parleurs ou réseau hertzien). Si ces moyens ne sont plus opérationnels (en cas de séisme fort), le Chef d'Installation prend la responsabilité de réaliser ou de faire réaliser les actions de mise en sécurité.

En fonction du séisme, les actions concernent :

- l'arrêt des procédés, éventuellement en fonction, par des boutons d'arrêt d'urgence,
- la surveillance de l'état de l'installation et des procédés,
- la coupure des alimentations électriques par l'utilisation des dispositifs d'arrêt d'urgence de coupure général de l'alimentation électrique,
- la coupure des alimentations en eau,
- l'isolement des bouteilles de gaz présentes dans l'appentis grillagé.

Ces actions permettent ainsi de limiter les risques d'effets indirects d'un séisme.

3.1.2.4 Prise en compte des effets indirects du séisme

Les effets indirects du séisme identifiés sont les suivants :

- la perte de l'alimentation électrique,
- la détérioration du réseau électrique pouvant entraîner un court-circuit et par voie de conséquence un départ de feu,
- la rupture de canalisations ou cuves internes.

3.1.2.4.1 Perte de l'alimentation électrique

La perte de l'alimentation électrique n'a pas de conséquences radiologiques vis-à-vis de l'environnement (Cf. § 6).

3.1.2.4.2 Détérioration du réseau électrique

Un séisme pourrait entraîner une détérioration du réseau électrique et l'éventualité que des courts-circuits se produisent ne serait pas à écarter. Cependant, il n'est pas envisageable qu'un départ de feu généré par un court-circuit se produise dans les zones d'entrepôts des effluents compte-tenu des dispositions techniques et organisationnelles retenues dans l'installation. Ainsi, les cuves sont seules dans les locaux concernés et les motorisations sont déportées hors de ces locaux. L'apparition d'un départ de feu suite à un séisme n'est donc pas susceptible d'aggraver la situation.

Les conséquences pourraient être la perte de certaines utilités (distribution électrique, ventilation et surveillance radiologique) mais celles-ci n'entraîneraient pas de conséquence radiologique supplémentaire pour l'installation et son environnement.

3.1.2.4.3 Rupture de canalisations ou cuves internes

Un séisme pourrait entraîner la rupture de canalisations et réservoirs d'eau qui se trouvent dans l'installation et ainsi générer une inondation d'origine interne. Compte tenu de l'implantation des canalisations d'eau et des cuves d'effluents, et des distances qui les séparent des zones d'entrepôt, le risque d'inondation n'est pas retenu. Certains locaux disposent cependant de dispositifs de protections à l'égard d'inondation interne (surbaux, rétentions, caniveaux...). Ces dispositions permettent à l'installation de se prémunir du risque d'inondation interne qui n'entraînerait pas de conséquence supplémentaire pour l'installation et son environnement.

Les dispositions ci-dessus déployées permettent d'écarter toute conséquence supplémentaire pour l'installation et son environnement en cas de séisme.

3.1.3. **Conformité de l'installation**

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.

L'INB 171 est actuellement dans une phase d'essais de performance en inactif. Dans le cadre de la demande de mise en service, l'exploitant de l'installation a transmis à l'ASN le Dossier de Synthèse de la Qualité (DSQ), dossier qui permet de statuer sur la conformité de réalisation de l'installation.

De plus, les différents contrôles opérés par l'installation (Contrôles Réglementaires et/ou Contrôles et Essais Périodiques) sont réalisés conformément aux dispositions prévues dans les Règles Générales d'Exploitation de l'installation.

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

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 l'examen des notes de calculs et des plans d'exécution, et sur l'analyse qualitative du fonctionnement des structures de génie civil en situation sismique.

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

Les séismes de référence 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.

Dans les paragraphes suivants et pour l'évaluation des marges, 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 Introduction

L'analyse du comportement sismique des bâtiments « Procédé » et « Vestiaires » a été effectuée en considérant les SMS et le paléoséisme définis selon la RFS n° 2001-01. Elle a été menée dans le domaine élastique. Les structures de ces bâtiments ont fait l'objet de modèles tridimensionnels détaillés aux éléments finis. Les calculs sismiques ont été réalisés en utilisant ces modèles et en tenant compte de l'interaction sol-structure. Trois hypothèses de rigidité du sol ont été considérées. Les sollicitations dans les structures ont été déterminées en représentant l'action du séisme par des chargements pseudo-statiques. Le dimensionnement des ferraillements a été effectué sur l'analyse des cartes de ferraillement complétée par des calculs locaux menés selon les règles de calcul du béton armé. Une marge de dimensionnement de 50 % a par ailleurs été prise en compte en situation sismique pour le bâtiment « Procédé ».

Le radier du bâtiment « Procédé », les dalles et voiles des deux bâtiments ont été systématiquement armés par des nappes de ferraillement continues et présentes sur les deux faces de ces éléments structuraux, avec une section minimale d'armatures égale à 0,31 % de la section de béton. Des armatures formant chaînages, ont été disposées aux intersections verticales des voiles et aux jonctions horizontales entre les voiles et les dalles, et constituent des marges de résistance dans ces éléments vis-à-vis des efforts horizontaux susceptibles de transiter dans leur plan en situation sismique.

3.2.4.2 Marges des bâtiments

Bâtiment « Procédé »

Les exigences attribuées au bâtiment « Procédé » en situation sismique sont la stabilité, le supportage des équipements, et la non-interaction avec le bâtiment « Vestiaires ».

Les ferraillements des parois extérieures du bâtiment ont par ailleurs dimensionnés en considérant une participation améliorée de ces parois au confinement. La contrainte dans les armatures a été limitée à 80 % de leur limite d'élasticité, ce qui permet un fonctionnement élastique du béton armé.

La structure en béton armé du bâtiment « Procédé » est contreventée par un système de voiles épais en béton armé et donc relativement rigide. Sa réponse au séisme est donc fortement influencée par l'interaction sol-structure. Plusieurs hypothèses de rigidité du sol ont été prises en compte lors de l'analyse sismique. Dans les directions horizontales, les fréquences propres des modes fondamentaux de vibration du bâtiment sont comprises entre 4,1 Hz et 6,3 Hz. Pour l'hypothèse de rigidité haute du sol, les fréquences des modes fondamentaux sont situées dans la zone de forte amplification du mouvement sismique représenté par les spectres de réponse du sol. Toutefois, l'amortissement apporté par le sol est important et limite le niveau d'effort dans la structure. Le facteur de marge de la structure du bâtiment a été évalué sur la base des résultats des calculs de dimensionnement.

Le niveau maximal de séisme pour lequel les exigences de comportement du bâtiment « Procédé » restent assurées, est évalué à au moins 1,8 fois le niveau du SMS.

Cheminée de Ventilation du bâtiment « Procédé »

La stabilité de la Cheminée de Ventilation n'est pas requise en situation sismique car la structure de la terrasse du bâtiment « Procédé » a été dimensionnée à d'autres actions plus défavorables et présente des marges de dimensionnement suffisantes pour couvrir les effets d'une éventuelle agression par la cheminée consécutive à sa chute.

Bâtiment « Vestiaires »

Les exigences attribuées au bâtiment « Vestiaires » en situation sismique sont la stabilité et la non-interaction avec le bâtiment « Procédé ». La structure en béton armé du bâtiment

« Vestiaires » est contreventée par un système de voiles en béton armé et fondée sur un groupe de pieux de fort diamètre (700 mm). La structure est donc relativement rigide et sa réponse au séisme est donc fortement influencée par l'interaction sol-structure. Plusieurs hypothèses de rigidité du sol ont été prises en compte lors de l'analyse sismique. Dans les directions horizontales, les fréquences propres des modes fondamentaux de vibration du bâtiment sont comprises entre 9,5 Hz et 15,4 Hz. Pour l'hypothèse de rigidité basse du sol, les fréquences des modes fondamentaux sont situées dans la zone de forte amplification du mouvement sismique représenté par les spectres de réponse du sol. L'amortissement apporté par le sol est cependant significatif et limite le niveau d'effort dans la structure.

Le niveau maximal de séisme pour lequel la stabilité du bâtiment « Vestiaires » reste assurée, est évalué à au moins 1,4 fois le niveau du SMS.

Interaction entre les bâtiments « Procédé » et « Vestiaires »

Les bâtiments sont séparés par un joint vide de tout matériau de 110 mm de largeur.

Les bâtiments « Procédé » et « Vestiaires » sont contreventés par des systèmes de voiles en béton armé. Les pieux du bâtiment « Vestiaires » sont relativement rigides. Les déplacements horizontaux, évalués lors des calculs d'ensemble à environ 2 mm et 7 mm respectivement pour les bâtiments « Vestiaires » et « Procédé », sont donc très faibles vis-à-vis de la largeur du joint.

Le risque d'interaction entre les bâtiments est par conséquent exclu.

3.2.5. Équipements principaux

3.2.5.1 Introduction

L'analyse du comportement sismique des différentes cuves a été réalisée en considérant les SMS et le paléoséisme définis selon la RFS n° 2001-01 qui ont été représentés par les spectres de réponse transférés aux niveaux des appuis des cuves. Elle a été menée dans le domaine élastique. Les cuves ont fait l'objet de modèles tridimensionnels détaillés aux éléments finis. Les calculs sismiques ont été réalisés en utilisant ces modèles. L'examen des contraintes et déplacements a été effectué à partir des résultats de l'analyse modale-spectrale.

3.2.5.2 Marges des équipements

Les fréquences propres des modes fondamentaux de vibration des différentes cuves dans les directions horizontales sont les suivantes :

- cuves d'entreposage d'effluents radioactifs : 7,2 Hz,
- cuve d'effluents actifs : 19,0 Hz,
- cuves d'effluents industriels : 16,0 Hz,
- cuve d'acide nitrique de passivation : 21,6 Hz,
- cuve d'assemblage : 7,5 Hz,
- cuves d'entreposage des concentrats : 12,1 Hz.

Les fréquences propres des cuves d'entreposage d'effluents radioactifs et d'assemblage sont situées dans une zone de forte amplification spectrale. Les autres cuves sont à contrario soumises à des forces d'inertie plus faibles car leurs fréquences propres sont relativement élevées et situées dans une zone de faible amplification spectrale. Les facteurs de marge des structures des cuves ont été évalués sur la base des résultats des calculs de dimensionnement.

Les niveaux minimaux de séisme pour lesquels l'intégrité de ces équipements reste assurée, exprimés sous la forme d'un facteur global de marge par rapport au niveau du SMS, sont les suivants :

- cuves d'entreposage d'effluents radioactifs : **1,5**,
- cuve d'effluents actifs : **1,6**,
- cuves d'effluents industriels : **2,0**,
- cuve d'acide nitrique de passivation : **1,6**,
- cuve d'assemblage : **1,5**,
- cuves d'entreposage des concentrats : **1,8**.

3.2.6. *Effet de site particulier*

L'installation AGATE est située sur le versant sud de la paléovallée du Ravin de la Bête où les caractéristiques des alluvions diffèrent fortement de celles des sols rocheux présents sur le site en profondeur et de part et d'autre de la paléovallée. Un effet de site particulier est donc susceptible de se produire au droit de l'installation.

Les facteurs de marge évalués dans les paragraphes précédents permettent de couvrir cet effet de site particulier.

3.2.7. *Synthèse des marges*

Les facteurs de marge des ouvrages de génie civil et des équipements principaux sont récapitulés dans le tableau suivant.

	Ouvrages	Robustesse globale
Génie Civil	Bâtiment « Procédé »	1,8
Équipements	Cuves d'entreposage d'effluents radioactifs	1,5
	Cuve d'effluents actifs	1,6
	Cuves d'effluents industriels	2,0
	Cuve d'acide nitrique de passivation	1,6
	Cuve d'assemblage	1,5
	Cuves d'entreposage des concentrats	1,8

3.3. Conclusions

Les facteurs globaux de marge sont au moins de 1,8 pour le bâtiment « Procédé » et de 1,5 pour les équipements. Ces facteurs permettent de se prémunir de l'effet de site particulier et sont jugés suffisants compte tenu de l'absence de risque d'effet falaise.

Aucune disposition complémentaire n'est envisagée.

4. **INONDATION EXTERNE**

4.1. **Contexte hydrologique général**

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.

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

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.

L'INB 171 est située en rive gauche du Ravin de la Bête sur le bord du vallon de la Grande Bastide (ou de Mourre Frais), à proximité du vallon des Castelletts. L'arase inférieure du radier du bâtiment « Procédé » se situe à 276,30 m NGF.

4.2. **Dimensionnement de l'installation**

4.2.1. ***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

4.2.1.1 **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.

Les différentes cotes hydrologiques caractéristiques autour de l'installation sont les suivantes :

- le vallon des Castelletts récupérant les eaux pluviales de l'INB est à la cote 275 m NGF,
- la confluence du Vallon des Castelletts avec le ravin de la Bête est à la cote 263 m NGF.

Avec une cote pour la « plateforme INB » de l'ordre de 282 m NGF, l'installation AGATE est alors topographiquement hors de la zone d'écoulement des eaux des structures hydrologiques environnantes.

4.2.1.2 **Crue du bassin versant**

L'installation AGATE ne dispose pas de bassin versant amont drainé vers le réseau pluvial de la plateforme imperméabilisée.

4.2.1.3 Eaux pluviales

Les pluies de référence

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

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

Elle donne les résultats de l'exploitation statistique des mesures pluviométriques relevées en diverses stations pour la caractérisation de la pluie centennale. Des écarts notables entre stations trouvent leur origine dans les effets géomorphologiques de site. Il a donc été décidé de prendre en compte un modèle générique de quantification d'intensité de pluie. En application des prescriptions de l'Instruction technique ministérielle 77, il est préconisé d'utiliser un modèle donnant l'intensité de la pluie en fonction de la durée de l'évènement pluvieux. Il s'agit du modèle de **Montana pour la Région III** (quart sud-est de la France) qui a été retenu comme pluie de référence du site de CADARACHE et qui traduit le fait que plus la durée de l'évènement pluvieux est brève plus l'intensité de la pluie est importante (cf. Figure 6).

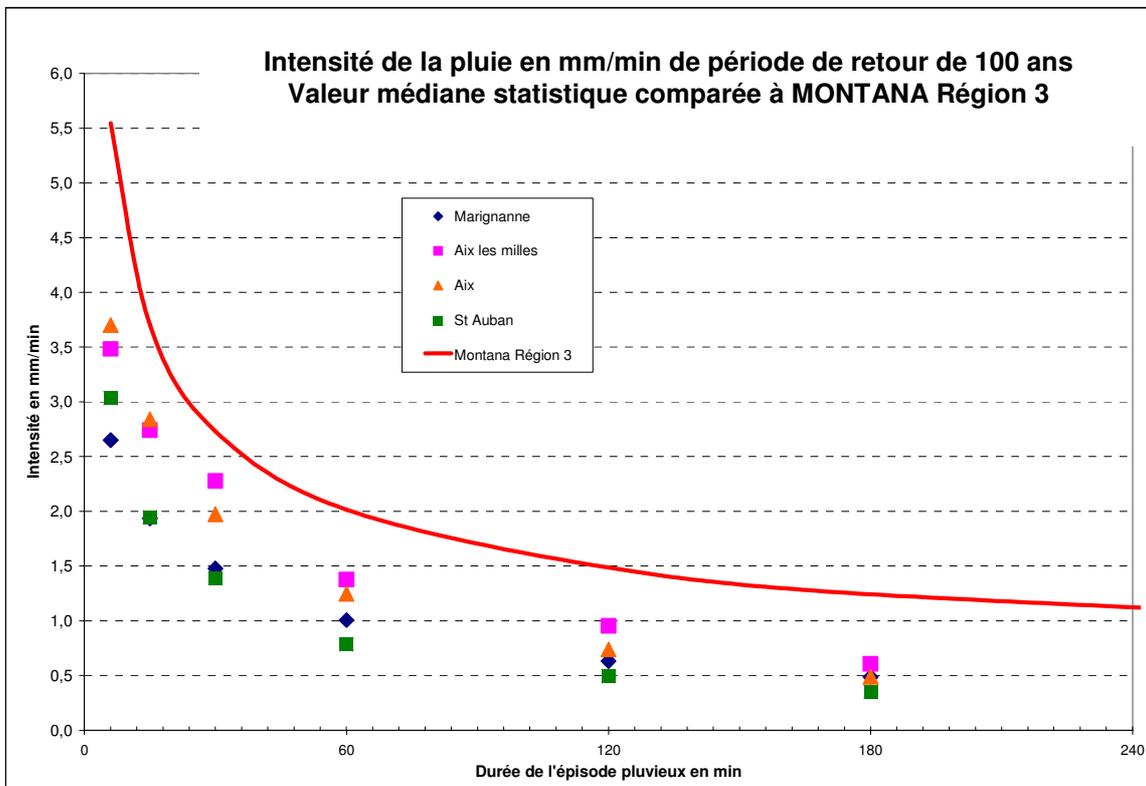


Figure 6 : Comparaison de la pluie centennale de Montana par rapport à la pluviométrie réelle issue des données Météo France

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.

Les réseaux pluviaux de l'installation ont été dimensionnés pour collecter les eaux de ruissellement sur l'installation d'une pluie centennale Montana Région III.

4.2.1.4 Crues de la Durance

La proximité de la Durance par rapport à l'entrée du centre est sans impact en termes de risque d'inondation externe pour l'installation.

4.2.1.5 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.

4.2.1.6 Remontée de nappe phréatique

Les phénomènes de remontées de nappe peuvent potentiellement présenter un double risque pour les installations : un risque d'inondation d'origine externe pouvant engendrer des venues d'eau à l'intérieur des installations et un risque de mise en pression des parties enterrées des installations pouvant endommager mécaniquement les infrastructures.

L'installation AGATE, se situe en bordure du vallon du Mourre Frais, à l'emplacement d'une paléovallée entaillant le substratum calcaire. Cette dernière a été comblée de sédiments sableux du Miocène puis recouverte d'alluvions du Quaternaire. L'installation repose donc entièrement sur des formations mio-quaternaires qui renferment un aquifère dont les cinétiques de mise en charge sont relativement lentes au regard de celles de l'aquifère des calcaires du Crétacé.

Dans le cadre du dimensionnement de l'INB 171 et en application du Guide ASN N°13, relatif à la protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes, une méthodologie d'évaluation des niveaux de nappes extrêmes a été spécifiquement développée pour les installations fondées sur les terrains mio-quaternaires.

Elle se décompose en trois phases :

- l'analyse statistique de la pluie journalière pour l'évaluation d'intensité de pluies de période de retour cent ans,
- l'évaluation du niveau piézométrique « extrême » de référence résultant de l'injection d'une lame d'eau de période de retour cent ans, dans le modèle « pluies / niveaux »,
- l'analyse des résultats en fonction de leurs qualités (taille de la chronique du piézomètre utilisé, qualité du calage su modèle « pluie / niveau ») et des éléments de contexte hydrogéologique permettant d'évaluer le caractère enveloppe (ou non) des hypothèses retenues pour la modélisation. Le niveau piézométrique de référence est ensuite comparé au niveau bas de l'installation pour l'analyse du risque inondation. Parmi les six bâtiments que compte l'installation AGATE, seul le bâtiment « Procédé » comprend des niveaux enterrés dont le dessous du radier inférieur se situe à 276,3 m NGF.

Le niveau piézométrique « extrême » de référence obtenu en appliquant la méthodologie précitée pourrait atteindre la valeur de 274 m NGF, soit plus deux mètres sous le niveau le plus bas du bâtiment « Procédé » de l'installation AGATE.

On peut ainsi conclure à l'absence de risque d'inondation par remontée de nappe mio-quaternaire au droit de l'installation AGATE.

Il est à signaler que ce niveau piézométrique (obtenu par « l'injection de pluies centennales » dans le modèle « pluies/niveaux »), n'a jusqu'alors jamais été enregistré par le piézomètre retenu pour la simulation (AGAT11). De même, la chronique piézométrique « AGAT11 » reconstituée par le modèle « pluies / niveaux » à partir des pluies enregistrées à la station de la Verrerie depuis 1960, simule un niveau maximal de 272,6 m NGF.

4.2.2. **Dispositions de protection du dimensionnement**

Suite à l'identification des situations entraînant un risque d'inondation externe pour l'installation AGATE, les dispositions de protection du dimensionnement mises en œuvre ont été analysées et sont présentées dans les paragraphes suivants.

4.2.2.1 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'INB 171 puisque l'Evaluation Complémentaire de Sûreté n'a pas mis en évidence de risque d'effet falaise pour ce qui concerne le risque d'inondation externe. Il est à noter l'existence du drain (tapis drainant) situé sous le bâtiment « Procédé » dont le dimensionnement permet de dégager des marges importantes.

4.2.2.2 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 :

- création d'un réseau de collecte et d'évacuation des eaux pluviales autour des bâtiments,
- création d'un tapis drainant d'une épaisseur de l'ordre du mètre, sous le bâtiment « Procédé » (bâtiment contenant l'ensemble des effluents radiologiques),
- des dispositions constructives aux points d'entrées d'eau potentiels (rehausses, trottoirs, appentis, surbaux,...).

Les points d'eau potentiels sont présentés ci-après :

- Accès aux des postes HT/BT de l'installation :
 - ✓ les portes d'accès au poste HT/BT 1 sont rehaussées de plus de 30 cm par rapport à la voirie (19 cm de trottoir + 12 cm de rehausse du bas de porte). La voirie présente une pente montante pour accéder au bâtiment,

- ✓ les portes d'accès au bâtiment du second poste HT/BT sont rehaussées de plus de 40 cm par rapport à la voirie (11 cm d'un premier trottoir + 19 cm d'un second trottoir + 12 cm de rehausse du bas de porte).
- Accès au bâtiment « Procédé » :

Il s'agit de la station de traitement des effluents. En cas d'entrée d'eau par ses portes, il n'y a pas de risque avéré vis-à-vis de la sûreté de l'installation. Une partie des portes sont accessibles via des escaliers montants. Il n'y a donc pas de risque d'entrée d'eau par ses accès. Les différents accès au bâtiment sont détaillés dans les paragraphes suivants :

- ✓ la porte d'accès côté Sud du bâtiment est surélevée par rapport à la voirie de plus de 55 cm par un escalier,
- ✓ la porte d'accès coté Est du bâtiment présente une pente de voirie montante jusqu'à la porte ainsi qu'une grille de collecte pluviale en bas de pente. Sur ce même côté, la porte à double battant donnant accès aux remorques, et celle à proximité, donnent dans le sas camion. Ce dernier est délimité au sol par un surbau qui représente la limite de la rétention du hall camion.
- Accès au bâtiment « Utilités » :
 - ✓ une porte côté Sud qui donné accès au local « pomperie » d'eau glacée. Elle se situe à 19 cm de du niveau de la voirie,
 - ✓ huit portes côté Ouest : il s'agit des portes d'accès à des locaux électriques, les locaux qui hébergent les compresseurs d'air, l'atelier de maintenance, un entreposage de déchets, l'échangeur du réseau de chauffage (interface avec le réseau de chauffage du Centre). Elles se situent à 19 cm de du niveau de la voirie,
 - ✓ six portes côté Est : il s'agit des portes d'accès à des locaux électriques, les locaux qui hébergent la chaudière « vapeur » (source pour la production d'eau surchauffée de l'évaporateur) et le réservoir d'eau déminéralisée pour le fonctionnement de l'installation. Elles se situent à 17 cm de du niveau de la voirie,
 - ✓ une porte en bas d'un escalier, côté Est : il s'agit de la porte d'accès au sous-sol du bâtiment « Utilités ». Elle se situe en contrebas d'un escalier doté d'un rebord de 17 cm par rapport au niveau de la voirie. Devant la porte, une grille pluviale permet de récupérer l'eau qui pourrait s'y accumuler. L'escalier est protégé par un appentis. En cas d'entrée d'eau par cette porte, il n'y a pas de risque avéré vis-à-vis de la sûreté de l'installation, vu que le sous-sol ne contient que des chemins de câbles qui circulent en hauteur par rapport au sol. Le local en lui-même ne contient pas de substances dangereuses ou de commandes électriques vulnérables à l'eau.
- Accès au bâtiment « Personnel » :

Il s'agit du bâtiment regroupant les bureaux du personnel, la salle des serveurs informatique et de la baie SAFIR, et la salle de conduite :

- ✓ l'accès principal se fait par la porte à partir du parking, côté Sud. Cette porte présente une pente montante de voirie jusqu'à la porte,
- ✓ la porte côté Est est rehaussée de 13,5 cm par rapport à la voirie,
- ✓ les deux portes côté Nord se situent en face du bâtiment du poste HT/BT 1. Elles sont surélevées par rapport à la voirie des deux côtés du bâtiment.
- Accès au bâtiment qui abrite les bassins d'entreposage des distillats :

L'accès se fait par une porte côté Est. Elle est rehaussée de 15 cm par rapport à la voirie. Celle-ci présente également une pente montante jusqu'à la porte.

- Accès au bâtiment qui héberge le GEF :

L'ensemble est constitué du groupe électrogène fixe de l'installation et de sa réserve de fuel. L'accès se fait à partir de portes surélevées de plus de 60 cm par rapport à la voirie. La porte qui donne accès à la cuve de réserve dans sa rétention est rehaussée de 12 cm par rapport au trottoir.

- Accès au bâtiment d'entreposage des déchets TFA :

Ce bâtiment est constitué d'un hangar et son accès se fait à partir d'une porte côté Nord du hangar qui présente une pente montante par rapport à la voirie.

4.2.2.3 Principales dispositions d'exploitation

Les dispositions d'exploitation pour alerter de l'imminence de l'inondation, puis pour limiter les conséquences de l'inondation dépendent de l'origine de l'inondation prise en compte dans le cadre du dimensionnement à savoir : une pluie centennale ou des remontées de nappe phréatique.

4.2.2.3.1 Cas « Pluie Centennale » :

L'imminence d'un phénomène orageux ou d'une forte pluie est signalée par Météo France, puis par le Centre.

L'efficacité de collecte du ruissellement 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,
- les rondes effectuées par l'exploitant qui, sur simple demande, peut faire réaliser un curage.

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

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

4.2.2.3.2 Cas « Remontées de nappe phréatique »

Il convient de signaler la présence d'un dispositif de drainage qui a été construit à l'aplomb du bâtiment « Procédé ». Il serait en mesure de collecter des eaux au-delà du niveau « extrême » de référence (274 m NGF) en cas de remontée de la nappe. En effet, le dispositif est composé d'un tapis drainant d'un mètre d'épaisseur, dont la base est implantée à 275,1 m NGF. La cote de 280 m NGF avait été retenue pour son dimensionnement. Il est entouré d'un drain périphérique de pente 1% à 1,5% entre le sud-est et le nord-ouest de l'installation.

4.2.3. **Conformité de l'installation**

La conformité de l'installation repose notamment sur :

- la réalisation périodique du contrôle et de la maintenance préventive du réseau d'eaux pluviales (caniveaux, canalisations, regards, ouvrage de rétention à l'amont de l'installation, etc.),
- la réalisation périodique du contrôle et de la maintenance préventive du réseau de drainage du bâtiment « Procédé »,
- la réalisation périodique du contrôle de bon fonctionnement des reports d'alarmes des capteurs d'inondations et des pompes de relevage,
- les rondes effectuées permettant de détecter des risques d'infiltration d'eau éventuels en cas de fortes pluies.

4.3. **Evaluation des marges**

4.3.1. **Débordement du ravin de la Bête ou de l'un de ses affluents**

L'installation se situe à une distance significative du Ravin de la Bête et à une cote topographique de 282 m, soit à plus de 7 m de la cote fil d'eau pour la pluie centennale dans le vallon des Castelletts et du Ravin de la Bête.

4.3.2. **Collecte et évacuation des eaux de pluie et de ruissellement**

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. Mais les pentes de voirie limitent l'accumulation d'eau et les dispositions de conception des bâtiments (accès rehaussés, dos d'âne, pentes montantes, etc.) renforcent la protection de l'installation contre le risque d'entrée d'eau.

Dans l'hypothèse d'évacuations pluviales engorgées, des débordements sont possibles sur la voirie mais les eaux ruisselleraient préférentiellement vers le vallon des Castelletts.

4.3.3. **Dégradation d'ouvrages hydrauliques**

La cote maximale que l'eau pourrait atteindre en cas de rupture d'un barrage situé en amont de Cadarache, sur le Verdon ou la Durance, est de 265 m NGF (cas de rupture du barrage de Serre-Ponçon), ce qui est plus bas de plus de 13 m de la cote TN minimale de la plateforme de l'installation AGATE.

4.3.4. **Remontée de nappe**

Comme déjà mentionné, la valeur de 280 m NGF retenue pour le dimensionnement du dispositif drainant du bâtiment « Procédé », en comparaison de la valeur de 274 m NGF du niveau piézométrique de référence, permet de disposer d'une marge de plusieurs mètres au regard du risque de remontées de nappe.

4.4. **Conclusions relatives à l'aléa « Inondation externe »**

La présente analyse a montré que l'évacuation de l'eau de pluie se faisait gravitairement vers le vallon des Castelletts, et qu'il existe une marge confortable au regard du risque de remontées de nappe.

L'absence de bassin versant amont, les dispositions de conception et d'exploitation de l'installation permettent d'écarter tout risque d'effet falaise engendré par l'aléa « inondation externe » pour l'INB 171 AGATE.

5. AUTRES PHENOMENES NATURELS EXTREMES

5.1. Conditions météorologiques extrêmes liées à l'inondation

Les conditions météorologiques extrêmes liées à l'inondation sont :

- la grêle et les pluies extrêmes locales :

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

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

- les vents violents :

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

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

- la foudre :

la foudre pourrait être initiatrice de courts-circuits (dégradation d'équipements électriques), et donc de perte d'alimentation électrique, voire d'un départ de feu.

Les bâtiments nécessitant une protection vis-à-vis des effets de la foudre sont les suivants :

- ✓ le bâtiment « Procédé » qui abrite des équipements importants pour la protection et de la matière radioactive (niveau de protection I),
- ✓ le bâtiment « Utilités » qui abrite une source d'alimentation électrique des équipements important pour la protection EIS (niveau de protection IV),
- ✓ le bâtiment « Personnel » qui abrite le tableau de contrôle incendie (niveau IV).

Les dispositions de prévention vis-à-vis du risque foudre sont les suivantes :

- ✓ la mise en place d'une Installation Extérieure de Protection contre la Foudre :
 - des armatures en béton armé sont interconnectées entre elles et à la boucle en fond de fouille,
 - la faradisation des bâtiments (réalisée par l'interconnexion de la nappe des armatures métalliques de la terrasse et des voiles extérieurs avec un pas de soudage maximal de 5 m),
- ✓ la mise en place d'une Installation Intérieure de Protection contre la Foudre composée :
 - de la mise à la terre des conduites et des chemins de câbles métalliques à la pénétration des bâtiments,
 - de parafoudres à la pénétration des liaisons électriques courants forts dans les bâtiments lorsque cela est nécessaire.

En complément, les dispositions de limitation des conséquences relèvent essentiellement de consignes d'exploitation destinées à placer préventivement l'installation dans un état de fonctionnement présentant les meilleures garanties de résistance à l'agression. Ces états sont

prédéfinis pour être mis en œuvre, en heures ouvrables ou hors heures ouvrables, selon l'alerte déclenchée (avis d'orage, ...).

Il est à noter que la perte des alimentations électriques n'entraînerait pas de conséquences radiologiques supplémentaires (Cf. § 6).

En conclusion, du fait des dispositions précitées et de celles décrites au paragraphe 4.2.2, les conditions météorologiques extrêmes induisant une inondation ne génèrent pas de risques d'effet falaise.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Les cotes maximales atteintes seraient :

- de 254 m NGF si on considère la rupture du barrage de Sainte-Croix et des barrages aval tels que Quinson et Gréoux ; le temps d'arrivée du front d'onde serait de 1h50 min,
- de 250 m NGF si on ne considère uniquement que la rupture de Esparron/Gréoux ; le temps d'arrivée du front d'onde serait de 1h30 min.

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

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

5.2.1.2.1 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 7).

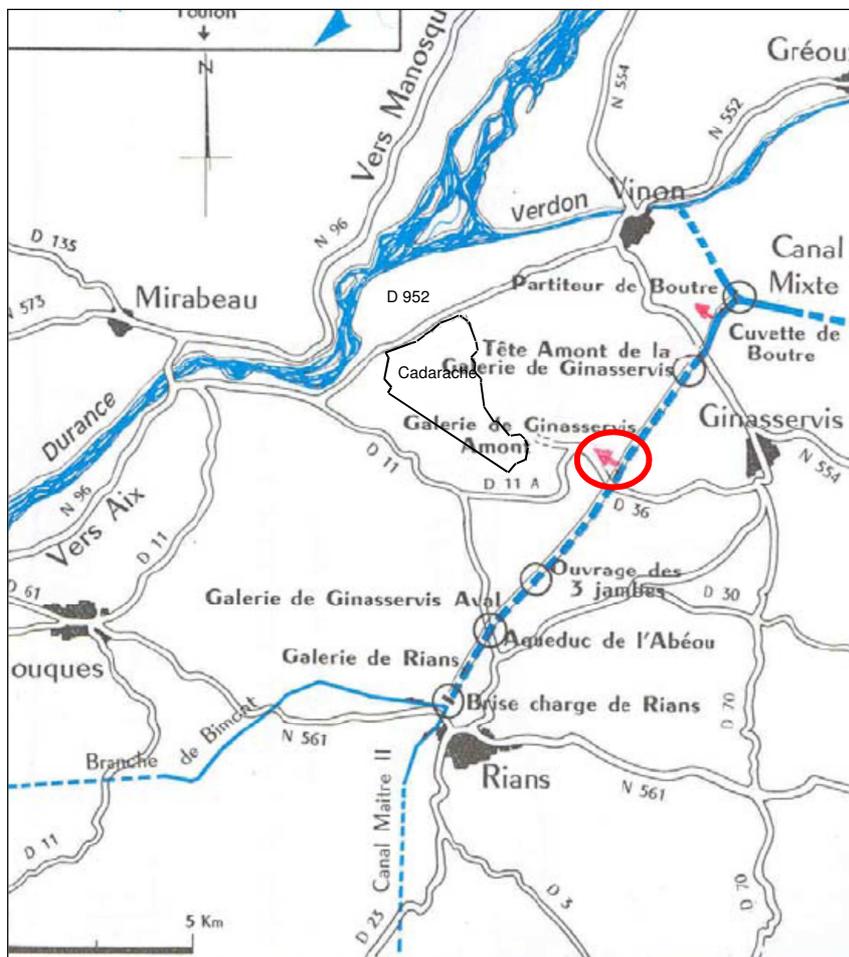


Figure 7 : Implantation du canal de Provence

Le profil en long de la galerie (cf. Figure 8) 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 cote 357 m NGF et le radier du puits est à la cote 347,60 m NGF (cf. Figure 8).

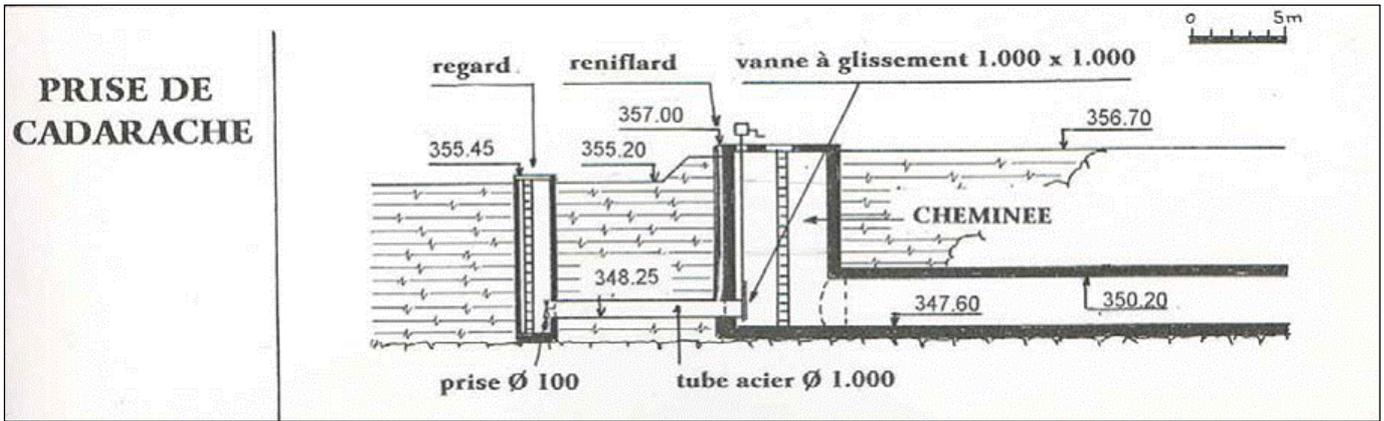


Figure 8 : Prise de Cadarache

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 cote 353,70 m NGF avec des berges à 354 m NGF en point haut (cf. Figure 9).

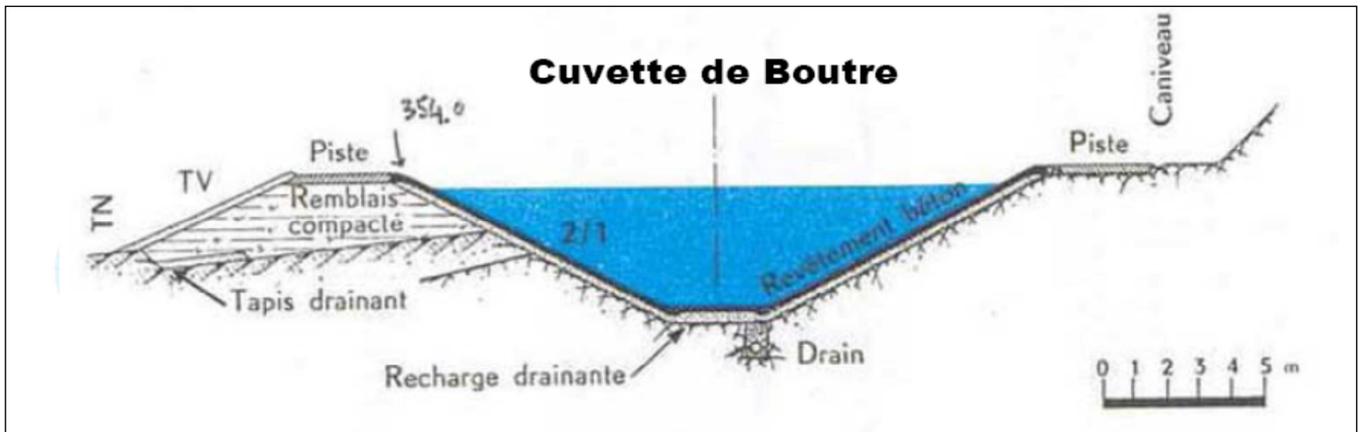


Figure 9 : Coupe de la cuvette de Boutre

La cote 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 cote 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 cote 353 m NGF de calcaires beiges. Le niveau piézométrique a été relevé, hors période pluvieuse, à la cote 343,7 m NGF.

5.2.1.2.2 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 10).

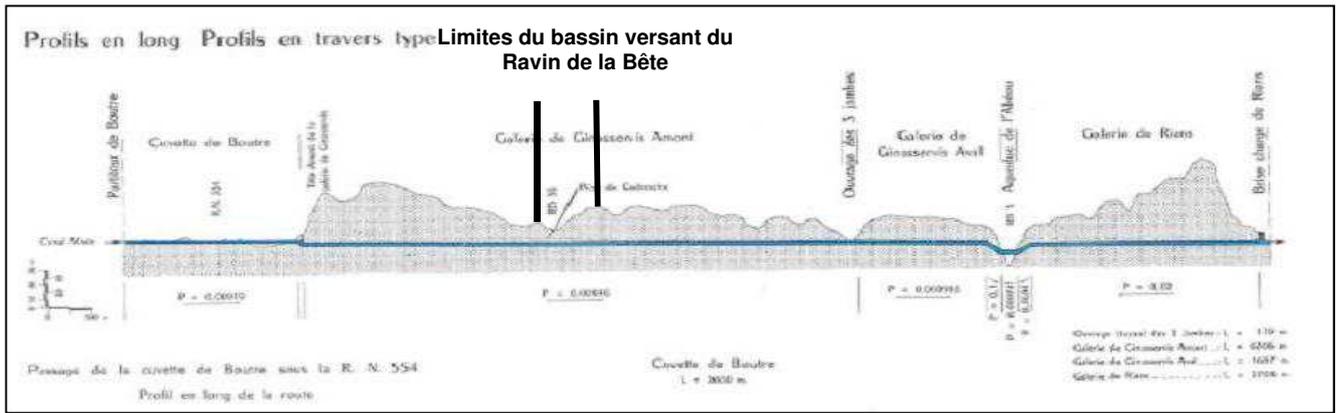


Figure 10 : Profil en long de la galerie de Rians SCP

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 11).

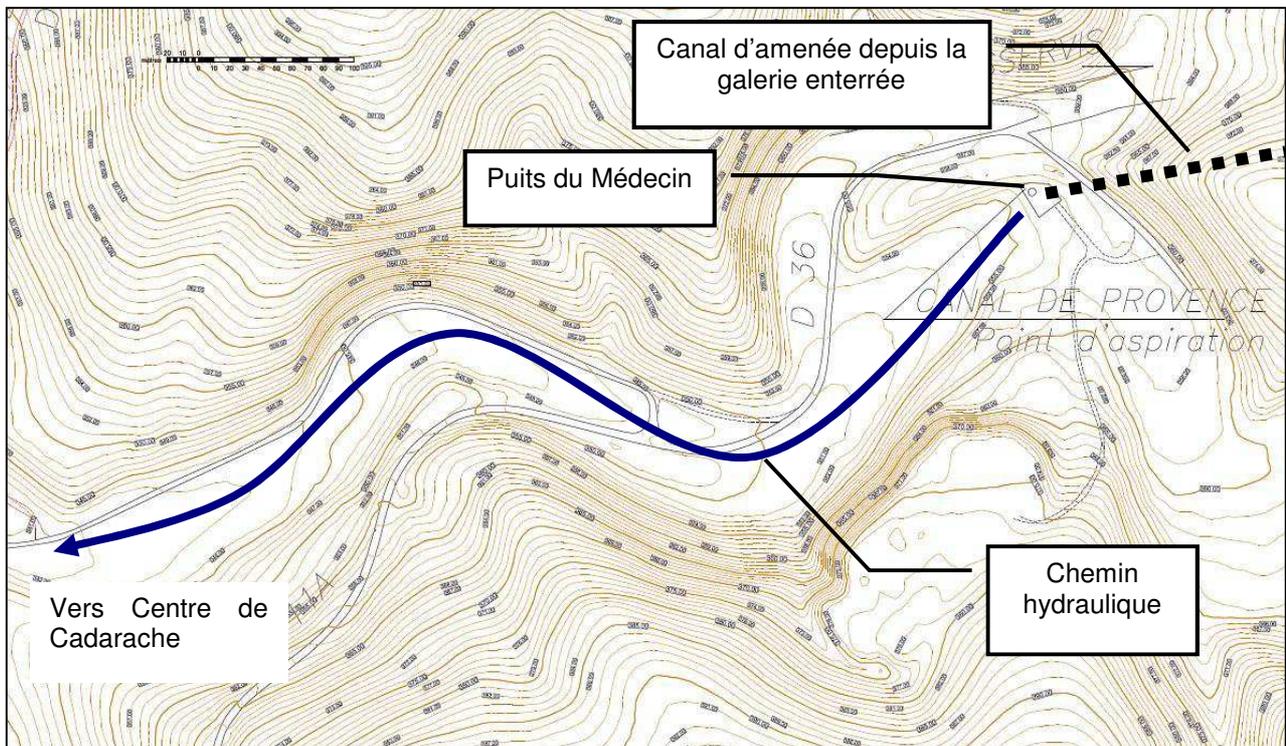


Figure 11 : Profil du bassin versant au niveau du puits du Médecin

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 cote 354 m NGF.

La mise en charge du canal d'alimentation de la galerie est donc limitée à cette cote, 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 cote 353 m NGF et la cote 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 cote du radier du puits (cf. Figure 12). 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.

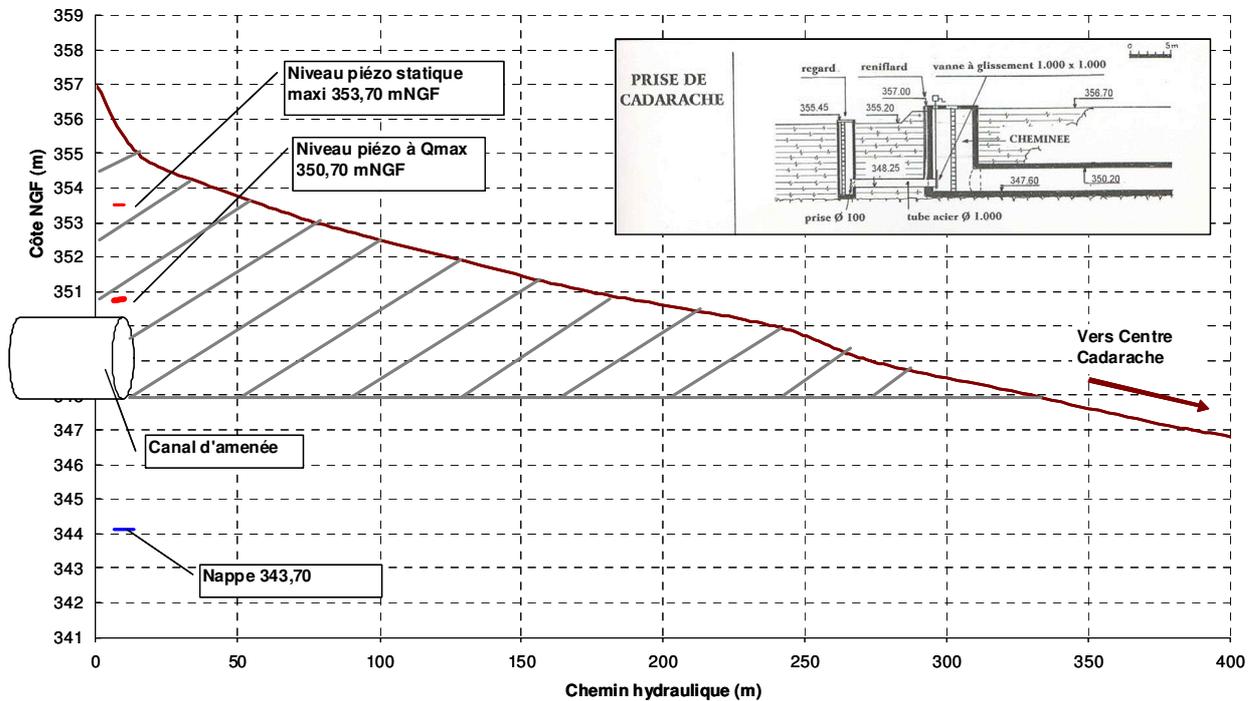


Figure 12 : Profil du terrain naturel le long du chemin hydraulique du vallon du ravin de la Bête à partir du puits du Médecin

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 :

- de garantir que les flux vers l'aquifère sont uniquement limités par ses propres capacités (perméabilité/porosité efficace),
- 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)
- de n'imposer aucune « perte de charge » ou « perméabilité » pour l'ouvrage du Médecin.

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

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

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

La Figure 13 montre les différentes lignes piézométriques en aval du poste du Médecin en fonction des différentes hypothèses retenues pour le gradient de la nappe (autour de 2% correspondant à la topographie locale) et du niveau de base au niveau du puits (343,70 m NGF +/- 2m).

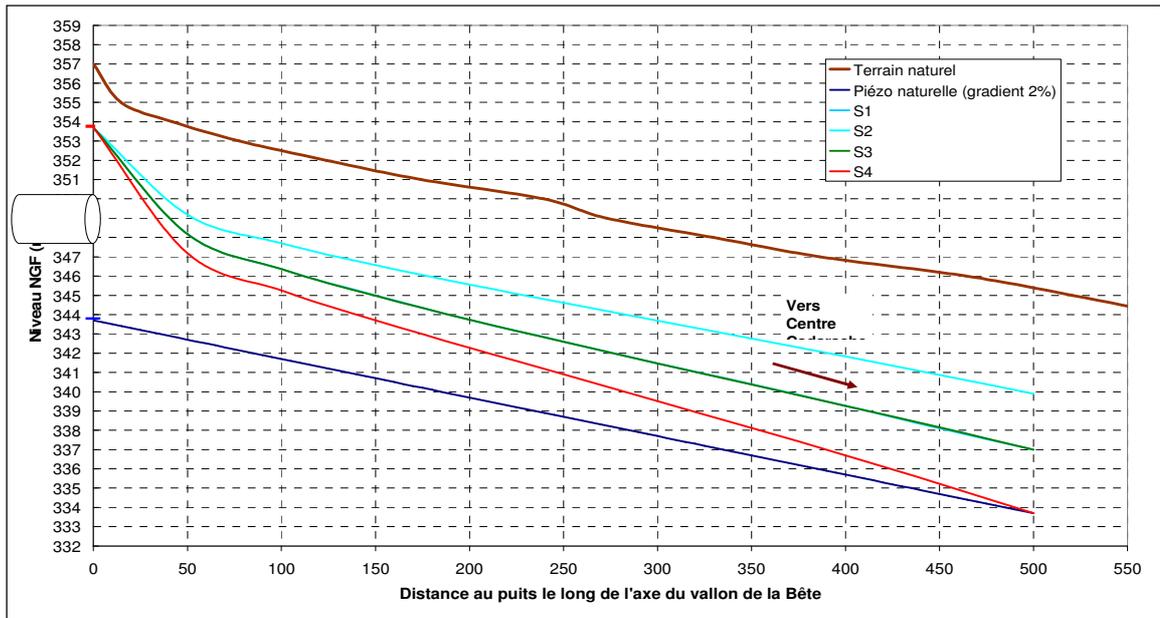


Figure 13 : Profil piézométrique calculé en aval du puits du Médecin (m)

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

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

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

Fuites par dégradation du puits :

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

Dans ce cas, les débits en jeu seraient limités aux débits de fuite des ouvrages entre les cotes 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 14) ; 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 14 : Canal de Boutre

De l'aqueduc de RIANNS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- ✓ 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.

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

5.2.3. ***Points faibles et effet falaise***

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

6. PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES

6.1. Architecture des alimentations électriques de l'INB 171

Les alimentations électriques de l'INB 171 proviennent :

- d'une source normale constituée de deux lignes de 15 kV à partir du réseau EDF via le poste de livraison/transformation 63 kV du Centre (alimentation externe),
- d'une source de premier secours constituée d'un Groupe Électrogène Fixe (GEF), qui permet d'alimenter les équipements importants pour la sûreté en cas de perte de la source normale,
- de sources dites permanentes constituées d'onduleurs et/ou de batteries/chargeurs permettant d'assurer une alimentation électrique permanente en cas de reprise par la source de premier secours (assurée par le GEF),
- de sources de deuxième secours constituées de Groupes Électrogènes Mobiles (GEM).

En fonctionnement normal, les liaisons 15 kV du centre alimentent en boucle deux transformateurs HT/BT TR1 et TR2 de 1250 kVA chacun, alimentant eux-mêmes les Tableaux Généraux Basse Tension (TGBT) normaux de l'installation TGBT1 et TGBT2 (bâtiment « Utilités »).

Le TGBT1 fournit l'énergie nécessaire à l'alimentation :

- de la chaudière vapeur située dans le bâtiment « Utilités »,
- du groupe froid N°1.

Le TGBT2 (éventuellement alimenté par le TGBT1 voir « Figure 15 ») fournit l'énergie nécessaire à l'alimentation :

- des ventilations des différents bâtiments,
- des auxiliaires des TGBT normaux,
- du tableau d'Installation Electrique Générale (IEG) des bâtiments,
- du groupe froid N°1,
- du tableau général permettant les alimentations des tableaux des équipements des différents équipements des Unités du bâtiment « Procédé »,
- du tableau général permettant les alimentations des tableaux des équipements des différents équipements des Unités des procédés,
- le jeu de barres secouru voies 1 et 2,
- le jeu de barres du TGBT « secours »,
- l'ascenseur de charges.

La source de premier secours est constitué d'un GEF de 450 kVA qui alimente automatiquement le jeu de barres secouru (TGBT secours situé dans le bâtiment « Utilité ») en cas de perte d'alimentation électrique normale (perte du TGBT2, du TR2 ou du réseau d'alimentation EDF). En fonctionnement normal, le TGBT secours est relié au TGBT2 normal et bascule en secours sur le GEF.

Le TGBT secours alimente deux jeux de barres distincts « secours » voie 1 et voie 2 physiquement indépendantes :

- jeu de barres voie 1 pour l'alimentation :
 - ✓ des systèmes de ventilation du bâtiment « Procédé » voie 1,
 - ✓ de l'onduleur du contrôle commande voie 1,
 - ✓ d'un chargeur batterie 48 V,

- jeu de barres voie 2 pour l'alimentation :
 - ✓ des systèmes de ventilation du bâtiment « Procédé » voie 2,
 - ✓ d'un chargeur batterie 48 V,
 - ✓ de l'onduleur du contrôle commande voie 2.

La capacité du GEF est adaptée à la puissance électrique nécessaire à la reprise de l'ensemble des équipements secourus durant au moins 72 h, grâce à sa réserve en carburant. Le délai de mise en œuvre du GEF après la perte du réseau normal est de quelques minutes.

En cas d'indisponibilité du GEF, un groupe électrogène mobile (GEM) est fourni par le CEA/Cadarache pour alimenter ces deux jeux de barres « secours ». Le délai de mise à disposition du GEM, est de 4 heures, entre la demande et l'état « en fonction » du groupe.

La source maintenue est composée de l'ensemble des moyens permanents (batteries, onduleurs), à savoir :

- deux onduleurs dédiés au contrôle commande (autonomie 1 h),
- d'un onduleur courant faible dédié à l'alimentation de la téléalarme, du réseau de sonorisation et des capteurs du système de protection (autonomie 4 h),
- d'un onduleur dédié à l'alimentation des systèmes de surveillance radiologique (autonomie 4 h),
- d'un onduleur informatique (autonomie 20 minutes),
- deux chargeurs/batteries pour les clapets coupe-feu (autonomie 4 h).

Il est à noter que la baie du Système de Sécurité Incendie (SSI) est également équipée de batteries (autonomie 12 h), ainsi que les Blocs Autonomes d'Eclairage de Sécurité (BAES), (autonomie 1 h).

La figure suivante illustre l'architecture générale des alimentations électriques.

INB 171 AGATE – EVALUATION COMPLEMENTAIRE DE LA SURETE

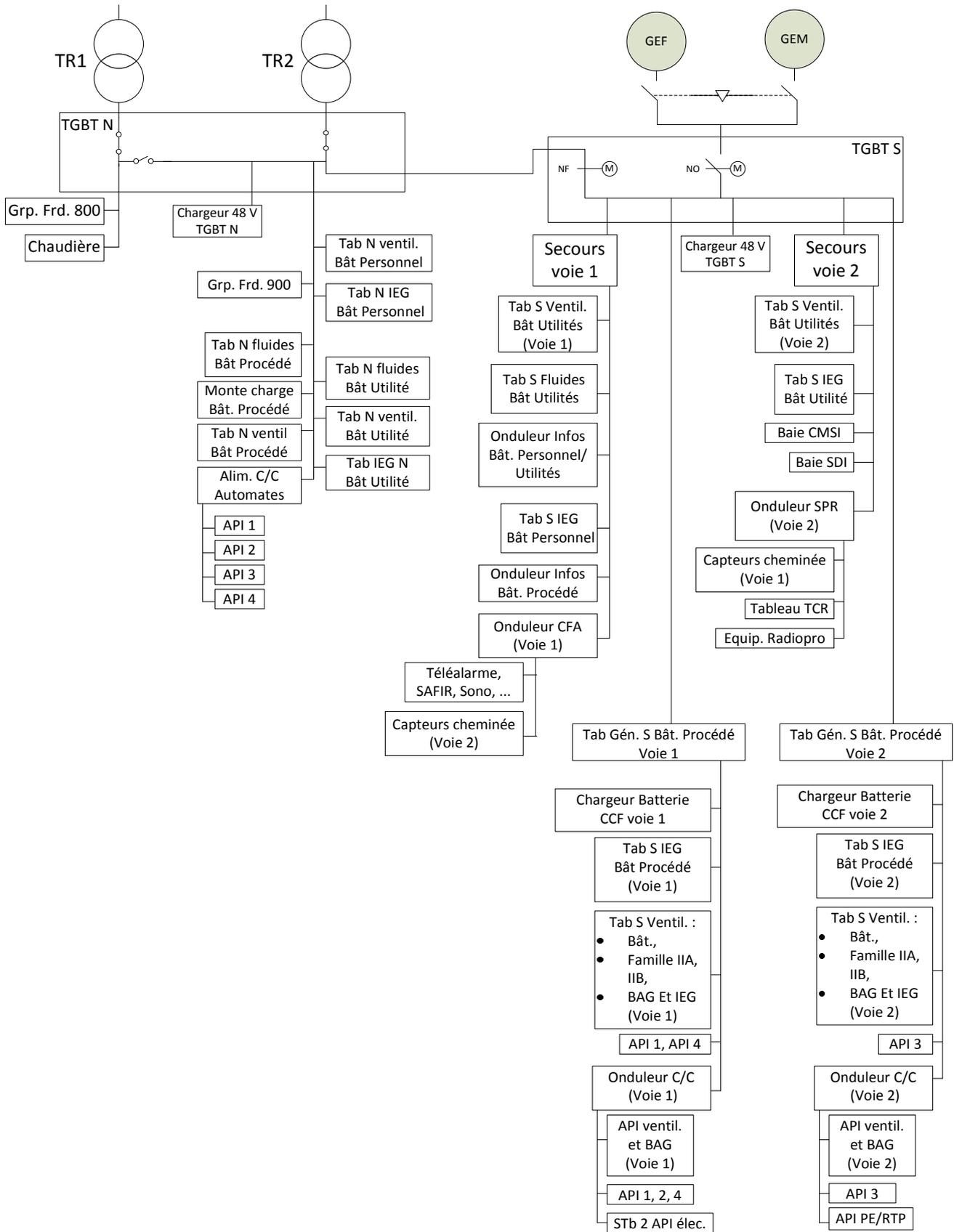


Figure 15 : Architecture des alimentations électriques de l'INB 171

6.2. Perte des alimentations électriques externes

En cas de perte totale de l'alimentation normale (perte des 2 arrivées 15 kV ou dysfonctionnement des 2 transformateurs 15kV), l'alimentation du jeu de barres secourue, situé dans le bâtiment HT/BT, est automatiquement reprise par le GEF de 450 kVA.

Le temps d'autonomie de 72 h du GEF est suffisant pour alimenter les équipements de l'installation qui permettent de maintenir l'état sûr de l'installation. Au-delà de son autonomie, une réalimentation en carburant du GEF est envisageable par un approvisionnement par camion-citerne dans le cadre des actions du Centre.

Par ailleurs, en cas de non démarrage ou perte du GEF, il est possible de raccorder un GEM. La source maintenue permet l'alimentation des équipements de sûreté, garantissant ainsi l'état sûr de l'installation le temps de connexion du GEM.

6.3. Perte des alimentations électriques externes et des alimentations internes

6.3.1. *Perte des alimentations électriques externes et des alimentations de secours*

En cas de perte simultanée de l'alimentation normale (alimentation électrique externe) et du GEF, les réseaux non-secourus et secourus de l'installation sont indisponibles.

Toutefois, la source maintenue reste disponible le temps de l'autonomie des batteries et assure une continuité de fonctionnement des équipements participant à la sûreté :

- la téléalarme,
- les équipements de radioprotection (surveillance rejets et exposition externe) et de téléalarme,
- la surveillance de l'émissaire de rejets,
- le contrôle-commande des équipements, permettant la mise en état sûr des Unités,
- les capteurs du système de protection,
- les clapets coupe-feu.

La perte des alimentations électriques externes et de secours entrainerait la perte du confinement dynamique du premier système de confinement assuré par les ventilations « Procédé » et « Boîte à Gant (BAG) » et du bâtiment « Procédé ».

Toute opération en cours serait stoppée et l'installation placée en état sûr (l'autonomie des batteries permettant aux actionneurs des Unités de rejoindre leur position de sécurité). Dans la situation où une séquence d'évaporation serait en cours, la perte de l'alimentation électrique normale entrainerait, en particulier, l'arrêt de la chaudière, et la séquence de chauffe. L'inertie thermique des systèmes de chauffe/refroidissement et ventilation, permettraient à l'évaporateur d'atteindre, dans tous les cas, un état final sans conséquence sur la sûreté de l'installation.

La surveillance de l'installation resterait opérationnelle pendant la mise en sécurité de l'installation, jusqu'à épuisement des batteries, et le confinement statique reste intègre (les Registres d'Isolément Motorisés (RIM) sont en position « fermé »).

La source secourue de l'installation pourrait toutefois être réalimentée dans un délai de 4 heures par le raccordement d'un GEM.

6.3.2. ***Perte totale des alimentations électriques***

En cas d'indisponibilité du GEF et non connexion d'un GEM dans les quatre heures après la perte des alimentations électriques externes, seule la baie de détection incendie serait en fonctionnement (autonomie de 12h).

L'autonomie des quatre premières heures permet de garantir une surveillance de l'installation pendant l'arrêt de toutes les opérations en cours et le passage en confinement statique du bâtiment « Procédé » (arrêt des systèmes de ventilation et fermeture des RIM).

Une durée importante sans réalimentation électrique (externe ou secours) aboutirait donc à la perte des fonctions de surveillance. Cependant, cette perte n'impliquerait pas d'aggravation de la situation car l'installation est déjà en état d'arrêt sûr.

Les Talkies-walkies disponibles dans l'installation seraient alors utilisés lors d'éventuelles interventions.

6.4. **Conclusion**

Les éléments décrits dans les paragraphes précédents permettent de conclure que **la perte partielle ou totale des alimentations électriques n'entraîne pas de risque d'effet falaise pour l'INB 171.**

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 Service D'Incendie et de Secours 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 Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) des régions concernées, il en ressort qu'aucune ICPE de ce type n'est présente dans un rayon de 10 km autour du centre.

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

Les risques externes sont dus essentiellement au transport de matières dangereuses sur les voies de communications alentours et plus précisément la route départementale D952 (ce risque n'étant pas à prendre en considération sur l'INB 171 du fait de l'éloignement de l'installation par rapport à la clôture du centre, et donc de la route départementale D952).

Dans le périmètre proche de l'INB 171, les installations implantées et susceptibles de présenter un risque sont les suivantes :

- l'INB 37 STEDS, dont la station de traitement des effluents sera remplacée à terme par l'INB 171,
- l'INB 156 CHICADE, laboratoire de recherche et développement sur les déchets nucléaires,
- l'INB 55 LECA STAR, en charge d'examens sur des éléments combustibles, et sur le traitement de combustibles irradiés,
- l'INB 56 Parc d'entreposage des déchets radioactifs / Tranchées,
- l'INB 164 CEDRA dans laquelle sont entreposés les colis de déchets MAVL dans l'attente de leur expédition vers le futur stockage en couche géologique profonde,
- l'ICPE GALAXIE, installation dédiée à l'étude des feux de sodium et son stockage,
- l'ICPE 312 qui assure la décontamination de matériels et qui comprend la laverie du Centre,
- l'ICPE 801 La Rotonde qui assure le regroupement, le contrôle et l'expédition des déchets radioactifs vers les sites de stockage de l'ANDRA,
- la chaufferie du centre.

Le sodium métallique contaminé contenu dans 3 réservoirs étanches inertés est sous forme solide (ICPE GALAXIE). Par conséquent, lors d'une éventuelle rupture de confinement, ce sodium n'est pas susceptible de se répandre sous forme de poussières ou d'aérosols et n'est donc pas considéré comme mobilisable.

Par ailleurs, l'ECS réalisée sur l'INB 55 a identifié un risque d'effet falaise dû à un effondrement de la nef et des cellules de l'installation suivi d'un incendie et pouvant conduire à une dissémination de matières radioactives dans l'environnement supérieure à celle prise en compte dans le PUI, suite à la dégradation de barrière(s) de confinement. Les conditions d'intervention éventuelle sur l'INB 171 seraient adaptées aux conséquences de cet accident. La gestion de crise serait alors prise en charge par le centre conformément aux dispositions présentées dans le chapitre 7 de l'Evaluation Complémentaire de Sûreté du site de Cadarache.

Les risques induits par les autres installations environnantes sont des risques radiologiques (exposition externe, dissémination de matières nucléaires) dont les conséquences n'auraient pas d'effet notable sur l'INB 171.

Aucune disposition particulière, en dehors de celles déjà prévues dans le cadre de la gestion de crise au niveau du Centre, n'est donc à prendre en compte pour l'INB 171 en cas d'accident sur les installations voisines.

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 locaux avec les chefs de départements ou d'établissements des filiales implantés.

Pour cela il est assisté :

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

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

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

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

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

7.1.3. **Organisation en cas de crise**

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

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

- la Cellule de Communication Locale qui est chargée de préparer la communication autour de la crise destinée au public et aux médias locaux,
- la Cellule de Presse Locale qui est chargée de réaliser l'information du public et des médias locaux,
- le Poste de Commandement Local (PCL) placé dans ou à proximité de l'installation sinistrée, est chargé d'assurer les fonctions de conduite et de sauvegarde de l'installation.

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

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

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

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

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

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

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

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

En dehors des heures ouvrables, l'INB 171 dispose d'une personne en permanence sur site et une personne d'astreinte à domicile qui répondent aux sollicitations du PC Sécurité et peuvent être appelées à intervenir sur l'installation.

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

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

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

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

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

- la gendarmerie, le SDIS.

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

7.1.4.3 Alerte relative à l'environnement proche du site

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

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

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

7.1.5. Exercices et formations

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

7.1.5.1 Exercices particuliers dans les installations

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

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

Ces exercices permettent de contrôler :

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

7.1.5.2 Exercices généraux

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

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

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

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

7.1.5.3 Formation du personnel à la sécurité

La formation du personnel à la sécurité comprend plusieurs volets :

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

Chaque année, une à deux sessions sont organisées pour le recyclage de l'ELPS, orientées en particulier sur l'utilisation des 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 d'une réserve de fuel après séisme d'environ 540 m³ destinée au fonctionnement des groupes électrogènes.

Pour gérer la perte des alimentations électriques, l'INB 171 dispose d'un GEF et de prises de raccordement de GEM (cf. § 6.1).

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 d'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 créé par le Directeur ou son représentant :

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

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

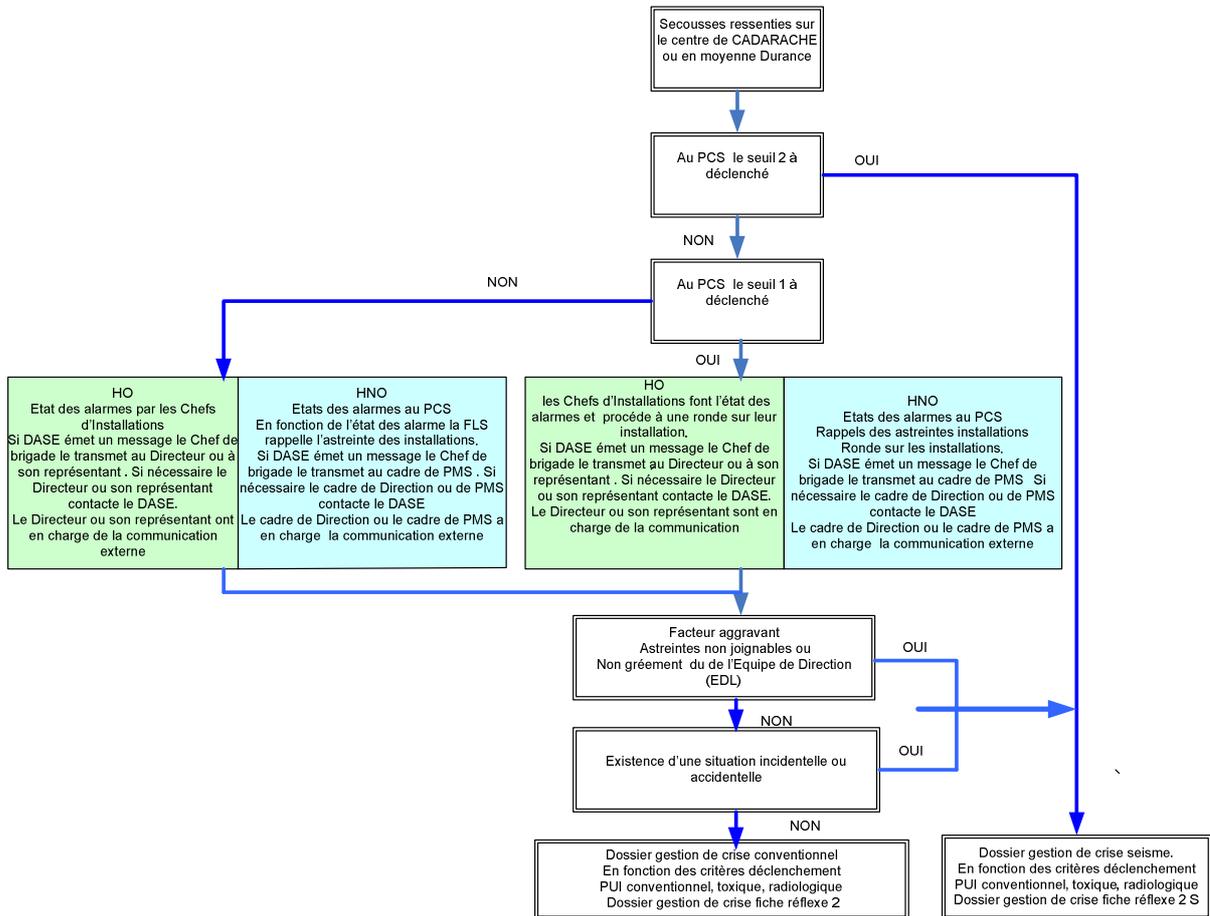


Figure 16 : Modalités de déclenchement de la gestion de crise séisme

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 FARN du CEA,
 - ✓ les moyens d'intervention spécifiques du GIE INTRA (Groupement d'Intérêt Economique « INTERvention Robotique sur Accident »).

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

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

En complément sur l'INB 171, une note d'organisation ainsi que des fiches réflexes associées sont mises en place afin de définir des actions à mettre en œuvre dans le cas de l'organisation de crise.

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 trois types de prestations auxquels l'exploitant de l'INB 171 peut recourir en faisant appel à des entreprises extérieures :

- les prestations globales du Centre réalisées par des entreprises extérieures dont les contrats sont gérés par les unités support du Centre de Cadarache (ex. : contrats électromécaniques, équipements de radioprotection, équipements de téléalarme, ...),
- les prestations relatives à l'exploitation et la maintenance des procédés présents sur l'installation avec un Opérateur Industriel,
- les prestations passées dans le domaine de l'assistance en sûreté, sécurités, contrôles périodiques et maintenance.

Certaines compétences propres à l'exploitation de l'installation ne sont pas sous-traitées (ex. : maîtrise de la gestion des activités d'exploitation au regard de la sûreté et de la sécurité, ...).

8.2. Modalités de choix des prestataires

L'arrêté du 7 février 2012 prévoit, dans le chapitre II du titre II, des dispositions en matière de surveillance des intervenants extérieurs et notamment des prestataires. Pour les activités importantes pour la protection exercées par les prestataires, l'exploitant veille à ce que les contrats incluent la notification à ces prestataires des dispositions permettant l'application de cet arrêté.

L'exploitant (avec une assistance éventuelle) exerce 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 surveillance exercée sur les prestataires commence 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 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.

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.

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

Dans le cadre de l'exploitation et de la maintenance des procédés par un Opérateur Industriel, l'exploitant de l'INB 171 est le garant des opérations réalisées par ce dernier.

A ce titre, il se doit de s'assurer du respect des conditions de sécurité, du respect du référentiel de sûreté lors des opérations d'exploitation et de maintenance, du respect et de la mise à jour du référentiel documentaire et de l'atteinte des résultats attendus et du respect des exigences contractuelles.

Conformément à l'arrêté du 7 février 2012, un plan de surveillance formalise les modalités des contrôles par l'exploitant nucléaire CEA des prestations réalisées par un Opérateur Industriel dans le cadre de la sous-traitance de l'exploitation et de la maintenance des procédés de l'INB 171.

9. **SYNTHESE**

A la demande de l'ASN, le CEA a mené une évaluation complémentaire de la sûreté de l'INB 171 AGATE, 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.

9.1. **Bilan de l'évaluation complémentaire de la sûreté**

Les situations examinées dans le cadre de l'Evaluation Complémentaire de Sûreté (séisme, inondation externe, autres phénomènes naturels extrêmes, perte des alimentations électriques) ne conduisent pas à l'identification de risque d'effet falaise.

9.2. **Séisme**

L'analyse du comportement sismique des bâtiments « Procédé », qui héberge les matières radioactives et chimiques a été effectuée en considérant les SMS et le paléoséisme définis selon la RFS n° 2001-01 (spectre de dimensionnement). La valeur maximale du niveau de séisme pour lequel les exigences de comportement de ce bâtiment restent assurées est évaluée à une valeur d'au moins 1,8 fois le niveau de dimensionnement. Par ailleurs, il a été vérifié l'absence d'interaction du bâtiment « Vestiaires » avec ce bâtiment. Ces éléments permettent de conclure à l'absence de risque d'effet falaise.

Pour les équipements principaux du bâtiment « Procédé », des marges d'un facteur d'au moins 1,5 ont été identifiées, permettant aussi de conclure à l'absence de risque d'effet falaise.

9.3. **Inondation externe**

La configuration des bâtiments et la topographie du terrain de l'INB 171 permettent d'écarter tout risque d'effet falaise en regard du risque d'inondation d'origine externe.

9.4. **Autres phénomènes naturels extrêmes**

Les phénomènes naturels de type grêle, pluies extrêmes locales, vents violents et foudre ne conduisent pas à un risque d'effet falaise sur l'INB 171.

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

9.5. **Perte des alimentations électriques**

La perte des alimentations électriques ne conduirait pas à un risque d'effet falaise sur l'INB 171.

9.6. **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.

9.7. **Conclusion**

Compte tenu de l'absence d'effet falaise identifié, il n'est pas nécessaire de mettre en place de dispositions complémentaires, ni de noyau dur spécifique à l'INB 171.