



**Direction des déchets,
des installations de recherche et du cycle**

Réf. : CODEP-DRC-2014-025224

Montrouge, le 14 novembre 2014

**Rapport à l'attention de
Madame la Ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie**

**POURSUITE DU FONCTIONNEMENT DES INB N^{os} 42 ET 95, DENOMMEES REACTEURS EOLE ET
MINERVE, IMPLANTEES SUR LE SITE DU CEA SITUE SUR LE TERRITOIRE DE LA COMMUNE DE SAINT-
PAUL-LEZ-DURANCE (BOUCHES-DU-RHONE) APRES LEUR DEUXIEME REEXAMEN DE SURETE**

SOMMAIRE

1. REFERENCES	3
2. CADRE REGLEMENTAIRE DU DOSSIER.....	3
3. PRISE EN COMPTE DU RETOUR D'EXPERIENCE DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA	4
3.1 EVALUATIONS COMPLEMENTAIRES DE SÛRETE	4
3.2 LA POURSUITE D'EXPLOITATION A LA LUMIERE DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA	4
4. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES INB NOS 42 ET 95	4
4.1 LE REACTEUR EOLE	4
4.2 LE REACTEUR MINERVE	5
5. ANALYSE DU DOSSIER DE REEXAMEN DE SURETE	5
5.1 APPRECIATION GLOBALE DU DOSSIER	5
5.2 ANALYSE DU RISQUE SISMIQUE	5
5.3 SURETE DE FONCTIONNEMENT DES REACTEURS	6
5.4 SURETE DES MANUTENTIONS.....	6
5.5 SURETE DES ENTREPOSAGES – GESTION DU RISQUE DE CRITICITE.....	7
5.6 AGRESSIONS INTERNES	7
5.7 AGRESSIONS EXTERNES AUTRES QUE SISMIQUES	7
5.8 CONFINEMENT A L'EGARD DE L'ENVIRONNEMENT.....	7
5.9 RADIOPROTECTION	8
5.10 FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS.....	8
5.11 POSTE DE REPLI	8
6. CONCLUSION SUR LA POURSUITE DU FONCTIONNEMENT.....	8

1. REFERENCES

- [1] Lettre CEA/MR/DPSN/2010/011 du 4 février 2010 ;
- [2] Rapport IRSN n° 2011-7 du 21 septembre 2011 ;
- [3] Lettre ASN CODEP-MEA-2011-057714 du 22 novembre 2011 ;
- [4] Lettre CEA/DEN/CAD/DIR/CSN DO 643 du 12 octobre 2011 ;
- [5] Lettre ASN CODEP-DRC-2013-002184 du 26 juillet 2013 ;
- [6] Décision ASN n° 2011-DC-0224 du 5 mai 2011 ;
- [7] Décision ASN n° 2013-DC-0382 du 21 novembre 2013 ;
- [8] Décret du 23 juin 1965 autorisant la création par le Commissariat à l'énergie atomique d'un réacteur nucléaire au centre d'études nucléaires de Cadarache dénommé EOLE ;
- [9] Décret n° 77-1072 du 21 septembre 1977 autorisant le transfert du réacteur MINERVE, exploité par le Commissariat à l'énergie atomique, du centre d'étude nucléaire de Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) au centre d'études nucléaires de Cadarache (Bouches-du-Rhône) ;
- [10] Lettre CEA/DEN/CAD/DIR/CSN DO 287 du 26 avril 2012 ;
- [11] Lettre CEA/DEN/CAD/DIR/CSN DO 528 du 3 août 2012 ;
- [12] Lettre CEA/DEN/CAD/DIR/CSN DO 854 du 18 décembre 2013 ;
- [13] Décision n° 2014-DC-0466 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 30 octobre 2014 relative au deuxième réexamen de sûreté des INB n°s 42 et 95, dénommées EOLE et MINERVE et exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives dans son centre de Cadarache (Bouches-du-Rhône)

2. CADRE REGLEMENTAIRE DU DOSSIER

L'ASN exerce un contrôle régulier de l'ensemble des installations nucléaires de base. Ainsi les INB n°s 42 et 95 font régulièrement l'objet d'inspections. En outre, les écarts déclarés par l'exploitant sont analysés par l'ASN, ainsi que les actions prises pour les corriger et éviter qu'ils ne puissent se reproduire. En complément de ce contrôle continu, l'exploitant est tenu de réexaminer tous les dix ans la sûreté de son installation¹.

Ce réexamen de sûreté a pour but, d'une part, d'examiner en profondeur la situation de l'installation afin de vérifier qu'elle respecte bien l'ensemble des règles qui lui sont applicables et, d'autre part, d'améliorer son niveau de sûreté en tenant compte de l'évolution des exigences, des pratiques et des connaissances en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection et en prenant en compte le retour d'expérience national et international.

A l'issue de ce réexamen de sûreté, l'exploitant doit fournir un dossier à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et aux ministres chargés de la sûreté nucléaire. Ce dossier présente les conclusions du réexamen mené, les dispositions que l'exploitant envisage de prendre pour remédier aux anomalies constatées ou pour améliorer la sûreté de l'installation et la justification de l'aptitude de l'installation à fonctionner jusqu'au prochain réexamen de sûreté dans des conditions satisfaisantes.

Le CEA a adressé à l'ASN en février 2010, par courrier en référence [1], un dossier relatif au deuxième réexamen de sûreté des INB n°s 42 et 95, situées sur le centre CEA de Cadarache et constituées des réacteurs expérimentaux EOLE et MINERVE. Toutefois, ce dossier n'était pas conforme aux exigences de la réglementation² puisqu'il ne présentait pas la stratégie de renforcement sismique de l'installation.

¹ Article L. 593-18 du code de l'environnement

² Article L. 593-19 du code de l'environnement

Ce dossier a fait l'objet d'une instruction puis d'un avis de l'IRSN [2] et par le groupe permanent d'experts en charge des réacteurs (GPR). Ce GPR s'est réuni le 28 septembre 2011 pour rendre un avis [3] sur la poursuite du fonctionnement du réacteur compte tenu des conclusions issues de l'analyse du dossier de réexamen de sûreté. Le CEA a présenté les engagements, et les échéances associées, qu'il a pris au cours de l'instruction [4]. Compte tenu de l'ensemble de ces éléments et de son instruction, l'ASN a communiqué au CEA les conclusions de son analyse du dossier du deuxième réexamen de sûreté [5].

Le présent rapport constitue l'analyse par l'ASN, conformément à l'article L.593-19 du code de l'environnement, des conclusions du deuxième réexamen de sûreté des INB n^{os} 42 et 95.

3. PRISE EN COMPTE DU RETOUR D'EXPERIENCE DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA

3.1 EVALUATIONS COMPLEMENTAIRES DE SÛRETE

L'ASN considère qu'il est fondamental de tirer les leçons de l'accident de Fukushima, comme cela a été le cas notamment après ceux de Three Mile Island et de Tchernobyl. Le retour d'expérience approfondi sera un processus long, s'étalant sur plusieurs années.

La décision du 5 mai 2011 [6] propose des échéances adaptées au niveau d'enjeu des installations pour la réalisation d'évaluations complémentaires de sûreté. Pour les INB n^{os} 42 et 95, cette évaluation devra être remise à l'occasion du prochain réexamen de sûreté conformément à la décision du 21 novembre 2013 [7].

L'évaluation complémentaire de sûreté doit consister en une réévaluation ciblée des marges de sûreté des installations nucléaires à la lumière des événements qui ont eu lieu à Fukushima, à savoir des phénomènes naturels extrêmes mettant à l'épreuve les fonctions de sûreté des installations et conduisant à un accident grave. Trois aspects principaux doivent être inclus dans cette évaluation :

- les dispositions prises en compte dans le dimensionnement de l'installation et la conformité de l'installation aux exigences de conception qui lui sont applicables ;
- la robustesse de l'installation au-delà de ce pour quoi elle est dimensionnée ; l'exploitant identifiera les situations conduisant à une brusque dégradation des séquences accidentelles et présentera les mesures permettant de les éviter ;
- toute possibilité de modification susceptible d'améliorer le niveau de sûreté de l'installation.

3.2 LA POURSUITE D'EXPLOITATION A LA LUMIERE DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA

Le présent rapport n'est fondé que sur les conclusions du réexamen de sûreté. Il est rendu sans préjudice des conclusions à venir des évaluations complémentaires de sûreté.

4. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES INB NOS 42 ET 95

Les INB n^{os} 42 et 95 (EOLE et MINERVE), implantées sur le centre de Cadarache situé sur la commune de Saint-Paul-lez-Durance (Bouches-du-Rhône) sont des réacteurs expérimentaux de type « maquette critique ».

La première divergence du réacteur EOLE a été autorisée en 1965 par décret en référence [8]. Celle du réacteur MINERVE a eu lieu en 1959 sur le site de Fontenay-aux Roses puis en 1977 sur le site de Cadarache après autorisation de transfert de l'installation délivrée par décret en référence [9].

Aujourd'hui, ces deux réacteurs sont tous deux implantées dans le même bâtiment dénommé bâtiment 232.

4.1 LE REACTEUR EOLE

L'INB n^o 42 (EOLE) est principalement destinée à l'étude neutronique des réseaux modérés, en particulier ceux des Réacteurs à Eau sous Pression (REP) et à Eau Bouillante (REB). La puissance thermique maximale fixée par le décret d'autorisation de création est de 10kW. L'installation est constituée d'un bloc pile, avec une protection biologique, qui contient des cuves renfermant les coeurs expérimentaux. Le modérateur est de l'eau légère qui circule à température régulée, par l'intermédiaire d'une thermostation, avec la possibilité d'adjonction de bore.

Le coeur est contrôlé par un système de quatre barres de contrôle, le niveau de flux étant régulé par une barre de pilotage.

4.2 LE REACTEUR MINERVE

L'INB n° 95 (MINERVE) est destinée essentiellement à l'évaluation de données nucléaires de base. Les conditions de fonctionnement actuellement fixées correspondent à une puissance thermique de 100W. Il s'agit d'un réacteur de type piscine dont le refroidissement s'effectue par convection naturelle, le coeur étant immergé sous deux mètres d'eau. Il comprend une zone nourricière constituée d'éléments à plaques d'uranium enrichi entourant une zone expérimentale dont la composition est très variable. Ses expériences consistent principalement à faire osciller, dans les massifs expérimentaux, des échantillons inertes ou fissiles dopés en actinides (uranium, plutonium, américium, curium) ou en poison neutronique pour la validation de données neutroniques de base (sections efficaces).

5. ANALYSE DU DOSSIER DE REEXAMEN DE SURETE

5.1 APPRECIATION GLOBALE DU DOSSIER

L'ASN souligne que le CEA n'a initialement réalisé ce réexamen de sûreté que de manière partielle en retenant l'hypothèse d'un arrêt définitif des installations au plus tard en 2019. Cette pratique s'est traduite par une transmission tardive de l'étude du comportement sismique des installations et par des propositions de renforcement à un niveau d'exigence limité.

La réalisation d'un réexamen de sûreté partiel par le CEA n'est pas une pratique satisfaisante.

Pour les autres aspects, l'examen a été mené de manière globalement satisfaisante. Il convient de souligner le travail important effectué vis-à-vis du risque de criticité qui a conduit à la refonte complète de l'analyse de sûreté-criticité des entreposages.

5.2 ANALYSE DU RISQUE SISMIQUE

Le CEA a complété son dossier de réexamen de sûreté initial et transmis, après demandes de l'ASN, les éléments décrivant sa stratégie de renforcement des installations à l'égard du risque sismique [10, 11]. Le CEA a proposé une stratégie reposant sur un arrêt programmé en 2019 et un renforcement au niveau d'un séisme majoré historiquement vraisemblable (SMHV) et à proposer les renforcements en conséquence. Il a ensuite transmis les éléments justifiant cette stratégie de confortement partiel et examiné enfin la tenue des installations au séisme majoré de sécurité (SMS) une fois ces travaux achevés.

Il est important de rappeler que la stratégie globale de renforcement de ces installations n'a pas pu être examinée par le GPR, dans la mesure où les pièces justificatives n'ont pas été présentées au 28 septembre 2011.

Le CEA a évalué par ailleurs, pour répondre à une autre demande de l'ASN faite au cours de l'instruction, les conséquences radiologiques en cas de SMS et les a estimées à 2,3 mSv en dose efficace au groupe de référence (village de St Paul Lès-Durance). Cette estimation met également en évidence que l'essentiel des conséquences radiologiques est associé aux matières radioactives entreposées dans des locaux du sous-sol du bâtiment 232 et pour lesquelles il n'est pas prévu d'usage dans les programmes expérimentaux à venir.

L'ensemble de ces éléments a fait l'objet d'une instruction. Les conclusions de cette analyse mettent en évidence que les renforcements proposés par le CEA, notamment en ce qui concerne le génie civil, permettent d'atteindre la tenue au SMHV mais ne permettent pas d'obtenir d'amélioration significative vis-à-vis du SMS.

La durée des travaux de consolidation correspondants au SMHV est estimée par le CEA à deux ans et leur réalisation est conditionnée à l'arrêt temporaire des réacteurs. Par ailleurs, compte-tenu des délais de contractualisation des marchés public et de la priorité donnée par le CEA à la réalisation du programme FLUOLE 2, le début des travaux n'est pas prévu avant 2016, ce qui conduirait à une reprise des activités des réacteurs pour une durée inférieure à deux ans afin de respecter l'arrêt définitif à la fin 2019. Leur exécution pourrait être, dans ces conditions, compromise si elle n'est pas prescrite.

Les propositions de renforcement du CEA, qui interviennent près de quatre ans après la remise du réexamen de sûreté partiel, se résument à atteindre à l'horizon 2017, la tenue des installations au SHMV alors que l'exigence à respecter est la tenue au SMS³.

Compte tenu du niveau limité des renforcements proposé, des incertitudes associées à l'échéancier de réalisation et des conséquences radiologiques en cas de SMS, l'ASN n'est pas favorable, sur le principe, à une poursuite du fonctionnement des installations EOLE et MINERVE jusqu'en 2019 si elle n'est pas associée à une garantie de renforcement au niveau SMHV avant 2017. Par ailleurs, l'ASN considère qu'une éventuelle poursuite de fonctionnement des réacteurs au-delà de 2019 est à considérer comme un fonctionnement pérenne de l'installation et demande par conséquent une tenue au SMS à cette échéance.

L'ASN a, par conséquent, imposé que les réacteurs fonctionnent au 31 décembre 2017, dans une installation convenablement dimensionné pour résister au SMHV. Dans le cas où ce niveau serait atteint à cette échéance, l'ASN conditionne la poursuite éventuelle du fonctionnement des réacteurs au-delà de 2019 à l'obligation de la tenue au SMS des installations.

L'ASN estime que ces mesures ne sont envisageables que si elles sont accompagnées d'une réduction de l'inventaire des matières pour lesquelles il n'est pas prévu d'usage dans les programmes expérimentaux à venir.

Ces demandes font partie des prescriptions définies en annexe à la décision de l'ASN du 30 octobre 2014 [13].

5.3 SURETE DE FONCTIONNEMENT DES REACTEURS

En ce qui concerne la sûreté de fonctionnement des réacteurs, l'ASN considère que les conditions d'exploitation sont satisfaisantes quant aux risques pour l'environnement et à la sûreté du personnel.

L'ASN rappelle que les réacteurs EOLE et MINERVE ne nécessitent pas de systèmes particuliers pour l'évacuation de la puissance résiduelle, celle-ci s'effectuant de manière passive par perte thermique.

Bien que la mise en œuvre pratique de l'analyse par condition de fonctionnement réalisée par l'exploitant soit perfectible, l'ASN souligne que celle-ci a permis de conforter les scénarios enveloppes d'insertion de réactivité identifiés lors du précédent réexamen, ce qui est satisfaisant.

L'ASN note que l'exploitant a étudié pour chaque réacteur un accident d'injection de réactivité en considérant la défaillance de l'arrêt d'urgence, ce qui est satisfaisant. Il ressort de l'analyse qu'aucun des scénarios d'insertion de réactivité ne conduit à des conséquences sur les réacteurs. Néanmoins, pour conforter ces résultats, l'exploitant s'est engagé à justifier les valeurs de contre-réactions neutroniques retenues pour l'analyse des scénarios avec défaillance de l'arrêt d'urgence.

Enfin, l'ASN estime que l'exploitant devra démontrer qu'un défaut au niveau d'une alimentation commune des deux voies redondantes du système de protection des réacteurs ne conduit pas à sa perte totale. Ceci fait l'objet d'une demande de l'ASN.

5.4 SURETE DES MANUTENTIONS

A propos de la sûreté des manutentions, il apparaît que la démonstration de fiabilité des ponts roulants 2 tonnes et 20 tonnes utilisés pour la manutention de combustible nucléaire présentait des lacunes. A cet égard, l'ASN note que l'exploitant s'est engagé à mettre en conformité les deux ponts roulants de l'installation et à remplacer la ligne de levage du pont de 20 tonnes. Ces actions ont été traitées.

³ conformément au guide ASN 2/01 du 26 mai 2005 qui précise que pour toute installation nucléaire de base pérenne, « *le dimensionnement [...] est réalisé pour des sollicitations sismiques enveloppes de celles induites, d'une part, par les mouvements sismiques associés aux SMS et aux paléoséismes considérés d'autre part de celle résultant du spectre minimal forfaitaire de dimensionnement.* »

Concernant le pont roulant 2 tonnes, l'exploitant s'est engagé à réaliser des contrôles spécifiques des pièces jugées critiques. Il a donc transmis, par courrier en référence [12], un plan d'action concernant la fiabilisation de ce pont roulant.

Enfin, des non-conformités faisant suite à un défaut de suivi en service ont été mises en évidence en 2009 sur les deux ponts lors des contrôles réalisés dans le cadre du réexamen. L'exploitant s'était engagé à traiter ces non-conformités et à définir un programme de suivi en service adapté tenant compte de ces non-conformités. Elles ont été traitées et le CEA a depuis transmis un programme de suivi en service des deux ponts.

5.5 SURETE DES ENTREPOSAGES – GESTION DU RISQUE DE CRITICITE

S'agissant de la gestion du risque de criticité, l'ASN note que les dispositions pratiques de prévention du risque de criticité lié aux entreposages et aux transferts de matières ont été redéfinies au cours de l'instruction, en cohérence avec les résultats des analyses réalisées dans le cadre du réexamen.

En particulier, l'exploitant a proposé dans ce cadre une nouvelle consigne générale de criticité visant à définir les dispositions pratiques de gestion du risque sur l'installation qui vise également à répondre aux différents constats formulés par l'ASN en inspection.

En outre, l'exploitant a complété son analyse de sûreté-criticité afin de prendre en compte les risques de chute lors des manutentions de matières.

Enfin, une attention particulière a été portée aux interfaces entre les installations et les emballages de transport.

L'ensemble de ces points a conduit le CEA à proposer des modifications importantes du référentiel de sûreté, notamment des Règles Générales d'Exploitation. La démarche du CEA concernant la maîtrise du risque criticité constitue une amélioration significative de la sûreté de ces installations.

5.6 AGRESSIONS INTERNES

En ce qui concerne les agressions internes, l'ASN estime que les dispositions générales de protection contre l'incendie sont satisfaisantes.

A cet égard, l'ASN note que l'exploitant s'est engagé à renforcer la protection thermique des parois de l'enceinte alpha et de la salle de comptage, ce qui est satisfaisant.

L'ASN souligne par ailleurs que l'interdiction actuelle d'utiliser de l'eau comme moyen d'extinction en cas d'incendie au niveau du sous-sol de l'installation, pour des raisons de risque de criticité, peut complexifier l'intervention. L'exploitant s'est engagé à réévaluer le risque de criticité afin de lever éventuellement cette interdiction.

En outre, l'ASN estime que les dispositions de protection à l'égard des risques d'explosion et d'inondation paraissent satisfaisantes.

5.7 AGRESSIONS EXTERNES AUTRES QUE SISMIQUES

A propos des agressions externes hors séisme, l'ASN souligne que l'évaluation probabiliste du risque aérien, réalisée en application des règles en vigueur, conduit à considérer qu'il n'est pas nécessaire de prévoir des dispositions de protection particulières. Il en est de même pour les risques liés à l'environnement industriel.

L'ASN a par ailleurs demandé au CEA de compléter l'évaluation des risques liés aux effets indirects de la foudre.

Enfin, l'exploitant s'est engagé à revoir les dispositions d'exploitation prévues pour les périodes de grands chauds/grands froids et à réévaluer le comportement du toit en regard des règles en vigueur concernant les risques induits par la neige.

5.8 CONFINEMENT A L'EGARD DE L'ENVIRONNEMENT

S'agissant du confinement à l'égard de l'environnement, l'ASN estime que les dispositions prévues pour améliorer le revêtement étanche du sous-sol sont satisfaisantes. Néanmoins, l'ASN a demandé au CEA de justifier les valeurs des seuils d'activité à la cheminée adoptées pour le passage en confinement statique

5.9 RADIOPROTECTION

En ce qui concerne les aspects radioprotection, l'ASN estime que les dispositions mises en œuvre pour limiter l'exposition des travailleurs lors des opérations les plus dosantes sont globalement satisfaisantes. Néanmoins, il convient de souligner qu'il n'est pas justifié qu'une partie de cette exposition provienne de la contribution des matières radioactives entreposées dans l'installation et pour lesquelles il n'est pas prévu d'usage dans les programmes expérimentaux à venir.

5.10 FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS

L'ASN considère que les dispositions organisationnelles mises en place par l'exploitant, qui tiennent compte en particulier de la taille réduite des effectifs et de la charge de travail des différents acteurs, sont globalement satisfaisantes.

5.11 POSTE DE REPLI

L'ASN note que le CEA a prévu de réaliser un poste de repli. L'ASN considère que les options de sûreté retenues pour ce poste sont globalement satisfaisantes, sous réserve que la surveillance des rejets de l'installation soit possible depuis ce poste de repli.

6. CONCLUSION SUR LA POURSUITE DU FONCTIONNEMENT

En conclusion, le réexamen de sûreté mené partiellement par le CEA pour les INB n^{os} 42 et 95 puis son instruction ont conduit à identifier des améliorations à apporter, notamment à l'égard de la sûreté des manutentions et du risque de criticité.

L'ASN note que le CEA s'est engagé, à l'issue de l'instruction technique, à mettre en œuvre des dispositions d'amélioration de la sûreté et à réaliser des études complémentaires [4]. De plus, l'ASN a formulé des demandes complémentaires [5].

Néanmoins, ce réexamen n'a pas initialement permis à l'ASN de se positionner sur la tenue des installations au séisme et les renforcements nécessaires, les éléments justificatifs n'étant pas disponibles au moment de l'instruction. Ces éléments complémentaires ont été transmis en août 2012. Cette pratique n'est pas satisfaisante.

La conclusion de leur instruction conduit l'ASN à considérer la stratégie de renforcement insuffisante et à encadrer la poursuite du fonctionnement des réacteurs EOLE et MINERVE suivant les prescriptions définies en annexe à la décision de l'ASN du 30 octobre 2014 [13].

La mise à l'arrêt définitif et le démantèlement d'une INB ne dispensent pas l'exploitant du réexamen de sûreté périodique. A ce titre, le dépôt du rapport du prochain réexamen de sûreté des INB n^{os} 42 et 95 devra intervenir avant le 4 février 2020.

Le présent avis est rendu sans préjudice des conclusions de l'instruction à venir de l'évaluation complémentaire de sûreté (ECS).

Enfin, l'ASN continuera d'exercer un contrôle régulier de l'exploitation des INB n^{os} 42 et 95 et peut, en cas de risques graves et imminent, suspendre, si nécessaire, à titre provisoire et conservatoire, le fonctionnement de ces installations⁴.

⁴ Article L. 593-22 du code de l'environnement