

Fontenay-aux-Roses, le 20 septembre 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2016-00307

Objet : CEA Cadarache

INB n° 123 - Laboratoire d'études et de fabrications expérimentales de combustibles nucléaires avancés (LEFCA)

Réexamen de sûreté - Stabilité au feu du bâtiment LEFCA

Réf. : Lettre ASN CODEP-DRC-2014-052034 du 19 novembre 2014

Par lettre citée en référence, l'ASN demandait l'avis et les observations de l'IRSN sur le dossier de réexamen de sûreté du laboratoire d'études et de fabrications expérimentales de combustibles nucléaires avancés (LEFCA - INB n°123) du CEA/Cadarache, transmis en décembre 2013 par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA). L'évaluation de ce dossier a fait l'objet d'un avis de l'IRSN en octobre 2015. Il y était précisé que l'étude de stabilité au feu de l'installation, transmise en fin d'instruction du dossier de réexamen en mai 2015, ferait l'objet d'un avis ultérieur de l'IRSN.

Dans le présent avis, l'IRSN présente son évaluation de l'étude de stabilité au feu du LEFCA.

De l'examen de l'étude de la stabilité au feu du LEFCA et des compléments transmis par l'exploitant au cours de l'instruction, l'IRSN retient les points suivants.

Adresse courrier
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

Rappel succinct concernant le LEFCA

Le LEFCA est constitué d'un bâtiment composé de neuf blocs en béton armé séparés par des joints, sur deux niveaux principaux :

- le sous-sol comprend notamment le sas camion, des halls abritant des installations auxiliaires (ventilation, filtration, cuves d'effluents...), des locaux d'entreposage de déchets et des locaux d'entreposages de matières nucléaires et d'éléments combustibles,
- le rez-de-chaussée abrite les cellules d'expérimentation et des bureaux.

Evaluation de l'étude de stabilité au feu du LEFCA

L'étude transmise par l'exploitant vise à vérifier la stabilité au feu pour une durée minimale de deux heures du LEFCA conformément aux exigences réglementaires en vigueur ; cette étude comporte deux étapes :

- l'étude du comportement des éléments structuraux (éléments porteurs représentatifs de la structure du bâtiment) soumis à un feu normalisé ISO R834 défini dans l'Eurocode 1¹ et basée sur l'application des méthodes de l'Eurocode 2²,
- l'étude du comportement des éléments structuraux soumis à des scénarios d'incendie dits « réels », dans les cas où leur résistance au feu normalisé pour une durée de deux heures n'est pas vérifiée.

L'étude effectuée par l'exploitant du comportement des éléments structuraux sous feu normalisé, qui utilise les valeurs forfaitaires de l'Eurocode 2, montre qu'une grande partie de ceux-ci est stable durant deux heures. **Cela n'appelle pas de remarque de l'IRSN.** Pour les éléments où cette stabilité n'a pas pu être vérifiée, l'exploitant a établi 25 modèles numériques représentatifs des différents types d'éléments structuraux (poutres, poteaux, dalles, voiles) présents dans les locaux du bâtiment pour lesquels des méthodes de calculs basées sur des lois de comportement thermique et mécanique des matériaux issues de l'Eurocode 2 ont été appliqués.

Le choix des éléments structuraux enveloppes retenus pour ces modèles numériques repose sur un ensemble de critères (géométrie, chargement, position des armatures...). L'exploitant a justifié durant l'instruction le comportement enveloppe des éléments structuraux choisis, c'est-à-dire que ces éléments présentent la résistance au feu la plus faible au sein du type auxquels ils appartiennent. **La démarche de l'exploitant n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

À l'issue de cette démarche, l'exploitant indique que parmi les 25 modèles numériques étudiés, neuf types d'éléments structuraux présentent une stabilité au feu inférieure à deux heures. Pour ces éléments, neuf scénarios sous feux réels sont étudiés. Ces scénarios sont présentés en annexe 3 au présent avis. **Les éléments de justification présentés pour les 16 autres modèles numériques n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

Les éléments présentés par l'exploitant pour quatre des neuf scénarios de feu réels (scénarios n° 1, 5, 8 et 9) n'appellent pas de remarque de l'IRSN ; ils permettent de justifier la stabilité au feu des éléments structuraux durant deux heures. L'examen des cinq autres scénarios (scénarios n° 2, 3, 4, 6 et 7) appelle les remarques suivantes.

- Scénario n°2 : Feu d'huile dans le local « machinerie ascenseur » situé au sous-sol et scénario n°4 : Incendie généralisé de l'atelier « scientifique » situé au sous-sol

Sur la base des calculs effectués, l'exploitant indique que la stabilité au feu des voiles de 18 cm d'épaisseur du local « machinerie ascenseur » et de l'atelier « scientifique » n'est pas assurée au-delà d'une heure. En revanche, l'exploitant indique que la stabilité au feu des voiles de 18 cm d'épaisseur

¹ Norme NF EN 1991 : « Actions sur les structures - Partie 1-2 : actions sur les structures exposées au feu ».

² Norme NF EN 1992 « Calcul des structures en béton - Partie 1-2 : règles générales - calcul du comportement au feu ».

similaires présents dans les autres locaux implantés au sous-sol de l'installation est vérifiée pour une durée d'au moins deux heures.

Pour le local « machinerie ascenseur », l'exploitant indique qu'une protection thermique sur le voile de 18 cm situé au sud du local sera mise en place pour garantir une stabilité au feu d'au moins deux heures. L'exploitant indique que la stabilité des autres éléments structuraux constituant ce local est assurée. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Afin d'améliorer la stabilité au feu de l'atelier « scientifique », l'exploitant envisage de limiter la charge calorifique présente dans ce local, en s'appuyant sur la démonstration de la stabilité au feu de l'atelier « radiographie », présentant également un voile de 18 cm du même type, qui contient une quantité de charges calorifiques plus faible. À cet égard, l'exploitant précise que les ateliers « radiographie » et « scientifique » sont de même volume et possèdent la même surface d'ouvrants. Ainsi, l'exploitant prévoit de limiter la quantité de charge calorifique de l'atelier « scientifique » à la même valeur que celle de l'atelier « radiographie » soit 32 000 MJ.

L'IRSN considère que les dispositions retenues pour permettre d'assurer une stabilité au feu d'au moins deux heures des éléments structuraux de l'atelier « scientifique » sont convenables. Toutefois, l'IRSN estime que l'exploitant devrait indiquer la valeur maximale de la charge calorifique à respecter dans l'atelier « scientifique » dans l'étude des risques d'incendie de l'INB 123 citée au paragraphe 4.6.1 « limitation du potentiel calorifique » du chapitre 4 des règles générales d'exploitation. Ce point fait l'objet de l'observation n°1 formulée en annexe 2 au présent avis.

- Scénario n°3 : Incendie généralisé du bureau 4 situé au rez-de-chaussée

Ce scénario vise à vérifier la stabilité au feu pour une durée minimale de deux heures des éléments structuraux du plafond (poutres) et des parois (poteaux) du bureau 4. Ce scénario vise également à vérifier la stabilité au feu des autres bureaux adjacents qui présentent des caractéristiques structurelles similaires. Dans le scénario d'incendie généralisé étudié, l'exploitant considère que les portes de communication donnant sur les deux bureaux adjacents au bureau 4 sont ouvertes. Les parois séparant ces bureaux, situés en zone non réglementée, n'ont pas de caractéristique connue de résistance au feu. Au cours de l'instruction, l'exploitant a indiqué que la température des gaz émis par un incendie dans le bureau 4 qui se propageraient vers les bureaux adjacents, dont la charge calorifique est équivalente à celle du bureau 4, n'est pas suffisamment élevée (température inférieure à 350°C) pour conduire à une propagation de l'incendie vers ces locaux.

L'IRSN considère que la justification de l'absence de propagation d'un incendie basée uniquement sur la température des gaz chauds qui se propagent, n'est pas recevable. En effet, compte tenu des températures atteintes, de la nature des matériaux combustibles présents dans les bureaux ainsi que de la présence d'ouvertures entre les locaux adjacents, la propagation de l'incendie aurait dû être considérée dans le scénario d'incendie retenu. Toutefois, dans la mesure où l'exploitant considère dans son scénario que les éléments structuraux étudiés sont sollicités de manière enveloppe (les calculs de l'exploitant appliquent le chargement thermique sur trois faces pour les poutres du plafond et sur les quatre faces des poteaux des parois), **l'IRSN estime que la propagation de l'incendie d'un bureau à un autre ne remettrait pas en cause le niveau de sollicitation thermique des éléments structuraux du bureau 4 retenu par l'exploitant. Par conséquent, l'IRSN considère**

que la stabilité au feu des éléments structuraux du bureau 4 et des bureaux adjacents est assurée pour une durée d'au moins deux heures.

- Scénario n°6 : Feu des armoires électriques du hall « extraction » au sous-sol

Ce scénario vise à évaluer la stabilité au feu de la dalle de plafond de 16 centimètres d'épaisseur du hall « extraction » ; cette dalle située sous les cellules d'expérimentation du rez-de-chaussée concerne l'ensemble des halls du sous-sol (voir annexe 2). Le scénario étudié correspond au feu des armoires électriques présentes dans le hall « extraction ». Dans ce scénario, l'exploitant étudie la propagation du feu des armoires électriques aux câbles sous plafond présents dans le hall « extraction » ; sur la base du calcul effectué, l'exploitant exclut le risque d'inflammation de ces câbles. Il conclut que la stabilité au feu de la dalle pour une durée de deux heures est vérifiée.

En premier lieu, l'IRSN note que l'outil de calcul utilisé l'a été en dehors du domaine pour lequel il est recommandé de l'utiliser (local de volume inférieur à 1000 m³ alors que le hall « extraction » a un volume supérieur), ce qui est susceptible de conduire à une estimation erronée de la température maximale à laquelle les câbles seraient réellement soumis.

En outre, l'exploitant n'a pas justifié que le scénario d'incendie étudié était enveloppe des scénarios d'incendie dans les halls du sous-sol susceptibles de porter atteinte à la stabilité au feu de la dalle de plafond. En particulier, l'exploitant n'a pas considéré le scénario d'un incendie se déclarant dans le hall 3 situé au sud du hall « extraction » (voir annexe 2) alors que celui-ci abrite une charge calorifique importante. Celle-ci est concentrée sur deux aires d'entreposage distantes de deux mètres et délimitées par des panneaux métalliques grillagés en partie haute. Au cours de l'instruction, l'exploitant a convenu qu'un incendie dans le hall 3 était à examiner pour ce qui concerne l'étude du comportement de la dalle de plafond. Aussi, il a présenté un calcul complémentaire correspondant à un scénario d'incendie d'une des deux aires d'entreposage du hall 3 (à l'aide du même outil de calcul que celui utilisé pour le calcul correspondant au hall « extraction ») sur la base duquel il conclut l'incendie des armoires électriques dans le hall « extraction » restait plus pénalisant pour ce qui concerne le comportement de la dalle du plafond.

L'IRSN estime que le scénario d'un incendie d'une seule aire d'entreposage du hall 3 pour évaluer la sollicitation thermique de la dalle du plafond du sous-sol de 16 cm d'épaisseur n'est pas satisfaisant, compte tenu de la configuration et de la proximité de ces aires d'entreposage et de la présence d'autres charges calorifiques dans le hall 3 (stockage de papier à proximité de ces aires), susceptibles d'augmenter la durée de l'incendie.

Pour l'IRSN, un incendie de l'ensemble des charges calorifiques du hall 3 est plus pénalisant que le scénario n°6 d'incendie étudié dans le hall « extraction » pour ce qui concerne l'étude du comportement de la dalle du plafond des halls du sous-sol. Aussi, l'IRSN estime que l'exploitant devra justifier la stabilité au feu pendant une durée minimale de deux heures de la dalle de 16 cm d'épaisseur du plafond du sous-sol du bâtiment, sur la base d'un scénario d'incendie dans le hall 3 impliquant l'ensemble des charges calorifiques présentes dans ce hall (aires d'entreposage et autres charges calorifiques à proximité). Dans ce cadre, l'exploitant devra s'assurer que l'outil de calcul utilisé est adapté au scénario d'incendie retenu. Ce point fait l'objet de la recommandation formulée en annexe 1 au présent avis.

- Scénario n° 7 : Incendie généralisé dans le couloir sud-est au rez-de-chaussée incluant les bureaux « SPR »

Ce scénario vise à vérifier la stabilité au feu des voiles de 18 cm d'épaisseur et de la dalle pleine du plancher terrasse de 25 cm d'épaisseur. Pour ce scénario n°7, l'exploitant a considéré la répartition du foyer de l'incendie sur l'ensemble de la surface des bureaux « SPR » et a retenu la température moyenne calculée au-dessus du foyer. Au cours de l'instruction, l'exploitant a effectué un nouveau calcul de stabilité au feu en se basant cette fois sur la température maximale atteinte au-dessus du foyer de l'incendie et conclut à la stabilité au feu pour une durée d'au moins deux heures des voiles de 18 cm et de la dalle pleine du plancher terrasse de 25 cm d'épaisseur considérés dans ce scénario. Ceci n'appelle pas de remarque. L'IRSN estime que l'exploitant devrait présenter ce calcul complémentaire dans le « rapport d'étude final de stabilité au feu de l'INB 123 ». Ceci constitue l'observation n° 2 formulée en annexe 2 au présent avis.

Conclusion

En conclusion, sur la base de l'étude de la stabilité au feu de mai 2015 et des compléments transmis au cours de l'instruction, l'IRSN estime que la stabilité au feu pour une durée minimale de deux heures des éléments structuraux du LEFCA est vérifiée, excepté pour la dalle du plafond des halls du sous-sol du bâtiment, pour laquelle une justification complémentaire est nécessaire. Ceci fait l'objet de la recommandation formulée en annexe 1 au présent avis.

En outre, deux observations complémentaires sont également présentées en annexe 2 au présent avis.

Pour le Directeur général et par délégation,
Jean-Paul DAUBARD,
Adjoint au Directeur de l'Expertise de Sûreté

Recommandation

L'IRSN recommande que l'exploitant justifie la stabilité au feu pour une durée minimale de deux heures de la dalle de 16 cm d'épaisseur du plafond des halls du sous-sol du bâtiment, sur la base de l'étude d'un scénario d'incendie dans le hall 3 impliquant l'ensemble des charges calorifiques présentes dans ce hall (aires d'entreposage et autres charges calorifiques à proximité). Dans ce cadre, l'exploitant devra s'assurer que l'outil de calcul utilisé est adapté à ce scénario d'incendie, qui concerne un hall d'un volume important.

Observations

Observation n° 1

L'IRSN estime que l'exploitant devrait indiquer la valeur maximale de la charge calorifique de l'atelier « scientifique » situé au sous-sol, dans l'étude du risque d'incendie de l'INB 123.

Observation n° 2

L'IRSN estime que l'exploitant devrait mentionner dans le rapport d'étude final de stabilité au feu de l'INB 123, le calcul, réalisé au cours de l'instruction, de la stabilité au feu des voiles de 18 cm d'épaisseur du rez-de-chaussée et de la dalle pleine du plancher terrasse de 25 cm d'épaisseur (scénario n° 7), qui retient la température maximale atteinte au-dessus-du foyer de l'incendie.

Scénarios de feux réels et plan du sous-sol du LEFCA

| | |
|------------|--|
| Scénario 1 | Feu de nappe de 500 litres de diesel dans le local groupe électrogène fixe au sous-sol. Étude d'un voile d'épaisseur 20 cm, de la poutre voile d'épaisseur 20 cm et de la dalle d'épaisseur 25 cm. |
| Scénario 2 | Feu de nappe de 200 litres d'huile dans le local « machinerie ascenseur » au sous-sol. Étude des voiles de 18 cm d'épaisseur. |
| Scénario 3 | Incendie généralisé dans le bureau 4 au rez-de-chaussée. Étude des poutres du plancher terrasse de largeur 20 cm, des poteaux 20 cm x 20 cm et des poteaux 50 cm x 41 cm. |
| Scénario 4 | Incendie généralisé de l'atelier scientifique au sous-sol. Étude des voiles de 18 cm d'épaisseur. |
| Scénario 5 | Incendie généralisé du local « eau cyclée » au sous-sol. Étude de la dalle avec prédalle de 16 cm d'épaisseur. |
| Scénario 6 | Feu des armoires électriques du hall « extraction » au sous-sol. Étude de la dalle pleine de 16 cm d'épaisseur. |
| Scénario 7 | Incendie généralisé du couloir sud-est incluant les bureaux SPR au rez-de-chaussée. Étude des voiles de 18 cm d'épaisseur et de la dalle pleine du plancher terrasse 25 cm. |
| Scénario 8 | Feu de deux armoires électriques (une ouverte et une fermée) avec propagation aux chemins de câbles implantés dans le couloir nord-est au rez-de-chaussée. Étude des voiles de 18 cm d'épaisseur. |
| Scénario 9 | Feu de deux placards contenant des chemins de câbles du couloir matériel au rez-de-chaussée. Étude de la dalle pleine de 20 cm d'épaisseur. |

