

Fontenay-aux-Roses, le 17 avril 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2018-00106

Objet : GANIL (INB n° 113)  
Étude de stabilité au feu des bâtiments de l'extension SPIRAL2 phase 1

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DRC-2016-035230 du 12 décembre 2016  
2. Décision ASN n° 2014-DC-0417 du 28 janvier 2014  
3. Décret n° 2012-678 du 7 mai 2012

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur l'étude de stabilité au feu des bâtiments de l'extension SPIRAL2<sup>1</sup> phase 1 transmise par l'exploitant du Grand accélérateur national d'ions lourds (GANIL), installation nucléaire de base (INB) n° 113.

Cette étude vise à justifier la stabilité au feu des éléments porteurs de la structure des bâtiments de l'extension SPIRAL2 phase 1 pendant une durée minimum de deux heures, conformément à l'exigence de la décision de l'ASN citée en deuxième référence relative aux règles applicables aux INB pour la maîtrise des risques liés à l'incendie.

De l'examen des rapports d'études de l'exploitant et des informations complémentaires transmises au cours de l'instruction, l'IRSN retient les principaux points ci-après.

### 1. Introduction

En octobre 2009, l'exploitant du GANIL a demandé l'autorisation de modifier l'INB n° 113 en vue d'implanter l'extension SPIRAL2. L'objectif de cette extension est d'étendre la gamme d'ions pouvant être produits par l'installation. La création et la mise en service de l'extension SPIRAL2 est scindée en deux phases. La modification de l'INB n° 113 en vue de l'implantation de la phase 1 de l'extension SPIRAL2 a été autorisée par le décret cité en troisième référence. Cette extension comprend des bâtiments principalement dédiés à la production, à l'accélération et au transport des faisceaux primaires ainsi que deux salles d'expériences répartis dans deux blocs entièrement enterrés, quatre blocs partiellement enterrés et deux blocs en surface.

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 8 440 546 018

---

<sup>1</sup> Système de productions d'ions radioactifs en ligne.

L'intégralité des éléments structuraux est en béton armé coulé sur place. L'ensemble des bâtiments de cette extension sont d'ores et déjà construits.

La mise en service de cette extension, qui a fait l'objet d'avis de l'IRSN en juillet 2015 et juin 2016, n'a pas été autorisée par l'ASN à ce jour, en raison de l'absence de réponse à l'ensemble des engagements et des demandes formulées par ASN.

A cet égard, pour réaliser l'étude de stabilité au feu des structures de génie civil de l'installation SPIRAL2 phase 1, soit près de 150 locaux, l'exploitant a procédé à l'analyse des scénarios d'incendie possibles dans chaque local puis à la vérification de la tenue des structures en fonction du scénario d'incendie considéré.

La création des bâtiments et des équipements de la phase 2 de SPIRAL 2 n'a pas été autorisée.

## 2. Analyse des scénarios d'incendie

### 2.1. Méthode de l'exploitant

Afin de déterminer les sollicitations thermiques à retenir pour l'étude de stabilité au feu des éléments structuraux des locaux de la phase 1 de SPIRAL 2, l'exploitant a identifié les locaux pour lesquels cette étude peut être réalisée en soumettant les éléments structuraux (dalle, poutre...) au feu dit « normalisé » ISO R834 ainsi que les locaux dits « spécifiques » dans lesquels un incendie est susceptible de conduire à une sollicitation thermique plus pénalisante que celle du feu « normalisé ». Le feu « normalisé, dont les caractéristiques sont définies dans la norme ISO R834 (courbe de montée en température en fonction du temps avec atteinte d'une température maximale de 1049°C au bout de deux heures), est usuellement retenu pour ce type d'étude. A cet égard, pour l'exploitant, un feu plus pénalisant que le feu « normalisé » doit présenter au moins une des trois « propriétés » suivantes :

- propriété A : une cinétique de développement du feu plus rapide que celle du feu « normalisé » (montée en température des gaz plus rapide) ;
- propriété B : une température maximale des gaz supérieure à celle du feu « normalisé » durant les deux premières heures ;
- propriété C : un incendie dont la durée peut excéder deux heures.

De cette analyse, l'exploitant conclut qu'une sollicitation thermique « spécifique » différente de celle du feu « normalisé » est à retenir pour uniquement six locaux de l'extension SPIRAL2 phase 1.

### 2.2. Analyse de l'IRSN

L'analyse de l'exploitant le conduit à retenir le local 33, qui contient des liquides inflammables, comme le seul local susceptible de présenter une cinétique de développement de feu supérieure à celle de la courbe ISO R834 (propriété A). Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

Pour les deux autres « propriétés », l'IRSN estime que la méthode et les critères retenus par l'exploitant pour l'identification des locaux « spécifiques » ne sont pas toujours adaptés ou suffisants avec les différents aspects qui doivent être considérés dans le développement d'un incendie, notamment pour ce qui concerne la détermination de la température maximale des gaz susceptible d'être atteinte ou la durée théorique de l'incendie. Ainsi, pour ce qui concerne la « propriété B », la démarche retenue par l'exploitant ne tient pas suffisamment compte des différentes sources d'apport d'air dans le local en feu (air apporté par les portes par exemple) ou repose uniquement sur un critère qualitatif concernant les charges calorifiques présentes dans le local. Pour ce qui concerne la propriété C, l'IRSN estime que la méthode de calcul ne tient pas suffisamment compte des phénomènes susceptibles de survenir lors du déroulement d'un incendie (phase de croissance et de décroissance du feu, sous oxygénation...) Enfin, de

façon plus générale, cette démarche repose sur la vérification de critères relatifs uniquement à un aspect du développement d'un incendie (alimentation en air, charge calorifique ou durée du feu) alors que l'intensité d'un incendie résulte d'une combinaison de ces différents critères.

Par ailleurs, pour certains locaux pour lesquels le respect des critères associés à la propriété B n'a pu être formellement justifié, l'exploitant présente un raisonnement qualitatif par analogie avec d'autres locaux faisant l'objet d'une étude détaillée, qui lui permet de conclure que ces locaux ne sont pas à retenir en tant que locaux « spécifiques ». A cet égard, l'IRSN considère que les éléments présentés par l'exploitant pour certains locaux ne permettent pas toujours de justifier une telle analogie, en raison notamment des différences concernant les dimensions des locaux ou des apports en air, qui sont des facteurs importants pour l'évaluation des caractéristiques d'un incendie.

Néanmoins, l'IRSN note que les locaux non retenus par l'exploitant en tant que locaux « spécifiques » au titre des propriétés B et C, ou par analogie avec d'autres locaux, contiennent essentiellement des charges calorifiques d'origine électrique (équipements ou câbles) ou cellulosique (papiers, mobiliers, etc.). Par conséquent, l'IRSN estime que la sollicitation thermique du feu « normalisé » devrait être représentative des scénarios d'incendie susceptible de se développer dans ces locaux.

**En conclusion, malgré les réserves évoquées ci-dessus sur la démarche générale mise en œuvre par l'exploitant, l'IRSN estime acceptable la liste des locaux « spécifiques » retenus par l'exploitant, à savoir le local 33, les locaux 103-1 et 103-2 ainsi que les locaux 28-2 à 28-4.**

### **3. Détermination des sollicitations thermiques pour les locaux « spécifiques »**

L'exploitant détermine les sollicitations thermiques spécifiques à appliquer aux éléments de structure des six locaux identifiés précédemment à l'aide de modélisations numériques basées sur des équations de mécanique des fluides. Les sollicitations thermiques retenues par l'exploitant pour les locaux « spécifiques » 28-2 à 28-4 n'appellent pas de remarque.

Pour ce qui concerne le local 33, l'exploitant ne retient pas dans sa modélisation numérique le réseau d'extraction d'air de ce local, ce qu'il considère être une hypothèse pénalisante conduisant à maximiser l'effet d'un incendie. A cet égard, l'IRSN estime que la montée en pression dans le local, dont les portes sont considérés fermées, due à l'incendie peut conduire à un refoulement des gaz de combustion dans le réseau de soufflage d'air, phénomène pouvant être surestimé par une modélisation ne tenant pas compte de l'existence d'une extraction d'air. Aussi, la modélisation retenue par l'exploitant pourrait donc conduire en fait à sous-estimer notablement les amenées d'air dans le local et par conséquent la puissance de l'incendie.

Pour ce qui concerne les locaux 103-1 et 103-2, l'IRSN estime, sur la base de ses propres calculs, que la puissance maximale du foyer calculée par l'exploitant est notablement sous-estimée en raison des hypothèses retenues concernant les apports d'air par les portes des locaux. En outre, la modélisation retenue par l'exploitant ne tient pas compte des concentrations de charges de matières combustibles dans le local, ce qui est susceptible de conduire à sous-estimer la sollicitation thermique appliquée à certains éléments de structures. Par conséquent, l'IRSN estime que le niveau de sollicitation thermique retenu pour ce local doit être réévalué pour tenir compte des deux points évoqués ci-dessus.

**Aussi, l'IRSN considère que l'exploitant devra réviser son évaluation des sollicitations thermiques résultant d'un incendie dans les locaux 33, 103-1 et 103-2, en tenant compte de la recommandation formulée en annexe au présent avis.**

#### 4. Analyse de la stabilité des structures lors d'un incendie

L'exploitant a présenté les résultats de l'examen de conformité des différents éléments de structure en béton armé (poteaux, poutres, poutres-voiles et dalles) des locaux de SPIRAL2 phase 1 avec les plans de génie civil de l'installation. Cet examen a été réalisé en préalable aux études de comportement mécanique de ces structures pour les niveaux de sollicitation thermique retenus. **Ceci est satisfaisant.**

L'exploitant a utilisé la méthode dite des « valeurs tabulées » des normes européennes de conception, de dimensionnement et de justification des structures de bâtiment et de génie civil (Eurocode) pour évaluer le comportement des structures soumis à un feu « normalisé ». Afin de déterminer si une structure (dalle, voile, poutre...) est stable pour ce niveau de sollicitation thermique, l'exploitant a comparé les propriétés de ladite structure à celles des valeurs tabulées disponibles dans ces normes. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

En outre, l'exploitant a complété son analyse par des calculs dits « avancés » pour les structures :

- situées dans les six locaux pour lesquels un niveau de sollicitation thermique « spécifique » a été retenu ;
- pour lesquelles l'analyse par la méthode des valeurs tabulées n'a pas pu démontrer la stabilité pour une durée de deux heures pour le niveau de sollicitation thermique correspondant au feu « normalisé » ;
- pour lesquelles l'analyse de la stabilité par la méthode des valeurs tabulées n'est pas applicable (poutres-voiles et voiles de soutènement).

Pour les structures dont le comportement a fait l'objet de calculs « avancés », l'exploitant a considéré que la stabilité de l'élément de structure est démontrée si la température calculée dans les aciers ne dépasse pas 500° C. Dans le cas contraire, l'exploitant a complété son étude par des calculs thermomécaniques supplémentaires, pour estimer la déformation maximale de l'élément étudié et s'assurer que cette dernière ne remet pas en cause la stabilité de la structure.

**Des études effectuées, l'exploitant conclut à la stabilité au feu de l'ensemble des éléments de structure des locaux de SPIRAL2 phase 1 pour une durée minimale de deux heures.**

Pour ce qui concerne les calculs « avancés », l'IRSN souligne que la démarche retenue par l'exploitant pour conclure à la stabilité au feu d'un élément consistant à vérifier le non-dépassement de la température de 500° C dans les aciers d'armature des structures en béton armé et, si nécessaire, à vérifier la déformation maximale de cet élément, n'est pas conforme au référentiel utilisé (Eurocode). Toutefois, l'IRSN estime que les éléments apportés par l'exploitant au cours de l'instruction permettent de justifier que les écarts à ce référentiel ne remettent pas en cause les conclusions obtenues. De surcroît, pour justifier de la validité de ses résultats de calcul, l'exploitant a réalisé une étude thermomécanique complète d'une poutre d'un des six locaux « spécifiques », qui a permis de justifier la stabilité de celle-ci pendant une durée de quatre heures alors que les sollicitations thermomécaniques appliquées sont supérieures à celles du feu « normalisé ».

**Aussi, l'IRSN estime que l'exigence de stabilité au feu pour une durée minimale de deux heures des structures de génie civil de l'extension SPIRAL2 phase 1 est démontrée, à l'exception des locaux 33, 103-1 et 103-2. Pour ces locaux « spécifiques », l'IRSN estime que l'exploitant devra vérifier le respect de l'exigence de stabilité au feu pour le niveau de sollicitation thermique réévalué qui fait l'objet de la recommandation formulée en annexe au présent avis.**

A cet égard, l'IRSN estime acceptable que la réponse à cette recommandation ne constitue pas un préalable à l'autorisation de mise en service de SPIRAL2 phase 1 eu égard aux risques liés à un incendie dans ces locaux (en raison des dispositions de maîtrise des risques d'incendie dans le local 33 et du très faible inventaire radiologique

dans les locaux 103) et au fait qu'une telle mise en service ne serait pas de nature à empêcher la mise en œuvre de dispositions permettant, si cela s'avérait nécessaire, de satisfaire à l'exigence de stabilité au feu minimale de deux heures.

### **5. Cas particulier**

Dans le cadre de son analyse, l'exploitant a également examiné les conséquences de l'incendie d'un camion stationné à proximité du bâtiment de l'extension SPIRAL2 phase 1. Des calculs effectués, l'exploitant conclut qu'un tel incendie ne conduirait pas au dépassement des caractéristiques du feu « normalisé » durant toute la durée de l'incendie et donc qu'il ne serait pas de nature à mettre en cause l'étude de stabilité au feu effectuée. Au cours de l'instruction, l'exploitant a précisé que seuls des camions destinés à livrer ponctuellement l'extension de SPIRAL2 phase 1 (équipements, azote, etc.) sont amenés à être stationnés à proximité des bâtiments. L'IRSN note que l'exploitant n'a pas retenu dans ces calculs l'hypothèse d'un vent « défavorable », qui conduirait à rabattre les flammes de l'incendie vers les bâtiments. Or, cette situation météorologique serait de nature à entraîner des sollicitations thermiques plus pénalisantes que celles du feu « normalisé ». **Ceci fait l'objet de l'observation formulée en annexe au présent avis.**

### **6. Conclusion**

A l'issue de l'instruction réalisée, l'IRSN estime que les études réalisées par l'exploitant démontrent la stabilité au feu des éléments de structure des bâtiments de l'extension SPIRAL2 phase 1 du GANIL, excepté pour les locaux 33, 103-1 et 103-2. En effet, pour ces locaux, l'IRSN estime que l'exploitant devra vérifier le respect de l'exigence de stabilité au feu pour le niveau de sollicitation thermique réévalué, qui fait l'objet de la recommandation formulée en annexe au présent avis

Enfin, l'IRSN estime que l'exploitant devrait également prendre en compte l'observation formulée en annexe au présent avis.

Pour le Directeur général et par délégation,

Jean-Paul DAUBARD

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

**Annexe à l'Avis IRSN/2018-00106 du 17 avril 2018**

**Recommandation**

L'IRSN recommande que l'exploitant réévalue les sollicitations thermiques des scénarios d'incendie spécifiques retenues pour l'étude du comportement au feu des éléments structuraux des locaux 33, 103-1 et 103-2, en tenant compte :

- du volume d'air initialement présent dans les locaux ;
- de l'ensemble des apports d'air possibles dans les locaux et en modélisant le fonctionnement des réseaux de soufflage et d'extraction ;
- de l'éventuelle concentration de charges calorifiques dans les locaux par rapport à leur densité de charge calorifique moyenne.

L'IRSN estime que ces éléments devront être transmis à l'ASN au plus tard pour la fin de l'année 2019.

**Observation**

L'IRSN estime que, sur la base d'une analyse des risques d'incendie liés aux camions de livraison susceptibles de stationner à proximité d'un des bâtiments de l'extension SPIRAL2 Phase 1, l'exploitant devrait s'assurer du caractère suffisant des dispositions de maîtrise des risques de feu de camion pour éviter l'agression du bâtiment par un contact direct avec la flamme, y compris en cas de vent défavorable.