

Fontenay-aux-Roses, le 27 novembre 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00368

Objet : Institut Laue-Langevin - Réacteur à haut flux (INB n° 67)
Mise en œuvre d'un mode d'enclenchement automatique des circuits de renoyage ultime (CRU) et d'eau de secours (CES)

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DRC-2017-015274 du 21 juin 2017
2. Lettre ASN CODEP-DRC-2012-019773 du 12 avril 2012
3. Décision ASN n° 2013-DC-0381 du 21 novembre 2013
4. Lettre ASN CODEP-DRC-2014-019099 du 22 mai 2014

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 la demande d'autorisation de modification des circuits de renoyage ultime et d'eau de secours du réacteur à haut flux (RHF), formulée en février 2017 par l'Institut Laue-Langevin (ILL), exploitant de cette installation nucléaire de base située à Grenoble.

1 - Contexte et description de la modification

Le cœur du RHF, d'une puissance thermique de 58,3 MWth, est composé d'un seul élément combustible enrichi en ²³⁵U, refroidi et modéré par un circuit primaire en eau lourde. Après son passage dans le cœur, l'eau lourde est répartie au sein du bidon réflecteur qui entoure le cœur, assurant ainsi également le rôle de réflecteur neutronique. Des doigts de gants, qui pointent vers le cœur du réacteur, permettent d'extraire et de guider les neutrons produits en vue de leur utilisation par les expérimentateurs et les chercheurs. Le bloc-pile du réacteur, constitué notamment d'une structure supérieure, du bidon réflecteur et des doigts de gants, repose au fond de la piscine en eau légère du réacteur. Le canal de transfert, adjacent à la piscine du réacteur, est divisé en trois canaux parmi lesquels se trouve le canal 2 dédié notamment à l'entreposage des éléments combustibles ayant été irradiés en réacteur (cf. annexe 1).

Le circuit d'eau de secours (CES) a été mis en place en 2006 afin de renforcer les dispositions de prévention du risque de vidange du bloc-pile en cas de séisme. Ce circuit permet d'alimenter en eau le bloc-pile, la piscine du réacteur ou le canal 2. Il fonctionne essentiellement en mode « recirculation », l'eau injectée provenant alors de la récupération des fuites d'eau lourde ou d'eau légère qui s'écouleraient par gravité vers le point le plus bas du bâtiment réacteur.

Le circuit de renoyage ultime (CRU), implanté en 2012 dans la piscine du réacteur, vient compléter les dispositions de prévention du risque de vidange du bloc-pile en cas de brèche sur

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

le circuit primaire de refroidissement du réacteur susceptible de conduire à la fusion du cœur. L'enclenchement de ce circuit entraîne, par l'intermédiaire de l'ouverture de vannes pyrotechniques, la mise en communication de la piscine en eau légère du réacteur avec le circuit primaire en eau lourde. Les vannes pyrotechniques, au nombre de six, positionnées deux à deux (en série) sur trois voies en parallèle, sont implantées dans un caisson pressurisé fixé sur la partie supérieure du bloc-pile, au niveau du platelage de la piscine du réacteur (cf. annexe 1). La mise en service du circuit CRU a été autorisée par l'ASN par la lettre citée en deuxième référence.

La déclaration de modification de l'ILL, objet du présent avis, porte principalement sur la mise en œuvre d'automatismes associés à la mise en service et au fonctionnement des circuits CRU et CES. Les ordres automatiques sont établis en fonction, d'une part des niveaux d'eau dans le bloc-pile, la piscine du réacteur ou le canal 2, d'autre part de la détection de présence d'eau dans les zones inférieures du bâtiment réacteur. Dans le cadre de cette modification, l'ILL envisage également, concernant le circuit CRU, de mettre en place une canne d'aspiration sur le tronçon amont du circuit afin de permettre la prise de l'eau de la piscine du réacteur à un niveau inférieur à celui des vannes pyrotechniques, ceci afin d'augmenter le volume d'eau disponible pour assurer le maintien du cœur sous eau en cas de brèche sur le circuit primaire de refroidissement du réacteur. L'ILL prévoit en outre de remplacer les tuyauteries du caisson abritant les vannes pyrotechniques du CRU par des tuyauteries d'épaisseur plus importante afin de renforcer leur résistance en cas de séisme. Par ailleurs, l'ILL présente, dans son dossier, des éléments de réponse aux demandes de l'ASN formulées dans la lettre citée en deuxième référence et rappelées en annexe 2 au présent avis.

Il est à noter que la mise en œuvre d'automatismes associés au fonctionnement des circuits CRU et CES requiert la mise en place de nouveaux capteurs de niveau d'eau dans le bloc-pile. L'ILL prévoit à cet égard d'implanter ces capteurs dans le doigt de gant IH1 utilisé, dans la configuration actuelle du circuit CES, comme voie d'injection d'eau dans le bloc-pile. En remplacement, une nouvelle voie d'injection d'eau dans le bloc-pile sera créée à partir du point d'injection actuel du circuit CES dans la piscine du réacteur, ce point d'injection étant lui-même raccordé au circuit CRU, à hauteur de la nouvelle canne d'aspiration susmentionnée. Le circuit CES sera par ailleurs raccordé à l'injection de la voie B du circuit d'eau de nappe (CEN)¹ dans la piscine du réacteur afin de conserver une possibilité d'injection du CES dans la piscine du réacteur. Le principe d'implantation des circuits CRU, CES et CEN dans leur configuration modifiée est présenté en annexe 1 au présent avis.

En réponse à la demande de l'ASN, l'IRSN a examiné le dimensionnement des nouveaux équipements mécaniques et la modification du contrôle-commande des circuits CRU et CES. L'IRSN a également évalué l'acceptabilité des évolutions prévues à l'égard des points d'injection du circuit CES dans le bloc-pile et dans la piscine du réacteur. Enfin, l'IRSN a examiné la demande de dérogation à la règle générale d'exploitation (RGE) n° 10 du RHF portant sur l'indisponibilité temporaire du CES pendant la phase de travaux liés à la mise en œuvre des modifications prévues sur ce circuit.

¹ Le circuit d'eau de nappe (CEN), mis en place dans le cadre de la prise en compte du retour d'expérience de l'accident de Fukushima-Daiichi survenu au Japon en 2011, vise à permettre d'assurer des appoints en eau dans la piscine du réacteur et dans le canal 2 à la suite d'un aléa extrême de type séisme. L'eau injectée provient de pompes dans la nappe phréatique située sous l'installation ou de la récupération de fuites qui proviendraient de la piscine du réacteur ou du canal de transfert. La demande d'autorisation de mise en service du circuit CEN, qui fait partie du « noyau dur » du RHF, est actuellement en cours d'instruction.

L'ASN demande par ailleurs à l'IRSN de lui indiquer si les éléments transmis par l'ILL relatifs au circuit CRU :

- s'inscrivent dans le cadre des exigences « noyau dur » définies par les prescriptions [ILL-INB67-ND 01], [ILL-INB67-ND 02], [ILL-INB67-ND 04] et [ILL-INB67-ND 05] de la décision citée en troisième référence et rappelées en annexe 2 au présent avis ;
- répondent aux demandes relatives au circuit CRU formulées dans l'annexe à la lettre citée en deuxième référence et rappelées en annexe 2 au présent avis.

De l'évaluation du dossier transmis par l'ILL, complété par les éléments recueillis au cours de l'instruction, l'IRSN retient les principales conclusions suivantes.

2 - Modifications des circuits CRU et CES

2.1 Principes des modifications

L'IRSN note tout d'abord que les principes de conception des modifications du CRU et du CES sont conformes avec ceux retenus au stade de la mise en service du CRU autorisée par la lettre citée en deuxième référence. Ceci concerne notamment le principe de raccordement de l'injection du circuit CES dans le bloc-pile au circuit CRU, en lieu et place de l'injection du CES via le doigt de gant IH1.

Par ailleurs, l'IRSN relève que le circuit CRU reste identifié par l'ILL comme faisant partie du « noyau dur » post-Fukushima du RHF, alors que ce n'est plus le cas pour le circuit CES. L'ILL a indiqué, lors de l'instruction, que les justifications de l'évolution du contenu du « noyau dur » du RHF seraient présentées dans le dossier de réexamen périodique de sûreté. L'IRSN note que, à ce stade, le caractère suffisant du dimensionnement hydraulique des différents circuits destinés à prévenir la fusion du cœur en cas de brèche importante sur le circuit primaire de refroidissement du réacteur (notamment en cas d'agression de niveau « noyau dur ») n'est pas acquise et qu'une étude visant à répondre à cette question importante de la démonstration de sûreté a été transmise par l'ILL au titre du réexamen de sûreté.

2.2 Qualification fonctionnelle

L'ILL indique dans son dossier qu'une étude de faisabilité d'un essai de qualification intégrale du circuit CRU et de l'injection du CES dans le bloc-pile est en cours. Il précise que cet essai pourrait être réalisé lors de la prochaine mise en eau légère du bloc-pile prévue dans le cadre du remplacement des doigts de gant H1-H2². L'IRSN considère qu'un essai de qualification des différents circuits d'appoint d'eau du RHF est nécessaire au regard de l'importance de ces systèmes pour la maîtrise du refroidissement du cœur en situation accidentelle. L'IRSN considère toutefois que, compte tenu du délai nécessaire à la définition et à la préparation d'un essai dans les conditions les plus représentatives possibles, la réalisation de ce dernier peut être légèrement différée, la mise en service en mode automatique des circuits précités étant globalement favorable du point de vue de la sûreté du réacteur. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°1 formulée en annexe 3 au présent avis.**

Concernant les modifications du circuit CES, seule une épreuve hydraulique, constituée d'une mise en eau sous pression des tuyauteries, est retenue par l'ILL afin de tester la voie d'injection dans la piscine du réacteur. Un essai hydraulique complet du circuit (des pompes du circuit CES jusqu'aux différents points d'injection) n'est pas prévu. L'IRSN relève à cet égard que l'essai hydraulique du circuit CES, dont la

² Ce remplacement est actuellement programmé par l'ILL lors de l'arrêt d'hiver 2019-2020, la date précise dépendant toutefois du nombre de cycles de fonctionnement du réacteur.

réalisation est prévue tous les cinq ans, comprend une vérification intégrale du fonctionnement hydraulique du circuit, à l'exception de l'injection dans le bloc-pile pour laquelle seul le bon lignage des vannes associées est vérifié, et il considère que les essais de qualification du circuit doivent comprendre cet essai. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 2 formulée en annexe 3 au présent avis.**

3 - Dimensionnement mécanique des circuits CRU et CES

Compte tenu du fait qu'il fait partie du « noyau dur » du RHF, le circuit CRU fait l'objet d'un dimensionnement au séisme « noyau dur » (SND). En revanche, pour le circuit CES, l'ILL ne retient qu'un dimensionnement au séisme majoré de sécurité (SMS) compte tenu du fait qu'il n'inclut finalement pas ce système dans le « noyau dur » de l'installation.

3.1 Portion du circuit CRU déjà en place

3.1.1. Caisson du circuit CRU et son supportage

La portion du circuit CRU actuellement en place est composée du caisson abritant les vannes pyrotechniques, du châssis support du caisson fixé sur le haut du bloc-pile par l'intermédiaire d'une rondelle, ainsi que de la tuyauterie qui relie le caisson au bidon réflecteur du bloc-pile. Cette portion du circuit a fait l'objet, lors de sa mise en service, d'un dimensionnement à un séisme de niveau égal à 1,5 fois le SMS, le SND du site de l'ILL n'ayant été validé par l'ASN qu'ultérieurement (cf. lettre citée en quatrième référence).

Les études réalisées par l'ILL pour vérifier le dimensionnement au SND de la portion en place du circuit CRU concluent au dépassement des critères d'admissibilité pour les tuyauteries situées à l'intérieur du caisson et pour les assemblages boulonnés assurant la liaison, d'une part entre le châssis support et la rondelle précitée (assemblage « support/rondelle »), d'autre part entre cette rondelle et le bloc-pile (assemblage « rondelle/bloc-pile »). Par ailleurs, les calculs de l'ILL montrent que les épaisseurs d'acier retenues pour les nouvelles tuyauteries du caisson mises en place en remplacement des tuyauteries existantes permettent de respecter, en cas de SND, les critères de niveau C du RCC-M³. **Même si l'ILL aurait dû idéalement retenir des critères de niveau 0 du RCC-M conformément aux principes généraux de dimensionnement des équipements nouveaux du « noyau dur », l'IRSN considère que l'utilisation des critères de niveau C du RCC-M peut être acceptée dans le cas présent eu égard aux exigences d'intégrité et de capacité fonctionnelle des tuyauteries que permet de satisfaire le respect des critères de niveau C.**

L'IRSN relève toutefois que le dimensionnement au SND des assemblages boulonnés « support/rondelle » et « rondelle/bloc-pile » n'a pas été justifié par l'ILL. **La réponse apportée par l'ILL au deuxième point de la demande n° 1 de la lettre citée en deuxième référence reste donc à compléter.** L'ILL a toutefois indiqué, lors de l'instruction, qu'une nouvelle étude de dimensionnement au SND du bloc-pile, réalisée à partir d'un modèle intégrant le caisson CRU et son supportage, sera transmise dans le cadre du réexamen de sûreté. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 1 formulée en annexe 4 au présent avis.**

3.1.2. Vannes pyrotechniques

Les vannes pyrotechniques situées dans le caisson du circuit CRU ont fait l'objet d'une qualification au SMS dans le cadre de la mise en service de ce circuit. L'ILL a indiqué, lors de la présente instruction, qu'il considérerait qu'une qualification au SND ne lui paraissait pas nécessaire compte tenu du fait que le spectre

³ Règles de conception et de construction des matériels mécaniques des îlots nucléaires des réacteurs à eau pressurisée (RCC-M). Ce code est couramment utilisé pour la conception et le dimensionnement mécanique d'équipements implantés dans des installations nucléaires.

sismique retenu pour l'essai de qualification au SMS est proche du spectre SND défini pour le plancher du niveau C (hall des expérimentateurs). Sur ce point, l'IRSN rappelle que les vannes pyrotechniques sont situées sur la partie supérieure du bloc-pile et que, en raison de sa forme élancée, les accélérations que sa partie supérieure serait susceptible de subir en cas de séisme pourraient être notablement supérieures à celles ressenties au niveau C du bâtiment réacteur (cf. annexe 1). Par conséquent, l'IRSN considère qu'un essai de qualification des vannes pyrotechniques au SND est nécessaire, le spectre sismique retenu devant être enveloppe du spectre transféré au niveau du caisson du circuit CRU. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 formulée en annexe 3 au présent avis.**

L'ILL a par ailleurs présenté une étude de vieillissement visant à justifier la pérennité de la qualification des vannes compte tenu de l'impossibilité de réaliser des essais périodiques de manœuvre de ces vannes à usage unique. L'ILL prévoit de remplacer tous les dix ans les composants dont le vieillissement a été identifié comme le plus critique au regard des conditions d'implantation dans le bloc-pile, à savoir les joints en élastomère et la cartouche pyrotechnique équipant les vannes. Il indique en outre que les autres constituants qui composent les vannes sont des pièces métalliques qui ne nécessitent pas d'être remplacées. **Les éléments présentés par l'ILL n'appellent pas de remarque de l'IRSN, ce qui permet de répondre à la question de sûreté portée par la demande n° 3 de la lettre citée en deuxième référence.**

3.2 Canne d'aspiration du circuit CRU et injection du circuit CES dans le bloc-pile

La canne du circuit CRU sera reliée au caisson des vannes pyrotechniques par un compensateur et une tuyauterie. La voie d'injection du circuit CES dans le bloc-pile sera raccordée au circuit CRU, à hauteur de la canne d'aspiration, par l'intermédiaire d'une tuyauterie en forme de U. En amont de cette tuyauterie, au niveau du platelage de la piscine, un flexible horizontal permettra le raccordement à une tuyauterie verticale fixée sur le cuvelage de la piscine du réacteur et reliée à l'actuel point d'injection du circuit CES dans la piscine du réacteur. La canne d'aspiration du circuit CRU et la tuyauterie en U d'injection du circuit CES dans le bloc-pile seront maintenues par deux supports supérieurs et deux supports inférieurs soudés sur le cuvelage de la piscine du réacteur (cf. annexe 1). La canne d'aspiration et la tuyauterie en U constitueront un ensemble solidaire dimensionné au SND et découplé, du point de vue sismique, du bloc-pile et de la tuyauterie amont du circuit CES.

L'ILL a présenté, dans son dossier, une étude de comportement au SND de l'ensemble constitué par la canne du circuit CRU, la tuyauterie en U du circuit CES et les supports associés fixés sur le cuvelage de la piscine du réacteur. Il a précisé au cours de l'instruction que les deux supports inférieurs seront soudés sur le cuvelage uniquement sur les angles, avec un cordon de soudure d'épaisseur 5 mm. L'IRSN considère que cette épaisseur de soudure ne correspond pas aux pratiques usuellement définies dans les codes de conception nucléaires (RCC-M³), qui recommandent une épaisseur égale à 0,7 fois l'épaisseur de la plaque du support objet de la soudure (*i.e.* 8 mm pour le cas présent), soit une épaisseur de 5,6 mm. L'IRSN relève par ailleurs que la partie du cuvelage modélisée dans le calcul est intégralement considérée en appui sur le béton de la piscine du réacteur alors qu'un espace (vide annulaire) sépare le cuvelage du béton en dessous du niveau 215 m NGF, ce niveau étant situé à quelques centimètres seulement en dessous des supports inférieurs (cf. annexe 1). L'absence de prise en compte de cet espace dans les calculs est susceptible de remettre en cause les conclusions établies par l'ILL quant à la résistance des soudures des supports inférieurs en cas de SND. Pour l'IRSN, la mise en œuvre, sur la totalité du contour des supports inférieurs de la canne d'aspiration du CRU et de la tuyauterie en U du CES soudés au cuvelage, de soudures d'épaisseur au moins égale à 5,6 mm

permettrait d'assurer, avec une bonne confiance, la résistance de ces dernières en cas de SND. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 4 formulée en annexe 3 au présent avis.**

Enfin, l'IRSN relève que le dimensionnement au SND de la tuyauterie située entre le caisson et le compensateur relié à la canne d'aspiration du circuit CRU n'a pas été justifié par l'ILL. Les éléments de justification correspondants restent à apporter dans le cadre de la réponse au deuxième point de la demande n° 1 de la lettre citée en deuxième référence. L'ILL s'est engagé à apporter ces éléments dans le cadre du réexamen de sûreté. **Ce point est repris dans l'observation n° 1 formulée en annexe 4 au présent avis.**

3.3 Injection du circuit CES dans la piscine du réacteur via la voie B du circuit CEN

L'ILL prévoit de modifier la voie d'injection du circuit CES dans la piscine du réacteur de sorte que celle-ci s'effectue désormais via la tuyauterie d'injection de la voie B du circuit CEN¹ dans la piscine du réacteur, par l'intermédiaire d'une dérivation mise en place sur la tuyauterie d'alimentation du circuit CES. Le raccordement de cette portion du circuit CES à la tuyauterie d'injection de la voie B du circuit CEN sera réalisé au moyen d'une tuyauterie en té, d'un compensateur assurant le découplage sismique et d'une conduite de raccordement équipée d'une vanne menant à la tuyauterie du circuit CEN (cf. annexe 1).

L'ILL a présenté des éléments visant à justifier, d'une part le dimensionnement au SND de la conduite de raccordement et du compensateur précité, d'autre part du dimensionnement au SMS de la tuyauterie en té du circuit CES. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de l'IRSN.** L'IRSN note toutefois que les résultats présentés n'incluent pas la vérification du dimensionnement du tronçon du circuit CEN connecté à la conduite de raccordement (tuyauteries et supports associés). Sur ce point, il convient de rappeler que, dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service du circuit CEN, l'ILL s'était engagé à modifier le tronçon de la voie d'injection de la voie B du circuit CEN et à mettre à jour les études mécaniques en conséquence. L'ILL s'est engagé, au cours de la présente instruction, à ce que ces études prennent en compte la nouvelle conduite de raccordement du circuit CES au circuit CEN. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 2 formulée en annexe 4 au présent avis.**

4 - Dimensionnement du contrôle-commande

Les fonctions assignées au contrôle-commande des circuits CES et CRU sont cohérentes avec les exigences fonctionnelles définies au stade de la mise en service du circuit CRU. Dans un objectif de cohérence avec la logique d'ensemble retenue pour le contrôle-commande des circuits « noyau dur » du RHF, l'ILL prévoit de modifier la logique de contrôle-commande initialement retenue pour ces circuits afin d'assurer une redondance complète des deux voies permettant l'enclenchement des circuits. **Ceci est satisfaisant.**

L'IRSN note par ailleurs que les exigences de conception, de construction et d'installation du contrôle-commande du circuit CES sont identiques à celles retenues pour le circuit CRU compte tenu de l'intégration du système de contrôle-commande du circuit CES dans une armoire commune à celle des circuits CRU et CEN. En outre, les capteurs de niveau d'eau et de pression dans le bloc-pile utilisés par le circuit CRU ont fait l'objet d'une conception répondant aux exigences du paragraphe 6.2.4 de la norme CEI 62138, ainsi que d'une qualification de leur résistance aux rayonnements ionisants. **L'IRSN considère que les dispositions prises par l'ILL sont satisfaisantes et permettent de répondre à la question de sûreté portée par la demande n° 2 de la lettre citée en deuxième référence.** Enfin, l'ILL a indiqué, lors de l'instruction, que l'ensemble des éléments participant au contrôle-commande du circuit CRU ont fait l'objet d'une qualification sismique au SND (armoire de contrôle-commande, boîtiers de sécurité électroniques, boîtiers

généraux et instrumentation). **Ceci est satisfaisant et permet de répondre à la question de sûreté portée par le premier point de la demande n°1 de la lettre citée en deuxième référence.**

5 - Mise à jour du référentiel de sûreté

En support à sa demande d'autorisation de modifier les circuits CRU et CES, l'ILL a transmis une mise à jour du référentiel de sûreté de l'installation. **Les contrôles et essais périodiques (CEP) prévus pour les circuits CRU et CES dans la mise à jour des RGE n'appellent pas de remarque de l'IRSN.** Il est à noter que le remplacement des cartouches explosives des vannes pyrotechniques et des piles permettant la génération du courant électrique nécessaire à leur explosion est déjà précisé dans les RGE. **L'IRSN considère que ces éléments permettent de répondre à la question de sûreté portée par la demande n°4 de la lettre citée en deuxième référence.** L'IRSN relève toutefois que la mise à jour du rapport de sûreté inclut des éléments non acquis au stade de la présente demande de modification, comme la qualification des vannes pyrotechniques au SND (voir paragraphe 3.1.2). **L'IRSN rappelle que les évolutions du référentiel de sûreté doivent être cohérentes avec les éléments transmis dans le cadre de la demande de modification des circuits CRU et CES.**

La mise à jour des RGE inclut par ailleurs la suppression des CEP du poste de contrôle et de secours n°2 (PCS2) et du diesel « tsunamistique » mis en place provisoirement, à la suite de l'accident survenu à la centrale de Fukushima-Daiichi, en tant que moyen d'alimentation de secours de certains systèmes de l'installation en cas d'inondation extrême. **Les modifications prévues par l'ILL n'appellent pas de remarque compte tenu de la mise en service récente du nouveau poste de contrôle et de secours n°3 (PCS3), dimensionné aux aléas extrêmes et abritant, au niveau supérieur, deux systèmes diesels redondants.** Enfin, l'IRSN relève que la fréquence de contrôle des « automatismes de déclenchement » du circuit CEN a été modifiée dans la mise à jour des RGE transmise. En vue d'assurer une cohérence globale de traitement des systèmes appartenant au « noyau dur » du RHF, l'ILL s'est engagé, lors de l'instruction, à conserver la périodicité des contrôles des « automatismes de déclenchement » du circuit CEN telle qu'initialement retenue. **Ce point fait l'objet de l'observation n°3 formulée en annexe 4 au présent avis.**

6 - Risques liés aux travaux de mise en œuvre des modifications

L'ILL identifie les travaux portant sur les portions de tuyauterie des circuits CES et CRU situées dans la piscine du réacteur comme les opérations les plus sensibles du point de vue de la sûreté et de la radioprotection des travailleurs. À cet égard, il prévoit notamment l'installation d'un filet de protection dans la piscine du réacteur afin de prévenir les chutes d'outils qui pourraient endommager des doigts de gants. Par ailleurs, certaines opérations de soudures de supports sur le cuvelage de la piscine du réacteur nécessitent l'intervention d'opérateurs sous le platelage de la piscine, à proximité du bloc-pile. Afin de limiter l'exposition aux rayonnements ionisants des opérateurs concernés, l'ILL prévoit la mise en place d'une nacelle de protection radiologique. Il a également défini des valeurs de doses collective et individuelle à ne pas dépasser. **Les dispositions présentées par l'ILL n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

Par ailleurs, suite à l'incident de contamination survenu en juillet 2017 dans le bâtiment réacteur, l'ILL a procédé à des actions de décontamination qui ont permis l'atteinte d'un très faible niveau d'activité résiduelle sur le plancher du hall réacteur (niveau D), **ce qui est satisfaisant.** L'IRSN estime toutefois que l'ILL devrait vérifier les niveaux d'activité au niveau de la partie supérieure du bloc-pile et de la paroi

interne de la piscine du réacteur, préalablement à l'intervention des opérateurs chargés de réaliser des travaux dans la piscine. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 4 formulée en annexe 4 au présent avis.**

Enfin, l'ILL a identifié la nécessité de rendre indisponible le CES pendant la durée des travaux nécessaires aux modifications concernant ce circuit. L'ILL demande dès lors l'autorisation de déroger temporairement à la RGE n° 10 qui requiert la disponibilité du CES en tant que moyen d'appoint en eau du canal 2 pour éviter le risque de dénoyage des combustibles irradiés qui y sont entreposés. Au titre de mesure compensatoire, l'ILL prévoit la mise en place d'une ligne d'alimentation en eau reliée au réseau d'extinction « incendie » de l'installation. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

7 - Conclusion

En conclusion de son évaluation, sur la base des documents examinés et des éléments recueillis au cours de l'instruction, l'IRSN estime acceptable, du point de vue de la sûreté, la modification des circuits CRU et CES telle que présentée par l'ILL, sous réserve de la prise en compte des recommandations formulées en annexe 3 et des engagements pris par l'ILL lors de l'instruction et repris dans les observations n° 1 à 3 formulées en annexe 4 au présent avis.

Par ailleurs, l'IRSN formule l'observation n° 4 en annexe 4 dont l'ILL devrait tenir compte.

Enfin, concernant le circuit CRU, l'IRSN considère que les éléments transmis par l'ILL :

- répondent aux questions de sûreté portées par les demandes n° 1 (premier point uniquement), 2, 3 et 4 de la lettre citée en deuxième référence ;
- doivent être complétés pour répondre au deuxième point de la demande n° 1 de la lettre citée en deuxième référence ;
- ne permettent pas de démontrer complètement le respect des exigences « noyau dur » définies par les prescriptions [ILL-NB67-ND 01], [ILL-INB67-ND 02], [ILL-INB67-ND 04] et [ILL-INB67-ND 05] de la décision citée en troisième référence.

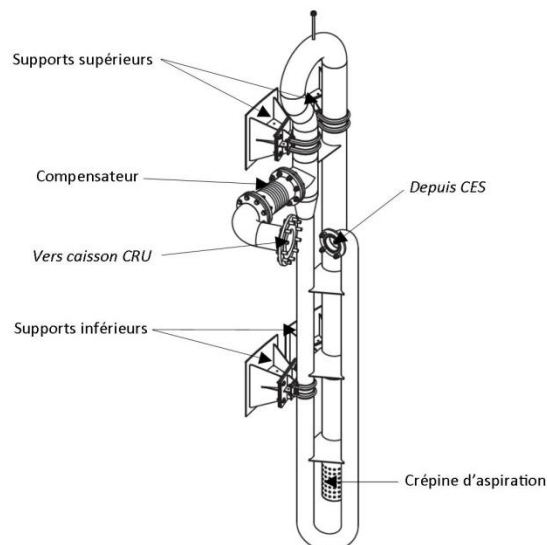
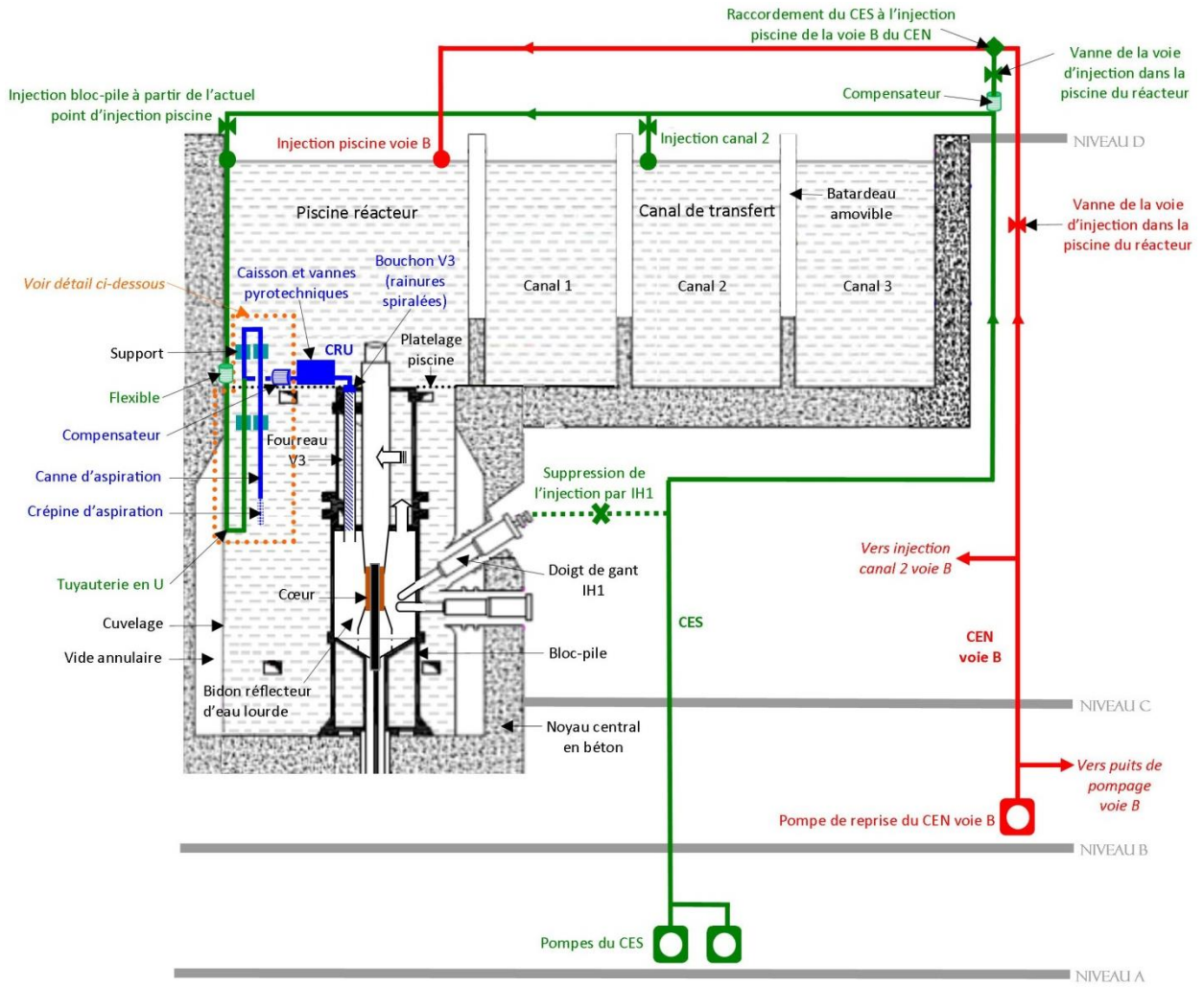
Pour le Directeur général et par délégation,

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'avis IRSN/2017-00368 du 27 novembre 2017

Schéma de principe des modifications des circuits CRU et CES envisagées par l'ILL



Annexe 2 à l'avis IRSN/2017-00368 du 27 novembre 2017
Demandes de l'ASN et prescriptions applicables au circuit CRU

Demandes à prendre en compte pour la mise en œuvre d'un mode d'enclenchement automatique du circuit CRU issues de la lettre citée en deuxième référence

1. Je vous demande de compléter et de finaliser la justification au séisme de niveau SMS :

- du bon comportement de l'ensemble de la chaîne de contrôle-commande du CRU (sondes de niveau, boîtiers de sécurité électroniques, boîtiers généraux, etc.) ;
- du maintien de la stabilité et de l'intégrité des éléments structurels du circuit d'alimentation (tuyauteries, caisson des vannes, châssis, etc.) en tenant compte de l'implantation définitive de ces éléments.

Dans le cas où le CRU ferait partie du « noyau dur » de l'installation, cette justification devra en outre prendre en considération un niveau de séisme réévalué sur la base des conclusions tirées des enseignements des ECS.

2. Je vous demande de justifier :

- le choix et les modalités d'utilisation de l'ensemble des capteurs mis en place pour le fonctionnement du CRU au regard des exigences de la norme CEI 62138 (paragraphe 6.2.4) ou du RCC-E (chapitre C5333) ;
- la qualification de ces capteurs aux conditions d'ambiance radiologique qu'ils sont susceptibles de rencontrer.

3. Dans l'objectif d'assurer la pérennité de la qualification des vannes pyrotechniques au regard des conditions réelles rencontrées dans l'installation et de leur propre vieillissement, je vous demande d'étudier la possibilité de mettre en place des dispositions de contrôle ou de suivi en service des parties mécaniques des vannes pyrotechniques mises en jeu lors du déclenchement du CRU. À défaut, vous envisagerez des mesures de maintenance préventives telles que par exemple un remplacement échelonné des vannes pyrotechniques. Vous me présenterez les conclusions de cette étude.

4. Je vous demande de prévoir dans les règles générales d'exploitation (RGE) l'échelonnement du remplacement :

- des piles alimentant les boîtiers de sécurité électroniques qui équipent le contrôle-commande des vannes pyrotechniques ;
- des charges explosives mises en œuvre dans l'ouverture des vannes pyrotechniques.

Prescriptions relatives au « noyau dur » issues de la décision citée en troisième référence

[ILL-INB67-ND 01]

I. Les équipements nouveaux du noyau dur sont conçus, construits et exploités de manière à remplir leurs fonctions pendant la durée nécessaire à l'atteinte et au maintien d'un état sûr. Les systèmes, structures et composants (SSC) constituant ce noyau dur sont des éléments importants pour la protection (EIP). Les fonctions du noyau dur sont assurées par des SSC ayant fait l'objet de la qualification décrite au II de l'article 2.5.1 de l'arrêté du 7 février 2012 susvisé pour les situations noyau dur.

II. Au plus tard lors du prochain réexamen de sûreté de l'installation, l'exploitant intègre, dans les documents mentionnés aux articles 8 et 20 du décret du 2 novembre 2007 susvisé, les exigences détaillées en matière de conception, réalisation, contrôle, qualification et suivi en exploitation assignées au noyau dur, pour démontrer la disponibilité élevée des fonctions assurées par le noyau dur dans les situations noyau dur avec un haut niveau de confiance. À cet égard, les documents mentionnés aux articles 8 et 20 du décret du 2 novembre 2007 susvisé préciseront les règles en cas d'indisponibilité des constituants du noyau dur.

[ILL-INB67-ND 02]

L'aléa sismique, à prendre en compte pour les SSC du noyau dur, défini par un spectre de réponse, doit :

- être enveloppe du séisme majoré de sécurité (SMS) de site, majoré de 50 % ;*
- être enveloppe des spectres définis de manière probabiliste avec une période de retour de l'ordre de 20 000 ans ;*
- prendre en compte pour sa définition, les effets de site particuliers et notamment la nature des sols.*

Pour les SSC nouveaux du noyau dur, l'exploitant retient un spectre majoré par rapport au spectre de réponse défini ci-dessus.

[ILL-INB67-ND 04]

Pour la conception des SSC nouveaux du noyau dur, l'exploitant utilise des règles de conception et de construction codifiées ou à défaut conformes à l'état de l'art. Il démontre l'intégrité et la fonctionnalité de ces SSC au regard de la situation traitée.

Pour les SSC existants dont la justification en situations noyau dur ne pourrait être acquise sur la base des règles de conception et de construction codifiées ou, à défaut, conformes à l'état de l'art, il justifie ces SSC sur la base de méthodes déterministes réalistes ; il utilise en tout état de cause des critères garantissant la fonctionnalité des SSC vis-à-vis des missions qu'ils ont à accomplir en situations noyau dur. Dans les cas où la justification sur la base de ces méthodes n'est pas acquise, l'exploitant étudie le remplacement ou le renforcement de ces SSC.

[ILL-INB67-ND 05]

Pour la vérification des équipements agresseurs du noyau dur, l'exploitant retient des critères adaptés aux exigences fonctionnelles requises pour ces équipements.

Annexe 3 à l'avis IRSN/2017-00368 du 27 novembre 2017

Recommandations

Recommandation n° 1 :

L'IRSN recommande que l'ILL réalise une qualification fonctionnelle du circuit CRU et de l'injection du circuit CES dans le bloc pile dans les conditions les plus représentatives possibles, cette qualification devant être réalisée au plus tard lors du prochain remplacement des doigts de gant H1-H2.

Recommandation n° 2 :

L'IRSN recommande que l'ILL réalise, avant la mise en service du circuit CES modifié, un essai de fonctionnement hydraulique de ce circuit incluant les modalités et les configurations testées lors de l'essai de fonctionnement quinquennal qui lui est associé.

Recommandation n° 3 :

L'IRSN recommande que l'ILL procède à l'essai de qualification des vannes pyrotechniques du circuit CRU au séisme de niveau « noyau dur » au plus tard au moment de l'essai de qualification fonctionnelle prévu pour ce circuit. Le spectre retenu pour la qualification sismique des vannes devra être enveloppe du spectre transféré au niveau du caisson abritant ces vannes situé en partie haute du bloc-pile.

Recommandation n° 4 :

L'IRSN recommande que l'ILL réalise des soudures d'épaisseur minimale égale à 5,6 mm sur l'ensemble du contour des supports inférieurs de la canne d'aspiration du circuit CRU et de l'injection du circuit CES dans le bloc-pile.

Annexe 4 à l'avis IRSN/2017-00368 du 27 novembre 2017

Observations

Observation n° 1 :

L'ILL s'est engagé à réaliser, dans le cadre du réexamen de sûreté de 2017, une nouvelle étude mécanique complète du bloc-pile incluant la justification du dimensionnement du circuit de renoyage ultime (CRU) au séisme de niveau « noyau dur ».

Observation n° 2 :

L'ILL s'est engagé à reprendre les calculs justifiant la flexibilité et le supportage du tronçon CEN-B2 du circuit CEN, en prenant en compte, d'une part le compensateur de découplage entre l'enceinte et la dalle du niveau D, d'autre part la conduite de raccordement située entre le circuit CES et le circuit CEN.

Observation n° 3 :

L'ILL s'est engagé à modifier les règles générales d'exploitation de sorte qu'elles mentionnent que les contrôles et essais périodiques des automatismes de déclenchement du circuit CEN doivent être réalisés lors de chaque arrêt intercycle du réacteur.

Observation n° 4 :

L'ILL devrait contrôler les niveaux de contamination de la partie supérieure du bloc-pile et de la paroi interne de la piscine du réacteur préalablement aux interventions des opérateurs à proximité de ces zones.