



**Avis n° 2026-AV-027 de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection
du 19 mai 2026 relatif aux options de sûreté présentées par CALOGENA
concernant sa démarche de diversification du système d'arrêt du réacteur CAL-30**

L'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection,

Vu le code de l'environnement, notamment le titre IX de son livre V et son article R. 593-14 ;

Vu le code de la santé publique, notamment son article L. 1333-2 ;

Vu l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base ;

Vu la décision n° 2015-DC-0532 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 17 novembre 2015 relative au rapport de sûreté des installations nucléaires de base ;

Vu le guide de l'Autorité de sûreté nucléaire n° 22 du 18 juillet 2017 relatif à la conception des réacteurs à eau sous pression ;

Vu le courrier de CALOGENA référencé CAL-030-L-0-GEN-LEE-001-01 du 31 octobre 2024, modifié par le courrier référencé CAL-30-L-0-GEN-LEE-002-01 du 19 juin 2025, sollicitant l'avis de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection sur les options de sûreté relatives à la diversification du système d'arrêt de son réacteur CAL-30 ;

Vu le dossier d'options de sûreté de CALOGENA référencé CAL-030-E-0-SUR-DTE-001 du 30 octobre 2024 et sa mise à jour du 26 janvier 2026 intégrant les éléments complémentaires ou modificatifs apportés par CALOGENA au cours de l'instruction réalisée par les services de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection ;

Vu la note de synthèse relative à la diversification du système d'arrêt du réacteur, dossier support aux options de sûreté du réacteur CAL-30, référencé CAL-030-E-1-SUR-NTE-037 du 13 février 2025 et sa mise à jour du 14 avril 2026 intégrant les éléments complémentaires ou modificatifs apportés par CALOGENA au cours de l'instruction réalisée par les services de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection ;

Vu l'avis du Groupe transverse d'experts pour les réacteurs innovants référencé CODEP-DFP-2026-017964 du 19 mars 2026, ;

Considérant que, par courrier du 31 octobre 2024 susvisé, modifié par le courrier du 19 juin 2025 susvisé, CALOGENA a sollicité l'avis de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection sur les options de sûreté relatives à la diversification du système d'arrêt de son réacteur CAL-30 définies par les documents CAL-030-E-0-SUR-DTE-001 et CAL-030-E-1-SUR-NTE-037 dans leur versions mises à jour au 14 avril 2026,

Rend l'avis suivant :

Le réacteur CAL-30 de CALOGENA est un réacteur nucléaire d'une puissance de 30 MW thermiques utilisant de l'eau légère à la fois comme modérateur et comme caloporteur.

Pour assurer la maîtrise de sa réactivité, ce réacteur dispose de deux systèmes d'arrêt d'urgence (AU), le premier qualifié de « principal » et le second de « diversifié », chacun permettant, en situation incidentelle ou accidentelle, d'atteindre rapidement un état sous-critique du cœur.

Ces deux systèmes reposent sur un même principe consistant en une insertion gravitaire rapide d'un ensemble de grappes de crayons d'absorbants neutroniques dans le cœur.

La sollicitation de ces deux systèmes d'arrêt d'urgence du réacteur CAL-30 est induite selon la même séquence suivante :

- étape 1 : détection d'une situation anormale nécessitant l'arrêt du réacteur et émission du signal d'arrêt d'urgence ;
- étape 2 : ouverture des dispositifs de préhension des tiges de commandes des grappes de crayons d'absorbants neutroniques ;
- étape 3 : chute gravitaire des ensembles mobiles de grappes de crayons absorbants.

L'évaluation par l'ASNR de ces options a porté sur la démarche de conception prudente mise en œuvre par CALOGENA afin d'atteindre un haut niveau de fiabilité pour la fonction de maîtrise de la réaction nucléaire, en particulier par une diversification adéquate des moyens utilisés.

1. Démarche de diversification concernant les étapes 1 et 2 de la sollicitation des systèmes d'arrêt d'urgence

L'ASNR considère que les options de sûreté présentées par CALOGENA relatives aux systèmes d'arrêt d'urgence de son réacteur CAL-30 sont satisfaisantes au niveau des principes retenus à ce stade pour ce qui concerne :

- la redondance et la diversification de l'instrumentation et du contrôle-commande prévues pour l'émission automatique des signaux d'arrêt d'urgence du réacteur,
- l'activation systématique du groupe d'arrêt diversifié par l'ordre de chute du groupe d'arrêt principal,
- la diversification retenue au niveau de la technologie et des fournisseurs pour les mécanismes de préhension des systèmes d'AU principal et diversifié,
- le maintien des mêmes exigences de qualité de conception et de réalisation pour les composants des mécanismes de commande du système d'AU diversifié que celles retenues pour le système d'AU principal.

L'ASNR relève toutefois que, dans ses options de sûreté, CALOGENA ne formule pas à ce stade d'exigence de diversification des dispositifs de coupure de l'alimentation électrique des mécanismes de préhension des grappes des deux systèmes d'AU. Cette absence de diversification de ces dispositifs de coupure n'est pas adéquate au regard du risque de défaillance de mode commun que cela représente pour les deux systèmes d'AU et au regard de la disponibilité de solutions raisonnables de diversification de ce type de composant.

La démarche de diversification concernant la mise en œuvre des étapes 1 et 2 de la sollicitation des deux systèmes d'arrêt d'urgence du réacteur CAL-30 est globalement satisfaisante mais peut être encore raisonnablement renforcée.

L'ASNR considère que CALOGENA devra, dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création, présenter des dispositions de diversification des dispositifs de coupure de l'alimentation électrique des mécanismes de préhension des grappes des deux systèmes d'arrêt d'urgence.

2. Absence de diversification fonctionnelle des parties mobiles des systèmes d'arrêt d'urgence sollicitées à l'étape 3

Concernant la fiabilité de la chute gravitaire des barres libérées de leur système de préhension, CALOGENA retient, pour les parties mobiles (grappes et leurs tiges de commande, ces dernières étant particulièrement longues) et leurs dispositifs de guidage, des exigences de conception visant à prévenir toute déformation mécanique susceptible de conduire à un blocage mécanique des grappes. Pour le dimensionnement de ces composants, le cas de charge pénalisant retenu par CALOGENA correspond aux sollicitations mécaniques induites par des séismes extrêmes¹. En complément à cette exigence de dimensionnement, CALOGENA prévoit la réalisation d'essais de chute de grappes afin de vérifier l'absence de blocage mécanique malgré un désalignement forcé des structures de guidage, simulant de manière pénalisante les effets d'une déformation induite par un séisme extrême.

L'ASNR considère que ces intentions présentées au stade des options de sûreté vont dans le sens d'une réduction du risque de blocage par mode commun des deux systèmes d'arrêt d'urgence.

L'absence de diversification fonctionnelle des parties mobiles sollicitées à l'étape 3 est acceptable dans son principe. Néanmoins, cette option de sûreté nécessitera d'être consolidée par des éléments détaillés de conception, de qualification et d'essais.

L'ASNR considère que, dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création, CALOGENA devra présenter des éléments détaillés concernant leur dimensionnement effectif ainsi que des éléments justificatifs de la représentativité du programme de qualification prévu, en particulier des essais, pour assurer leur opérabilité en situations incidentelles et accidentelles, y compris en cas de séisme extrême ou de chute d'aéronef.

3. Maintien de la capacité d'arrêt du réacteur en situation de blocage de grappes

Compte tenu d'une part que les deux systèmes d'arrêt d'urgence disposent d'une conception identique pour ce qui concerne leurs parties mobiles et les dispositifs de guidage associés, et d'autre part de la très grande hauteur de ces parties mobiles, l'ASNR considère qu'une situation de blocage mécanique multiple des grappes par mode commun ne peut pas être totalement écartée.

Au cours de l'instruction, CALOGENA a présenté des premiers résultats d'études visant à évaluer les conséquences d'un blocage mécanique de toutes les grappes lors de la sollicitation de l'arrêt d'urgence du réacteur. Ces premiers résultats indiquent qu'un délai de plusieurs heures serait disponible pour mettre en œuvre une solution pour arrêter la réaction nucléaire avant que le combustible du réacteur ne soit endommagé.

Une situation de blocage mécanique multiple de grappes ne pouvant être écartée du fait de l'absence de diversification fonctionnelle des parties mobiles des deux systèmes d'arrêt d'urgence, un moyen alternatif simple et robuste du réacteur est à prévoir en dernier recours afin d'être toujours en capacité d'arrêter la réaction nucléaire.

L'ASNR considère que, dans le cadre d'une éventuelle demande d'autorisation de création, CALOGENA devra présenter :

- **un moyen alternatif², simple et robuste, d'arrêt de la réaction en chaîne en cas de blocage total des mécanismes des grappes. CALOGENA devra préciser si ce moyen relève de la démonstration de sûreté de son réacteur ou s'il constitue un moyen ultime de crise ;**

¹ Conformément au III.4.6 du guide ASN n° 22, il s'agit d'un niveau de séisme encore plus sévère que le séisme majoré de sécurité, résultant notamment des enseignements tirés de l'accident de la centrale de Fukushima Dai-ichi.

² Par exemple sous forme d'un moyen d'injection d'un absorbant neutronique dans l'eau de la cuve.

- **des études de situations accidentelles cumulées avec un blocage mécanique de l'ensemble des grappes d'arrêt. Ces études devront justifier que dans de telles situations le moyen alternatif permet d'arrêter la réaction nucléaire avant qu'il n'y ait un endommagement du combustible.**

Fait à Montrouge, le 19 mai 2026.

Le collège de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection*,

Signé par :

Pierre-Marie ABADIE

Olivier DUBOIS

Stéphanie GUÉNOT BRESSON

* *Commissaires présents en séance.*