ASNR Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Monsieur le Directeur de la direction des déchets, des installations de recherche et du cycle

Fontenay-aux-Roses, le 16 février 2026

AVIS D'EXPERTISE N° 2026-00021 DU 16 FEVRIER 2026

Objet : **Représentativité des prélèvements dans les émissaires des INB du CEA**

Références : [1] Lettre ASN CODEP-DRC-2023-030671 du 9 novembre 2023.
[2] Avis IRSN 2016-00074 du 4 mars 2016.

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a sollicité l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les éléments apportés par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) concernant la représentativité des prélèvements dans les émissaires des Installations nucléaires de base (INB) du CEA.

Au 1er janvier 2025, l'ASN et l'IRSN sont devenus l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR). Le présent avis de la Direction de l'expertise en sûreté de l'ASNR vient en réponse à la lettre citée en première référence.

1. CONTEXTE

En application de l'arrêté du 9 août 2013 et afin de justifier le respect des limites fixées par les autorisations de rejet d'effluents gazeux des INB, chaque cheminée doit être équipée de dispositifs de prélèvement et de mesure de l'activité des effluents rejetés dans l'environnement. Plusieurs évènements déclarés entre 2012 et 2016 par les exploitants d'INB concernent des défauts relatifs à la mesure de l'activité des rejets gazeux.

À la suite de ce constat, l'ASN a demandé aux exploitants d'INB de type laboratoires et usines de présenter les dispositions mises en œuvre pour les prélèvements d'effluents gazeux aux émissaires et de procéder à certaines vérifications visant à garantir la représentativité de ces prélèvements. Les réponses des exploitants ont fait l'objet de l'avis de l'IRSN cité en seconde référence.

En 2020, l'ASN a demandé au CEA des compléments sur les émissaires de ses différentes installations. Le CEA a apporté une première réponse en 2021, complétée par un second courrier en 2022. Par lettre citée en première référence, l'ASN a demandé l'avis de l'IRSN concernant ces éléments, et plus précisément sur les points suivants :

- la représentativité des points de prélèvements des INB du CEA notamment la cohérence des résultats des mesures transmis au regard des dispositions de la norme ISO NF 2889 et des demandes précédemment formulées par l'ASN ;
- la stratégie adoptée par le CEA, notamment sur le choix d'installations pilotes par site ;
- les arguments du CEA concernant l'emploi de gaz traceur lors des essais ;
- les données de perméance transmises pour chacun des émissaires.

Adresse du siège social : 15 rue Louis Lejeune - 92120 Montrouge
Adresse postale : BP 17 - 92262 Fontenay-aux-Roses cedex
Tél. : +33 (0)1 58 35 88 88 - Courriel : asnr-courrier@asnr.fr

2. STRATEGIE DE REPONSE DU CEA

En réponse aux demandes de l'ASN, le CEA a réalisé un état des lieux des éléments dont il dispose concernant la représentativité des prélèvements dans l'ensemble des émissaires de ses INB. Plus précisément, les éléments fournis concernent :

- la conformité à la norme NF ISO 2889-2023 (existence de test de représentativité au gaz, respect du critère de perméance et conformité au point de prélèvement) ;
- la mesure du débit (présence d'un débitmètre ou utilisation d'un débit forfaitaire) ;
- la composition du système de prélèvement (présence de buses de prélèvement et existence de schéma sur le positionnement du système dans l'émissaire).

Concernant les demandes spécifiques à chacun des sites, le CEA apporté des éléments complémentaires pour trois installations qu'il considère comme pilotes dans le cadre de cette étude. Les INB ainsi retenues sont :

- l'INB n° 72, sur le centre de Paris-Saclay, pour laquelle des actions étaient déjà entreprises dans le cadre de la réponse à l'engagement 24 pris à l'issue de l'expertise de son dossier de réexamen périodique de la sûreté ;
- l'INB n°148 (ATALANTE), sur le centre de Marcoule, pour laquelle une action est aussi en cours sur le sujet (dans le plan global d'actions présenté dans son dossier de réexamen périodique de la sûreté) ;
- l'INB n°171 (AGATE), sur le centre de Cadarache, qui a été retenue car l'installation est récente et son émissaire présente des caractéristiques favorables à la représentativité.

Le CEA a indiqué que ces demandes sont en cours de traitement pour les autres INB.

Pour la Direction de l'expertise en sûreté, il est nécessaire de traiter les différents émissaires au cas par cas. En effet, si les méthodes de qualification et les protocoles mis en œuvre peuvent être uniformisés, les résultats des essais ou des modélisations dépendent de la géométrie des émissaires, des systèmes de prélèvements et du débit de ventilation. Il appartient ainsi au CEA de tenir compte des recommandations et des remarques formulées dans cet avis lors de l'analyse de la représentativité des prélèvements pour les INB restantes.

En tout état de cause, la Direction de l'expertise en sûreté souligne l'important travail réalisé par le CEA pour réunir les éléments nécessaires à la construction de cet état des lieux qui constitue une première étape de réponse aux demandes de l'ASN.

3. REPRESENTATIVITE DES POINTS DE PRELEVEMENT

3.1. MESURE DES DEBITS D'AIR EN CHEMINEE ET DANS LE SYSTEME DE PRELEVEMENT

Les mesures des débits volumiques d'air, d'une part en cheminée, d'autre part dans le système de prélèvement, sont nécessaires à l'évaluation des rejets. La mesure du débit volumique d'air en cheminée est, en outre, règlementée par l'arrêté du 9 août 2013[1].

Concernant la mesure des débits d'air dans la cheminée, le CEA a apporté les éléments pour répondre à la demande de l'ASN. **Pour les émissaires qui ne seraient pas équipés d'une mesure en continu de ce débit, il appartient au CEA de mettre à niveau les débitmètres existants afin d'obtenir une mesure du débit en continu, ou de déposer auprès de l'ASNR les demandes de dérogation nécessaires.**

[1] Arrêté du 9 août 2013 portant homologation de la décision n° 2013-DC-0360 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2013 relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base modifié par l'arrêté du 5 décembre 2016 portant homologation de la décision n°2016-DC-0569 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 29 septembre 2016.

Concernant la mesure des débits de prélèvement, le CEA n'a pas apporté d'autres éléments que ceux présentés pour les émissaires des trois INB pilotes. **Il appartient au CEA d'apporter des éléments de réponses relatifs à la mesure des débits de prélèvement pour l'ensemble des émissaires de ses installations.**

3.2. HOMOGENEITE AU POINT DE PRELEVEMENT

Afin d'assurer le prélèvement d'un échantillon représentatif des rejets, la norme NF ISO 2889 préconise que les concentrations des différents contaminants soient homogènes sur toute la surface du plan de prélèvement. Pour s'assurer de cette homogénéité, la norme propose de vérifier que, d'une part le coefficient de variation[2] (COV) des concentrations sur les deux tiers centraux de la section est inférieur à 20%, d'autre part aucune des valeurs mesurées ne s'écarte de plus de 30% de la moyenne de ces valeurs. Ce critère doit être vérifié pour des gaz mais aussi pour des particules d'aérosols de 10 µm, à moins que des données ne soient disponibles sur la distribution granulométrique des particules d'aérosols présents dans les effluents gazeux produits par l'installation, pour l'ensemble des situations de fonctionnement normal et incidentel.

Dans son état des lieux, le CEA analyse la conformité du point de prélèvement dans l'émissaire sur la base de deux critères : la valeur du coefficient de variation et la distance du plan de prélèvement aux perturbations de l'écoulement[3]. Le point de prélèvement est déclaré conforme dès lors qu'un des deux critères est respecté. **La Direction de l'expertise en sûreté souligne que le critère de distance, bien que mentionné dans la norme, n'est valable que « dans un écoulement d'air bien mélangé », c'est-à-dire que cette condition doit être vérifiée avant d'appliquer le critère. Or ce n'est pas le cas dans l'étude du CEA. Ainsi, il n'y a pas lieu d'utiliser le critère de distance pour statuer sur la conformité des plans de prélèvement. Dans ces conditions, la Direction de l'expertise en sûreté recommande que le CEA réexamine la conformité de l'emplacement des points de prélèvement qu'il a déclarés conformes sur le seul critère de leur distance aux perturbations du flux d'air présentes en aval et en amont dans l'émissaire** (cf. recommandation n°1 rappelée en annexe au présent avis).

La détermination du COV en concentration au plan de prélèvement proposé par le CEA est fondée sur des modélisations numériques ou des essais gazeux. La norme NF ISO 2889 préconise de réaliser ces essais pour des particules d'aérosols de 10 µm. Pour justifier son choix de ne pas réaliser d'essais particulaires, le CEA s'appuie sur, d'une part l'absence de particules d'aérosols de gros diamètre en aval de filtres de Très Haute Efficacité (THE), d'autre part la similarité de comportement entre les gaz et les particules. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que la présence de particules d'aérosols de 10 µm en aval des filtres THE ne peut être exclue en situation incidentelle ou en cas de défaut mineur sur un filtre. Concernant la similitude de comportement entre les gaz et les particules d'aérosols de 10 µm, des études récentes (modélisations numériques et essais expérimentaux) ont montré une similitude de comportement dès lors que le point de prélèvement se situe à plus de 10 diamètres hydrauliques du dernier raccordement aéraulique.**

Ainsi, en l'absence de justification sur la répartition de la granulométrie des rejets d'effluents gazeux de l'installation, la Direction de l'expertise en sûreté recommande que le CEA vérifie, à l'aide d'essais particulaires ou de modélisations numériques, le critère d'homogénéité du plan de prélèvement (coefficient de variation sur les deux tiers centraux inférieur à 20%) pour des particules de diamètre aérodynamique de 10 µm, pour les émissaires dont le plan de prélèvement est placé à une distance inférieure à 10 diamètres hydrauliques en aval du dernier raccordement aéraulique (cf. recommandation n°2 rappelée en annexe au présent avis).

3.3. PERMEANCE DES LIGNES DE PRELEVEMENT

La norme NF ISO 2889-2023 définit la perméance d'un système de prélèvement comme le rapport entre la concentration à la sortie du système d'échantillonnage, lignes de transport comprises, et la concentration en

---

[2] Par définition, le coefficient de variation (COV) est le rapport entre l'écart-type et la moyenne. Ainsi une valeur de COV petite indique une bonne homogénéité des valeurs, inversement un COV élevé est caractéristique d'une forte hétérogénéité des valeurs mesurées.

[3] Le CEA considère que la point de prélèvement est conforme si le plan de perturbation se situe entre 5 et 10 diamètres hydrauliques en aval d'une perturbation d'écoulement et à plus de 3 diamètres hydrauliques en amont d'une perturbation d'écoulement.

particules dans l'émissaire de rejet. Elle traduit l'efficacité du système de prélèvement et doit, à ce titre, être déterminée, selon la norme, pour des particules monodispersées de 10 µm (sauf dans les cas où des données supplémentaires concernant la distribution en taille des aérosols sont disponibles).

La perméance d'un système de prélèvement peut être déterminée par des essais et par des modélisations de l'écoulement de la buse de prélèvement jusqu'aux appareils de mesure[4]. La norme NF ISO 2889-2023 préconise une valeur de perméance supérieure à 50%.

Le CEA a transmis des valeurs de perméance, résultat de mesures gazeuses, pour la plupart de ses émissaires. **La Direction de l'expertise en sûreté rappelle qu'un essai réalisé à l'aide d'un gaz, qui n'a par nature que très peu d'interactions avec la buse de prélèvement ou la ligne de transport, permet de vérifier l'absence de fuite du système de prélèvement, mais pas l'importance des phénomènes inertiels et de dépôts qui dégradent la perméance. Bien que ces essais gazeux soient nécessaires en complément d'une évaluation par modélisation numérique de la perméance ou pour s'assurer de l'absence de fuite, elles ne suffisent pas pour répondre aux demandes de l'ASN sur la perméance des systèmes de prélèvement. Il appartient donc au CEA d'apporter des éléments complémentaires sur ce point.**

L'isocinétisme[5] du prélèvement influe sur la qualité du prélèvement (concentration ou appauvrissement en particules les plus grosses), mais aussi sur les dépôts dans les buses de prélèvement. Aussi, bien qu'un manque d'isocinétisme puisse avoir un impact important sur la représentativité du prélèvement, cet aspect n'a été étudié par le CEA que pour deux des INB pilotes. **Ainsi, la Direction de l'expertise en sûreté recommande que le CEA estime l'impact du non-respect de l'isocinétisme (rapport d'aspiration et de transmission), aussi bien en régime de fonctionnement normal et incidentel, sur la perméance des lignes de prélèvement des émissaires de l'ensemble de ses INB et mette en œuvre les actions adaptées (réglages de débits d'aspiration, modifications éventuelles de sonde ou de ligne de prélèvement)** (cf. recommandation n°3 rappelée en annexe au présent avis).

3.4. NATURE DU SYSTEME DE PRELEVEMENT

La nature des systèmes de prélèvement installés sur l'ensemble des émissaires du CEA est très variée : sondes monobuses, carénées ou non, et sondes multibuses, présentant chacune des avantages et des défauts. Alors qu'une sonde monobuse nécessite une bonne homogénéité du plan de prélèvement mais va permettre de minimiser les pertes dans la sonde de prélèvement et faciliter les prélèvements isocinétiques, une sonde multibuses permet une bonne représentativité sur un plan de prélèvement hétérogène mais les dépôts dans les différentes buses seront plus importants et le prélèvement isocinétique plus difficile à réaliser. **Ainsi, pour la Direction de l'expertise en sûreté, l'utilisation de sondes monobuses est à privilégier, en particulier pour les émissaires dont l'homogénéité du plan de prélèvement peut être atteinte. Il appartient au CEA de s'interroger sur l'opportunité de remplacer les sondes multibuses de certains émissaires par des sondes monobuses, idéalement carénées, minimisant les dépôts de particules, afin d'effectuer un prélèvement plus représentatif, en particulier pour les émissaires dont l'homogénéité au point de prélèvement est bonne.**

4. CONTROLES PERIODIQUES

Une fois la représentativité des prélèvements démontrée, il est nécessaire de s'assurer que cette représentativité ne se dégrade pas au cours de la vie de l'installation. À ce jour, le CEA ne réalise des contrôles périodiques que sur les appareils de mesures d'activité et de débit, mais pas sur les systèmes de prélèvements ; il a toutefois indiqué qu'une réflexion était en cours sur le sujet.

---

[4] Une modélisation numérique de la perméance devra s'accompagner d'une mesure d'étanchéité de la ligne de prélèvement.

[5] Condition qui se produit lorsque la vitesse de l'air au niveau du plan d'entrée d'une buse est égale à la vitesse de l'air non perturbé dans un émissaire de rejet ou un conduit à l'entrée de la buse

L'étanchéité des lignes de prélèvements peut évoluer au cours de la vie d'une installation (vieillissement, manipulation des composants comme les déconnexions pour les étalonnages ou les contrôles des appareils de mesure) ; c'est pourquoi la norme NF ISO 2889 préconise une mesure régulière du taux de fuite de ces lignes. **Ainsi, la Direction de l'expertise en sûreté recommande que le CEA prévoie un contrôle adapté de l'étanchéité des systèmes de prélèvement des émissaires de l'ensemble de ses INB, en particulier après les opérations de maintenance** (cf. recommandation n°4 rappelée en annexe au présent avis).

La représentativité des prélèvements repose en partie sur la conception du système de prélèvement (position du point de prélèvement, géométrie de la sonde et des lignes de prélèvement). Il est donc nécessaire de s'assurer que les conditions d'exploitation, comme les débits de ventilation ou d'aspiration, correspondent à celles utilisées pour la conception du système de prélèvement ou, en cas d'évolution de ces débits, d'étudier l'impact de ces modifications sur la représentativité des prélèvements. **Ainsi, la Direction de l'expertise en sûreté recommande que le CEA prévoie dans son référentiel la vérification de la représentativité des prélèvements dans les émissaires de ses INB, en cas de modifications significatives des débits de ventilation des différents régimes de fonctionnement ou d'aspiration des appareils de mesure** (cf. recommandation n°5 rappelée en annexe au présent avis).

5. PLAN D'ACTIONS

Le CEA n'a proposé que peu d'actions pour améliorer la représentativité des prélèvements de ses émissaires, que ce soit pour les émissaires dont l'homogénéité au plan de prélèvement n'est pas suffisante (COV supérieur à 20%) ou ceux pour lesquels les modélisations numériques ont donné des valeurs de perméance inférieures à 50% pour des particules de 10 µm. Or la Direction de l'expertise en sûreté souligne qu'il existe de nombreuses actions envisageables pour améliorer la représentativité des prélèvements : modification de l'emplacement du plan de prélèvement et de la géométrie des lignes de transport ou des sondes de prélèvement ou actions sur l'isocinétisme des prélèvements et l'étanchéité des lignes de prélèvements.

Compte-tenu du nombre important d'émissaires sur les installations du CEA, une priorisation des émissaires est à mener à partir d'une analyse globale tenant compte à la fois du résultat de l'étude sur la représentativité actuelle des prélèvements et des enjeux de sûreté (matières mobilisables, opérations réalisées et durée de vie des installations). **Ainsi, la Direction de l'expertise en sûreté recommande que le CEA complète son étude afin de proposer un plan d'actions d'amélioration de la représentativité des prélèvements aux émissaires en priorisant selon les enjeux de sûreté (matières mobilisables, opérations mises en jeu, durée de vie de l'installation) et l'importance des écarts aux critères d'homogénéité et de perméance de la norme NF ISO 2889-2023. Ces actions viseront à un respect des critères de la norme pour des particules de 10 µm, en l'absence de données sur la répartition de la granulométrie des rejets d'effluents gazeux de l'installation** (cf. recommandation n°6 rappelée en annexe au présent avis).

6. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés, la Direction de l'expertise en sûreté souligne l'important travail réalisé sur le sujet de la représentativité des prélèvements aux émissaires. Cette étude constitue une première étape satisfaisante. Il appartient désormais au CEA de compléter sa démarche en tenant compte des remarques et des recommandations formulées dans le présent avis et rappelées en annexe.

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise en sûreté

SIGNATURE ÉLECTRONIQUE CERTIFIÉE ASNR

Anne-Cécile JOUVE
2026.02.16 10:18:10 +01'00'

ANNEXE

Recommandations de la Direction de l'expertise en sûreté

Recommandation n° 1

La Direction de l'expertise en sûreté recommande que le CEA réexamine la conformité de l'emplacement des points de prélèvement déclarés conformes sur le seul critère de leur distance aux perturbations du flux d'air présentes en aval et en amont dans l'émissaire.

Recommandation n° 2

La Direction de l'expertise en sûreté recommande qu'en l'absence de justification sur la répartition de la granulométrie des rejets d'effluents gazeux de l'installation, pour les émissaires dont le plan de prélèvement est placé à une distance inférieure à 10 diamètres hydrauliques en aval du dernier raccordement aéraulique, le CEA vérifie, à l'aide d'essais particulaires ou de modélisations numériques, le critère d'homogénéité du plan de prélèvement (coefficient de variation sur les deux tiers centraux inférieur à 20%) pour des particules de diamètre aérodynamique de 10 µm.

Recommandation n° 3

La Direction de l'expertise en sûreté recommande que le CEA estime l'impact du non-respect de l'isocinétisme (rapport d'aspiration et de transmission), aussi bien en régime de fonctionnement normal et incidentel, sur la perméance des lignes de prélèvement des émissaires de l'ensemble de ses INB et mette en œuvre les actions adaptées (réglages de débits d'aspiration, modifications éventuelles de sonde ou de ligne de prélèvement).

Recommandation n° 4

La Direction de l'expertise en sûreté recommande que le CEA prévoie un contrôle adapté de l'étanchéité des systèmes de prélèvement des émissaires de l'ensemble de ses INB, en particulier après les opérations de maintenance.

Recommandation n° 5

La Direction de l'expertise en sûreté recommande que le CEA prévoie dans son référentiel la vérification de la représentativité des prélèvements dans les émissaires de l'ensemble de ses INB, en cas de modifications significatives des débits de ventilation des différents régimes de fonctionnement ou d'aspiration des appareils de mesure.

Recommandation n° 6

La Direction de l'expertise en sûreté recommande que le CEA complète son étude afin de proposer un plan d'action d'amélioration de la représentativité des prélèvements aux émissaires, en priorisant selon les enjeux de sûreté (matières mobilisables, opérations mises en jeu, durée de vie de l'installation) et l'importance des écarts aux critères d'homogénéité et de perméance de la norme NF ISO 2889-2023. Ces actions viseront à un respect des critères de la norme pour des particules de 10 µm, en l'absence de données sur la répartition de la granulométrie des rejets d'effluents gazeux de l'installation.