

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

Fontenay-Aux-Roses, le 24 juin 2026

AVIS D'EXPERTISE N° 2026-00068 DU 24 JUIN 2026

Objet : Orano Recyclage - INB n° 151 (MELOX)
Réponse à l'engagement E19 portant sur le pouvoir modérateur des huiles hydrogénées
mises en œuvre dans les postes à modération limitée

Référence : Lettre ASNR CODEP-DRC-2026-008594 du 9 février 2026

Par lettre citée en référence, la Direction des déchets, des installations de recherche et du cycle de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) sollicite l'avis de la Direction de l'expertise en sûreté de l'ASNR sur la réponse apportée par Orano Recyclage (dénommé Orano ci-après) à l'engagement E19 pris à la suite de l'expertise du deuxième réexamen périodique de l'installation nucléaire de base (INB) n° 151 (MELOX). Cet engagement, relatif au pouvoir modérateur des huiles hydrogénées mises en œuvre sur l'ensemble des postes à modération limitée de l'INB n° 151, concerne les justifications associées au caractère conservatif des marges de sûreté-criticité existantes pour ces postes.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des compléments apportés par Orano au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté retient les principaux éléments suivants.

1. ANALYSE DE LA RÉPONSE D'ORANO À L'ENGAGEMENT E19

1.1. PROBLÉMATIQUE ASSOCIÉE AUX HUILES ET AUX GRAISSES

Afin de pouvoir mettre en œuvre des quantités de matières fissiles suffisantes en termes industriels dans le procédé de fabrication de combustibles à base de mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium (MOX), Orano limite la quantité de matières modératrices présentes dans certains postes des ateliers Poudre, Pastilles et Gainage de l'INB n° 151. Le fait de retenir un mode de contrôle par la modération pour prévenir les risques de criticité conduit Orano à devoir mettre en place un suivi rigoureux du respect des exigences de criticité applicables à l'ensemble des produits hydrogénés à demeure dans les postes (composition, masse, densité, etc.). S'agissant plus particulièrement des huiles et des graisses présentes dans certains équipements notamment pour leur lubrification, Orano considère, dans le référentiel de sûreté de l'INB n° 151, leur mélange avec la matière fissile en situation incidentelle à la suite d'un séisme. Il fonde la justification de l'absence de risques de criticité liés à cette situation en retenant une modération de la matière fissile par l'eau, sans apporter de justification formelle du caractère enveloppe de l'eau au regard des caractéristiques des huiles et des graisses. Ceci a conduit à une demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et à l'engagement E19 précité.

En réponse à cet engagement, Orano a réalisé un inventaire des fluides hydrogénés autorisés dans l'usine MELOX, en excluant les graisses, qu'il considère par nature moins mobilisables que les huiles en cas de séisme, ainsi que les huiles utilisées en quantités non significatives (de l'ordre du gramme). Il a répertorié 18 types d'huiles mises en œuvre dans des boîtes à gants (BAG) à modération limitée et analysé 12 d'entre elles en laboratoire afin de déterminer leurs densités et leurs proportions massiques en hydrogène (grandeurs permettant de déterminer la concentration en hydrogène, corrélée directement au pouvoir modérateur des matériaux). Orano a

indiqué, au cours de l'expertise, que les 12 huiles analysées ont été choisies du fait de leur disponibilité immédiate. S'agissant des six huiles non analysées, il a précisé qu'elles ont, d'après leur fiche de donnée de sécurité, une densité inférieure à 1. Il estime de plus que, du fait de leur fonction, ces huiles sont des chaînes carbonées dont les proportions massiques en hydrogène peuvent être considérées comme similaires à celles des huiles analysées. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

S'agissant de l'exploitation des résultats d'analyse, elle montre, à l'exception d'un cas, qu'aucune des huiles analysées n'est couverte par l'eau en termes de concentration volumique en hydrogène. Toutefois, l'exploitant relève que le matériau CH₂ de densité 0,96 est enveloppe des huiles mises en œuvre dans l'INB n° 151.

1.2. JUSTIFICATION DE LA CONSERVATION DES MARGES DE SÛRETÉ-CRITICITÉ

Orano a repris les calculs de criticité des postes NDP (dépotage-dosage), NHX (homogénéisation) et NPX/NPY/NPZ (pastillage), représentatifs de l'ensemble des postes à modération limitée de l'usine MELOX, en considérant une modération par du CH₂ de densité 0,96 à la place de l'eau, toutes choses égales par ailleurs. Compte tenu des hypothèses actuellement retenues dans le référentiel de sûreté¹, la prise en compte de ce modérateur conduit à des valeurs de k_{eff} ² qui ne respectent pas les critères d'admissibilité (augmentation de la réactivité de l'ordre de 8 000 pcm³). Aussi, Orano identifie certaines marges d'exploitation et de modélisation afin de justifier le respect des critères d'admissibilité en cas de séisme pour les trois postes sélectionnés. Les marges identifiées et valorisées par Orano concernent le vecteur isotopique du plutonium, la modélisation géométrique du poste en situation incidentelle à la suite d'un séisme et la proportion de matières hydrogénées réellement mobilisables.

S'agissant du vecteur du plutonium retenu jusqu'à présent pour les postes concernés (71 % ²³⁹Pu / 17 % ²⁴⁰Pu / 11 % ²⁴¹Pu / 1 % ²⁴²Pu), ce dernier permet de couvrir le plutonium issu du retraitement de combustibles particuliers (UNGG) ou peu irradiés. Toutefois, le plutonium mis en œuvre actuellement dans l'usine MELOX a une teneur en ²⁴⁰Pu notablement plus élevée et supérieure à 23 %. La prise en compte de cette teneur permet de diminuer la réactivité d'environ 4 000 pcm. **La Direction de l'expertise en sûreté estime satisfaisante la valorisation de la marge associée au vecteur isotopique du plutonium**, cette approche étant déjà retenue pour justifier la sous-criticité de l'atelier Assemblages de l'usine MELOX.

Concernant la modélisation géométrique du poste en situation incidentelle à la suite d'un séisme, Orano estime que la prise en compte du milieu fissile sous forme d'une sphère avec le réflecteur (20 cm d'eau) directement au contact autour de la matière fissile est pénalisante. Il propose ainsi une nouvelle modélisation des postes prenant en compte une réflexion de la matière fissile par 2,5 cm d'eau au contact, permettant de couvrir les réflexions apportées par l'environnement proche (notamment les mains des opérateurs), suivie d'une lame d'air de 20 cm (justifiée par le fait que les locaux sont « hors d'eau »), puis d'une couronne de 20 cm d'eau. Orano estime que cette modélisation est plus précise et représentative de l'environnement des BAG à distance de la matière fissile (corps des opérateurs, parois, protections biologiques, murs de béton, etc.). Il précise également que les BAG sont dimensionnées au séisme, ce qui permet de maintenir une localisation de la matière à l'intérieur de l'enceinte et de garantir, selon lui, la lame d'air de 20 cm. Cette nouvelle modélisation permet à Orano de diminuer la réactivité d'environ 4 000 pcm par rapport aux calculs associés aux justifications actuelles. Même si les hypothèses retenues par Orano sont difficiles à garantir en l'absence de justifications spécifiques détaillées ou d'exigences sur le positionnement des équipements en BAG, **la Direction de l'expertise en sûreté estime que le modèle proposé par Orano paraît raisonnablement pessimiste dans le cadre d'une évaluation réaliste des marges de modélisation existantes**. En tout état de cause, un tel modèle est à proscrire pour la détermination des limites de masse de matière fissile et de modérateur dans de tels postes, sauf à introduire un mode de contrôle supplémentaire par la limitation de la géométrie et à apporter les éléments garantissant le respect de la distance de 20 cm entre la matière fissile et tout réflecteur non couvert par 2,5 cm d'eau.

¹ Les calculs de criticité en support à la démonstration de sous-criticité en cas de séisme considèrent l'intégralité de la matière fissile modérée de façon hétérogène, sous forme d'une sphère et réfléchi par 20 cm d'eau.

² Coefficient de multiplication effectif des neutrons.

³ Abréviation de « pour cent mille », unité de réactivité.

Enfin, concernant la proportion de matières hydrogénées réellement mobilisables, Orano estime que l'hypothèse de retenir, en situation incidentelle à la suite d'un séisme, le déversement dans un conteneur, ou dans l'intégralité de la matière fissile, de la totalité des matières hydrogénées contenues dans des équipements mécaniques (moteurs, vérins, roulements, etc.), est pénalisante. De plus, Orano précise qu'actuellement les graisses sont comptabilisées dans le volume total des matières hydrogénées mobilisables, alors qu'elles sont généralement étalées sur des pièces mécaniques. Il paraît donc acceptable, selon lui, de ne pas les considérer comme mobilisables en situation incidentelle à la suite d'un séisme. À cet égard, Orano a indiqué que, selon les postes, ces graisses constituent entre 5 % et 100 % des matières hydrogénées présentes⁴. **Dans le cadre du présent dossier, la Direction de l'expertise en sûreté estime que la prise en compte d'une fraction des matières hydrogénées à demeure dans les BAG, dans le but de valoriser les marges de réactivité associées, constitue une démarche convenable.** Même si Orano n'a pas quantifié précisément ces marges, ni réalisé un état des lieux exhaustif des proportions de graisses dans chacun des postes à modération limitée, la Direction de l'expertise en sûreté convient de l'existence de marges en termes de réactivité.

En conclusion, la Direction de l'expertise en sûreté estime que les marges identifiées par Orano permettent de garantir l'absence de risques de criticité en présence des huiles hydrogénées actuellement mises en œuvre à demeure dans les postes à modération limitée de l'usine MELOX et en conservant les couples [masse de matière fissile/masse de modérateur] actuellement définis pour ces postes.

2. DISPOSITIONS DE PREVENTION COMPLEMENTAIRES

Orano indique qu'il n'est pas nécessaire de mettre en œuvre des dispositions complémentaires spécifiques à l'utilisation des huiles hydrogénées dans les postes à modération limitée de l'usine MELOX. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que cela est satisfaisant compte tenu de la modélisation des matières hydrogénées par du CH₂ et des éléments apportés par Orano concernant le caractère pénalisant du vecteur isotopique du plutonium et du modèle géométrique.**

3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés, en tenant compte des éléments transmis par Orano Recyclage au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté estime que les justifications, concernant le caractère conservatif des marges de sûreté-criticité existantes sur l'ensemble des postes de travail à modération limitée, sont satisfaisantes. Aussi, les dispositions de prévention des risques de criticité actuellement mises en œuvre dans INB n° 151 sont suffisantes pour garantir l'absence de risque lié aux huiles hydrogénées actuellement utilisées dans les postes à modération limitée.

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise en sûreté

⁴ Dans les postes NDP, NHX et NPX/NPY/NPZ, la proportion des graisses est respectivement égale à 92 %, 71 % et entre 5 et 8 %.