

Monsieur le Directeur de la Direction du transport et des sources

Fontenay-aux-Roses, le 23 septembre 2025

AVIS D'EXPERTISE N° 2025-00092 DU 23 SEPTEMBRE 2025

Objet : Transport interne - Centre CEA de Cadarache
Modification notable des règles techniques d'exploitation du modèle de colis Surcoque
MANON

Références : Lettre ASNR CODEP-DTS-2025-033480 du 23 mai 2025

Par lettre citée en référence, la Direction du transport et des sources 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 demande de modification notable présentée par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (dénommé ci-après « l'exploitant ») relative au transport interne de matières radioactives chargées dans l'unique emballage à ce jour du modèle de colis Surcoque MANON.

L'exploitant demande à modifier les règles techniques d'exploitation (RTE) relatives au modèle de colis Surcoque MANON, chargé d'un fût 870L VS, pour intégrer un nouveau contenu formé de déchets solides hydrogénés, radiolysables et thermolysables, bloqués par un mortier de type béton. Les opérations de transport interne concernées seront réalisées au sein et entre les INB n° 156 (CHICADE) et n° 164 (CEDRA) du Centre CEA de Cadarache, selon les règles générales de transports internes (RGTI) de l'exploitant.

Le modèle de colis Surcoque MANON est actuellement agréé sur la voie publique notamment en tant que colis de type B(U) pour matières fissiles. À cet égard, le certificat d'agrément permet le transport sur la voie publique d'un fût 870L VS, placé dans une enceinte de confinement externe (EDCE), elle-même introduite dans l'emballage Surcoque MANON. Ce fût est chargé de déchets solides ne contenant pas de matières hydrogénées et bloqués par un mortier de type béton. Aussi, en appui de sa demande de modification notable et en complément du dossier de sûreté du modèle de colis Surcoque MANON, l'exploitant présente une analyse de sûreté qui vise à s'assurer de la maîtrise des risques liés à la dissipation thermique, aux dégagements gazeux par radiolyse et par thermolyse, ainsi qu'au confinement du modèle de colis en cas de présence de matières hydrogénées dans les déchets.

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

1. DESCRIPTION DU MODÈLE DE COLIS

Pour rappel, l'emballage Surcoque MANON est composé d'une surcoque et, suivant le contenu à transporter, d'un conteneur ou d'une EDCE. Dans le cas des déchets à transporter faisant l'objet de la présente demande, la surcoque est munie de son EDCE. Le conteneur et l'EDCE n'ont pas fait l'objet de modification dans le cadre de la présente demande.

La surcoque et l'EDCE, de forme générale cylindrique, sont constituées chacune de deux demi-coquilles en acier inoxydable, contenant un système amortisseur de chocs en mousse phénolique. La surcoque est équipée de trois

taraudages permettant la fixation d'anneaux de manutention du modèle de colis et de quatre oreilles d'arrimage. L'EDCE, équipée de joints en élastomère qui assurent son étanchéité, peut recevoir indifféremment un appareil indémontable, une coque contenant une source ou un fût 870L VS.

La structure du fût 870L VS, constituée d'un cylindre métallique pré-équipé d'un enrobage de mortier et fermé par un couvercle boulonné, n'a pas évolué. La différence substantielle liée à la présente demande de modification notable concerne le contenu du fût, pour lequel les déchets solides à transporter contiennent des matières hydrogénées, radiolysables et thermolysables, bloqués par un mortier de type béton. Pour ce nouveau contenu, l'exploitant définit six configurations distinctes par leurs conditionnements primaires et leur puissance. La puissance thermique totale de chaque configuration reste néanmoins limitée à la puissance autorisée pour les autres fûts 870L VS actuellement transportés dans la Surcoque MANON. Enfin, les caractéristiques radiologiques du nouveau contenu sont identiques à celles des déchets actuellement transportés en fût 870L VS.

Dans le cadre de la présente demande, compte tenu du fait que la surcoque et l'EDCE n'ont pas été modifiées, l'exploitant n'a pas modifié la liste des éléments importants pour la protection (EIP). **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

2. EXIGENCES DES RÈGLES GÉNÉRALES DE TRANSPORT INTERNE

Le modèle de colis Surcoque MANON doit répondre aux exigences des RGTI. À ce titre, il est soumis aux épreuves en conditions normales de transport (CNT) et en conditions accidentelles de transport (CAT). Pour mémoire, les différences substantielles des RGTI par rapport à la réglementation sur les transports de substances radioactives pour la voie publique portent notamment d'une part sur la durée de l'épreuve de feu en CAT, limitée à 15 minutes au lieu de 30 minutes, d'autre part sur la hauteur de chute libre considérée en CAT qui est déterminée site par site en fonction de la vitesse maximale autorisée sur le site. Les RGTI exigent en outre d'une part que le modèle de colis soit conçu pour retenir le contenu radioactif en cas de variation de la pression ambiante, d'autre part que l'enveloppe de confinement du modèle de colis résiste aux effets induits par toute production de gaz par radiolyse ou réaction chimique sur une durée minimale de transport. Cette durée est fixée à un mois (par rapport à une durée d'an sur la voie publique), à laquelle est ajoutée la durée éventuelle d'entreposage du colis ou de son contenu avant transport.

En l'absence de modification d'une part de la masse et du concept de l'emballage, d'autre part de la masse et des caractéristiques radiologiques du contenu, l'exploitant estime que les conclusions des études mécaniques, de radioprotection et de criticité demeurent inchangées par rapport à la démonstration de sûreté présentée dans le dossier de sûreté du modèle de colis Surcoque MANON. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.** Pour la présente demande, l'exploitant a uniquement étudié l'influence de la production de gaz dans la cavité de l'EDCE. Cette étude est examinée dans les paragraphes suivants.

3. COMPORTEMENT THERMIQUE

Afin d'étudier les risques de radiolyse et de thermolyse dans des conditions représentatives de transport du nouveau contenu, l'exploitant a réalisé une nouvelle étude thermique du modèle de colis Surcoque MANON en considérant la puissance maximale de ce nouveau contenu. Pour cette étude, il s'appuie sur le modèle numérique et les plans de concept du modèle de colis, à l'exception de la nuance d'acier des éléments de l'emballage. Il indique que cette nuance d'acier est conforme au matériau utilisé pour la fabrication de l'emballage et qu'elle présente des caractéristiques mécaniques plus élevées que celles du matériau actuellement mentionné dans le dossier de sûreté. Il précise que les propriétés thermiques de cette nouvelle nuance d'acier sont très proches de celles considérées jusqu'à présent, de sorte que cette différence n'a pas d'influence significative sur le comportement thermique du modèle de colis. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

Pour la Direction de l'expertise en sûreté, bien que le modèle numérique n'ait pas fait l'objet d'une qualification, l'étude thermique de l'exploitant a été réalisée selon une approche satisfaisante d'une part en négligeant l'inertie thermique du fût 870L VS, d'autre part en majorant légèrement la température de la cavité en CNT à retenir pour

les analyses de confinement. L'exploitant a également analysé plusieurs répartitions de la puissance sur les surfaces externes du fût 870L VS. Les calculs ayant été en outre réalisés pour différentes positions et différents modes de répartition de la puissance thermique afin d'identifier la configuration la plus pénalisante, **la Direction de l'expertise en sûreté estime que les résultats obtenus par l'exploitant sont satisfaisants.**

4. CONFINEMENT

Pour la présente demande, les matières à transporter pouvant être hydrogénées, l'exploitant a réalisé une nouvelle étude afin d'intégrer l'effet de la formation de gaz par radiolyse et par thermolyse dans la cavité du modèle de colis Surcoque MANON, afin d'évaluer les risques de surpression, d'inflammabilité et de relâchement d'activité.

4.1. RADIOLYSE ET THERMOLYSE

L'exploitant considère que la concentration en gaz évolue de manière identique dans les volumes libres du fût 870L VS et de l'EDCE. Il précise que, en raison d'une part de la lenteur de cette production par radiolyse et par thermolyse, d'autre part du taux de fuite du fût 870L VS, le dihydrogène ne s'accumule pas dans le volume libre de celui-ci, mais migre directement vers l'EDCE. Aussi, l'exploitant n'a pris en compte dans les calculs que le volume libre de l'EDCE, notamment pour déterminer la quantité initiale d'air dans sa cavité. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

L'exploitant considère que, tant pour la radiolyse que pour la thermolyse, l'ensemble des matériaux hydrogénés peut être assimilé à un matériau de référence présentant un rendement radiolytique ou thermolytique enveloppe de ceux des matériaux effectivement présents dans le fût. **La Direction de l'expertise en sûreté considère que cette hypothèse est pénalisante.**

Les rendements radiolytiques et thermolytiques des matériaux hydrogénés considérés, appliqués à la formation de gaz totaux et de dihydrogène, sont supposés varier avec la température selon la loi d'Arrhenius, à l'exception du rendement radiolytique de l'eau, considéré indépendant de la température. Sur cette base, l'exploitant détermine, pour différentes durées de transport, le nombre de moles formées par radiolyse et thermolyse, puis évalue les risques associés, en particulier le risque d'inflammabilité de l'atmosphère de la cavité de l'EDCE et le risque lié à la surpression dans la cavité de l'EDCE. Il compare ensuite les résultats obtenus aux critères suivants :

- la limite inférieure d'inflammabilité (LII) du dihydrogène, évaluée en fonction des températures calculées en CNT et CAT dans le cadre de la présente demande ;
- la résistance mécanique de l'EDCE à la surpression engendrée en tenant compte de la variation de pression extérieure, comme demandé par les RGTI.

De cette étude, l'exploitant conclut que la concentration en dihydrogène reste inférieure à la LII et la surpression reste inférieure à la valeur maximale admissible, pour toutes les configurations étudiées, uniquement pour une durée du transport inférieure ou égale à sept jours. Aussi, pour maîtriser les risques liés aux dégagements gazeux issus de la radiolyse et de la thermolyse, l'exploitant retient, comme mesure compensatoire, de limiter la durée du transport interne à sept jours. **Les dispositions garantissant le respect de cette mesure compensatoire sont examinées au paragraphe 5 du présent avis.**

4.2. RELÂCHEMENT D'ACTIVITÉ

Dans le cadre de la présente demande, l'exploitant n'a pas modifié les hypothèses et la méthodologie appliquées à l'étude du relâchement d'activité à celles présentées dans le dossier de sûreté du modèle de colis Surcoque MANON, à l'exception de certains ajustements. Pour rappel, la pression retenue pour les calculs correspond à celle obtenue dans la configuration la plus pénalisante en termes de surpression dans la cavité à l'issue de l'étude de radiolyse et de thermolyse. Par ailleurs, la pression externe minimale est fixée conformément aux RGTI et les températures des gaz de la cavité de l'EDCE et des joints de confinement de l'EDCE retenues par l'exploitant sont celles obtenues à l'issue de la nouvelle étude thermique. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

En CNT, le relâchement d'activité calculé par l'exploitant est proche de la limite admissible malgré la mesure compensatoire relative à la durée du transport. Toutefois, cette valeur de relâchement d'activité n'a pas été réduite par un facteur 10, comme cela aurait pu être envisagé conformément aux dispositions des RGTI, et les aérosols ont été assimilés à des gaz relâchés par capillarité. Aussi, la Direction de l'expertise convient que ce résultat a été obtenu sur la base d'hypothèses pénalisantes, notamment en ce qui concerne la concentration des aérosols supposée dans le modèle de colis Surcoque MANON en CNT et CAT. Ainsi, **la Direction de l'expertise en sûreté estime que les valeurs obtenues par l'exploitant en CNT et CAT respectent les critères relatifs au relâchement d'activité.**

5. EXPLOITATION ET MAINTENANCE

Pour rappel, afin d'assurer la maîtrise des risques liés aux dégagements gazeux, en cohérence avec les études des risques de radiolyse et de thermolyse des matériaux hydrogénés, l'exploitant a inscrit, dans les RTE du modèle de colis Surcoque MANON, une mesure compensatoire de limitation de la durée de transport à sept jours. Celle-ci inclut en outre au maximum deux jours d'aléas en CNT et un jour d'aléa en CAT. La durée maximale pour la réalisation du transport est ainsi égale à quatre jours intégrant les étapes d'entreposage après fermeture et avant ouverture du colis. Pour l'exploitant, ces durées (lors du transport et en cas d'aléa) sont cohérentes avec le retour d'expérience d'exploitation et les délais d'intervention des équipes en cas d'aléa. **La Direction de l'expertise en sûreté en convient.** En outre, afin de garantir le respect de cette mesure compensatoire, l'exploitant prévoit un système d'étiquetage indiquant la date et l'heure de fermeture étanche du colis, ainsi que la date et l'heure maximale de réouverture du modèle de colis Surcoque MANON. Enfin, il prévoit un contrôle visuel de l'absence de corps étrangers dans la cavité. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que les dispositions retenues par l'exploitant permettent de garantir le respect de la mesure compensatoire.**

Par ailleurs, s'agissant du retour d'expérience sur l'utilisation et la maintenance du modèle de colis Surcoque MANON pour la période 2020-2022, l'exploitant souligne l'absence d'écart aux instructions du dossier de sûreté et la présence de légers chocs qu'il a estimé acceptables. Concernant la maintenance de l'emballage après 2022, il déclare que la maintenance n'a révélé aucun défaut particulier. Enfin, le contrôle des oreilles d'arrimage a été adapté conformément aux normes applicables. **Ce retour d'expérience n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

6. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés, en tenant compte des éléments transmis par l'exploitant au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté estime que, avec la mise en œuvre de la mesure compensatoire proposée, la modification notable des règles techniques d'exploitation du modèle de colis Surcoque MANON, pour intégrer la définition d'un nouveau contenu formé de déchets solides, est satisfaisante sur le plan de la sûreté.

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise en sûreté