



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN

INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 4 juin 2024

Monsieur le Président de l'Autorité environnementale

AVIS IRSN N° 2024-00083

Objet : **Projet Cigéo – dossier réglementaire relatif à la demande d'autorisation environnementale des premières opérations de caractérisation et de surveillance environnementale portées par l'Andra, dites "DR0"**

Réf. : Lettre AE/24/394 du 6 mai 2024

Par lettre citée en référence, vous avez demandé l'avis de l'IRSN sur l'étude d'impact du projet global Cigéo¹ présentée par l'Andra dans son dossier de demande d'autorisation environnementale des premières opérations de caractérisation et de surveillance environnementale (opérations dénommées DR0).

La version initiale de cette étude d'impact était jointe au dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique (DUP) du centre de stockage Cigéo, déclaration délivrée par le décret n° 2022-993 du 7 juillet 2022. Suite à votre sollicitation par lettre AE/20/878 du 18 novembre 2020, l'IRSN vous avait transmis, dans son avis 2021-0003 du 8 janvier 2021, les conclusions de son expertise relatives à l'incidence des émissions du centre de stockage Cigéo pendant sa phase de fonctionnement et après sa fermeture.

La première actualisation de l'étude d'impact est associée au dossier de demande d'autorisation de création (DAC) du centre de stockage Cigéo, déposé le 16 janvier 2023. Une des évolutions majeures de cette actualisation est l'intégration des éléments en lien avec l'étude de maîtrise des risques, qui présente l'inventaire des risques de l'installation projetée ainsi que l'analyse par l'Andra des dispositions prises pour prévenir ces risques et des mesures visant à limiter la probabilité des accidents et leurs effets.

L'étude d'impact jointe au dossier relatif aux opérations DR0 constitue la deuxième actualisation. Elle apporte des approfondissements sur les premières opérations de caractérisation et de surveillance environnementale et sur leurs incidences. Ces opérations ont pour objectifs d'apporter de nouveaux outils de mesure et de surveillance ainsi que des informations complémentaires au socle de connaissances scientifiques constitué depuis plus de 20 ans. Elles consistent notamment en l'installation de sondages, de forages et de piézomètres au droit, à proximité ou à distance des opérations composant le projet global Cigéo. Ces équipements doivent

¹ Le projet global Cigéo désigne le centre de stockage ainsi que les aménagements et constructions d'ouvrages nécessaires à la réalisation et à l'exploitation de ce centre, tels que les travaux de défrichement et de terrassement en vue de la construction des bâtiments de surface ou encore la mise à niveau de la voie ferroviaire pour acheminer les déchets radioactifs des centres de production et d'entreposage vers l'installation nucléaire de surface.

MEMBRE DE
ETSON

permettre d'apporter des éléments complémentaires d'un point de vue géologique, hydrogéologique et géotechnique. L'Andra prévoit que ces premières opérations DRO soient réalisées sur une durée estimée à 3 ans.

L'IRSN souligne qu'il examine actuellement le dossier de DAC (dont la première actualisation de l'étude d'impact) à la demande de l'ASN. Les conclusions du premier volet de cette expertise, qui porte sur les données de base retenues pour l'évaluation de sûreté de Cigéo, ont été présentées au groupe permanent d'experts pour les déchets les 24 et 25 avril 2024. L'expertise de l'évaluation de sûreté de Cigéo, qui comprend l'évaluation des incidences sur la population et sur l'environnement réalisée par l'Andra, sera présentée aux membres du groupe permanent d'experts pour les déchets en décembre 2024 (sûreté en phase de fonctionnement) et juin 2025 (sûreté après fermeture du stockage).

Ainsi, le présent avis porte sur les éléments actualisés par l'Andra dans son étude d'impact depuis l'enquête publique préalable à la DUP et qui relèvent plus directement de la compétence de l'IRSN, à savoir ceux relatifs à la caractérisation de l'état radiologique et chimique initial de l'environnement ainsi que l'évaluation des incidences des émissions radiologiques et chimiques, principalement à partir de la phase de fonctionnement, sur la santé humaine et sur l'environnement. Toutefois, s'agissant de l'évaluation des incidences dont l'expertise est en cours, seuls les axes de cette expertise pour la phase de fonctionnement sont rapportés ci-après.

Etat initial radiologique et chimique

Les connaissances relatives à l'état initial radiologique et chimique de l'environnement, réunies par l'Andra dans l'objectif d'établir les modalités de surveillance de Cigéo, ont été examinées par l'IRSN au regard des données d'entrée nécessaires aux évaluations d'impacts sanitaire et à l'environnement pendant la phase de fonctionnement de Cigéo. Cet examen a été réalisé dans le cadre du premier volet de l'expertise du dossier de DAC de Cigéo, sur la base du dossier déposé et des éléments complémentaires transmis par l'Andra au cours de l'expertise. Les principaux éléments de cette analyse sont les suivants.

L'Andra indique que des analyses radiologiques ont été réalisées depuis 2002 sur des prélèvements de végétaux (mousse, feuilles, herbe), de productions agricoles, d'eaux superficielles et souterraines, de sol ainsi que sur des prélèvements dans le milieu atmosphérique, pour le suivi du laboratoire souterrain. Ces analyses ont été complétées entre 2009 et 2013 par des analyses plus détaillées de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement (OPE) mis en œuvre par l'Andra. Les activités mesurées dans ces prélèvements constituent l'état initial radiologique de l'environnement présenté par l'Andra pour le secteur de Meuse/Haute-Marne dans lequel seraient implantées les installations du projet Cigéo. Il montre des niveaux de radioactivité :

- similaires à la moyenne nationale pour les mesures réalisées dans l'atmosphère,
- cohérents avec les formations géologiques et l'historique nucléaire pour les sols et le sous-sol,
- cohérents avec le bruit de fond naturel et les valeurs publiées dans le Réseau National de Mesure de la radioactivité dans l'environnement (RNM) dans les eaux souterraines,
- faibles et en accord avec les niveaux habituels pour les radionucléides d'origine artificielle pour ce qui est des prélèvements d'origine biologique.

L'IRSN constate que l'Andra a acquis un volume conséquent de données permettant l'établissement de chroniques spatiales et temporelles dans les principaux compartiments environnementaux du secteur investigué et convient que le bruit de fond radiologique est stable. Compte tenu de l'ancienneté de certaines mesures, l'Andra envisage de réaliser une nouvelle campagne de mesures lors de la phase pilote en amont de la mise en service de Cigéo pour actualiser cet état initial radiologique, **ce qui est satisfaisant**. L'IRSN considère à cet égard que l'utilisation des meilleures techniques disponibles devrait permettre l'identification, le cas échéant, de

radionucléides présents à des teneurs non mesurables il y a une vingtaine d'années (notamment grâce à une amélioration des seuils de décision) et ainsi conduire à affiner la connaissance de l'état initial de l'environnement.

L'Andra présente également une caractérisation de l'état chimique de la nappe des calcaires du Barrois, une quantification partielle des polluants dans l'air et une description qualitative des polluants mesurés dans le sol et les eaux superficielles. Les résultats des analyses montrent notamment que les eaux de la nappe sont très réactives à la pluviométrie et sensibles aux activités humaines sur le bassin versant du fait de la nature karstique du sous-sol.

Il apparaît que la caractérisation radiologique et chimique de l'environnement présentée par l'Andra concerne principalement les radionucléides susceptibles d'être les plus présents dans l'environnement (naturellement ou du fait des activités nucléaires comme les retombées issues de l'accident de Tchernobyl ou des essais nucléaires) et des substances chimiques en lien avec les activités anthropiques actuellement observées dans la région. L'IRSN constate néanmoins que l'état initial radiologique et chimique n'intègre pas l'ensemble des radionucléides et des substances chimiques de l'inventaire prévisionnel de Cigéo. En outre, l'IRSN rappelle que lors de l'expertise du dossier d'options de sûreté (DOS) de Cigéo, il a été relevé que le stockage en surface des verses constituées des argilites excavées pouvait présenter un impact sur les eaux souterraines, compte tenu des teneurs en sulfates, sodium et en métaux lourds observés dans les argilites.

Au vu des éléments ci-dessus, l'IRSN a considéré, à l'issue du premier volet de l'expertise du dossier de DAC de Cigéo, que **l'Andra devra, préalablement à la mise en service lors de la phase pilote, présenter les résultats de la nouvelle campagne de caractérisation de l'état initial radiologique et chimique de l'environnement qu'elle prévoit dans le secteur de Meuse/Haute-Marne. Cette campagne devra :**

- **compléter les connaissances acquises à ce stade afin que l'état initial intègre l'ensemble des éléments susceptibles d'être présents dans l'environnement, naturellement ou du fait d'activités humaines non liées à Cigéo ;**
- **inclure en particulier les éléments issus des verses si les recherches sur leur effet sur l'environnement en montrent la nécessité ;**
- **être réalisée dans les différents compartiments de l'environnement, à l'aide des meilleures techniques disponibles.**

Ce point fait l'objet de l'engagement 2024-E7 de la lettre Andra DG-24-0123 du 7 mars 2024. L'IRSN estime cet engagement satisfaisant en vue de l'obtention d'une base de données représentative de l'état initial du site. **En tout état de cause, il appartiendra à l'Andra de présenter, dans le dossier de mise en service lors de la phase pilote, les valeurs initiales à considérer pour l'ensemble des éléments de l'inventaire prévisionnel de Cigéo et ce, pour chaque matrice environnementale.**

Incidence des émissions de toxiques chimiques liées aux premières opérations de caractérisation et de surveillance environnementale

Les principales émissions chimiques atmosphériques de cette phase, identifiées par l'Andra dans son étude d'impact, sont constituées de poussières, d'oxydes d'azote, d'oxydes de soufre, de monoxyde de carbone et de gaz de combustion (principalement des composés organiques volatils), ces émissions étant essentiellement liées à la circulation des engins et des véhicules. Le déversement de produits polluants sur le sol lié à la présence d'engins de chantier, de produits chimiques et de déchets ainsi que le lessivage d'une pollution de sol ou de matière en suspension par les eaux pluviales sont également considérés. L'Andra évalue les incidences de ces émissions et présente les mesures de réduction et d'évitement de ces pollutions, ainsi qu'un plan de surveillance environnementale portant notamment sur le suivi qualitatif et quantitatif des eaux (souterraines et superficielles) et des nuisances liées aux poussières. L'Andra conclut que les incidences sur la santé humaine de ces émissions sont très faibles.

L'IRSN constate que l'Andra n'objective pas sa conclusion par des évaluations quantitatives. Il reste donc difficile d'apprécier précisément les niveaux des incidences liées aux opérations DRO. Pour autant, l'IRSN relève que l'Andra prévoit de mettre en œuvre un ensemble de mesures d'évitement et de réduction des émissions, qui est de nature à limiter les impacts de ces émissions, couplé à une surveillance des compartiments environnementaux impactés. Par ailleurs, il fait peu de doute que l'impact des émissions de toxiques chimiques liées aux opérations DRO soit largement inférieur à ceux des phases suivantes du chantier, examinées de manière plus approfondie par l'IRSN dans le cadre de l'expertise en cours du dossier de DAC. **Aussi, l'IRSN n'identifie pas, en première approche, d'élément qui contrevienne à la conclusion de l'Andra sur le niveau des incidences liées aux opérations DRO.** En outre, l'IRSN souligne les bénéfices attendus des investigations prévues dans le cadre de ces opérations DRO au regard de la démonstration de sûreté du projet Cigéo. Celles-ci correspondent à des attentes rappelées à l'issue du premier volet de son expertise du dossier de DAC, notamment en termes de détection de toute cavité susceptible d'impacter la stabilité des futurs bâtiments ainsi que d'amélioration des connaissances du fonctionnement hydrogéologique de l'aquifère superficiel du Barrois (évaluation de l'impact des installations de surface sur les eaux souterraines et du risque d'inondation externe) et des aquifères de l'Oxfordien et du Dogger (amélioration du modèle hydrogéologique utilisé en support à l'évaluation de la sûreté du stockage après sa fermeture).

Incidence des émissions radiologiques en phase de fonctionnement

Les activités liées aux premières opérations de caractérisation et de surveillance environnementale, ainsi que celles liées à la construction des installations ne sont pas identifiées par l'Andra comme sources d'émissions radiologiques, ce dont l'IRSN convient. Ainsi, seule l'analyse des incidences de ces émissions en phase de fonctionnement² de Cigéo est examinée ci-après.

L'actualisation de l'étude d'impact identifie les émissions radiologiques suivantes :

- les émissions dans l'air de radionucléides gazeux (tritium, carbone-14 et krypton-85) provenant de colis de déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL),
- la mise en suspension d'une contamination labile potentiellement présente sur les colis de déchets, dans la limite des critères d'acceptation des colis sur le centre.

L'Andra désigne également comme effluents radioactifs, les liquides collectés dans les zones définies par l'Andra comme des zones à production possible de déchets nucléaires. Ces effluents seront produits dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 lors d'opérations de décontamination à la suite de contrôles radiologiques ou dans le système de collecte des eaux d'exhaure des alvéoles de stockage ayant été au contact des colis de déchets de haute activité (HA). Le volume annuel total collecté est estimé à 90 m³, dont 55 m³ provenant de l'installation souterraine. L'Andra indique que ces effluents liquides ne seront pas rejetés dans l'environnement du centre, mais transférés vers une installation dédiée à leur traitement, non identifiée au stade du dossier de DAC. Ils ne font donc pas l'objet d'une évaluation par l'Andra des incidences sur la population et sur l'environnement du centre de stockage.

L'Andra précise, dans son actualisation de l'étude d'impact, les hypothèses de calcul retenues pour la dispersion des substances radiologiques dans l'atmosphère et leur transfert dans l'environnement terrestre. L'évaluation de l'exposition humaine fournie pour les émissions atmosphériques est de l'ordre du µSv/an pour toutes les classes d'âge sur la base d'une estimation des activités maximales, comme dans les précédentes versions de l'étude d'impact. L'IRSN constate que des éléments de justification ont été apportés par l'actualisation de l'étude d'impact sur les voies d'exposition et les hypothèses de calcul considérées en comparaison des informations documentées au stade du dossier de DUP. Ces éléments complémentaires, venant appuyer les conclusions de

² La phase de fonctionnement débute à la mise en service et se termine à la date d'arrêt définitif de l'installation (arrêté du 9 octobre 2008).

l'Andra sur le faible impact de la phase de fonctionnement sur la santé humaine, ainsi que les éléments portant sur l'inventaire des radionucléides susceptibles d'être rejetés, sont les principaux axes de l'expertise en cours du dossier de DAC par l'IRSN.

L'exposition des organismes non-humains terrestres aux substances radiologiques dispersées dans l'atmosphère est évaluée par l'Andra pour la phase de fonctionnement du centre de stockage, en situation normale, sur la base de l'approche ERICA³. Cette exposition est inférieure à 0,001 µGy/h pour chacune des 14 espèces représentatives retenues, et donc inférieure à la valeur repère de 10 µGy/h. Les hypothèses qui sous-tendent ces résultats sont présentées dans l'actualisation de l'étude d'impact, ce qui répond aux attentes d'une étude d'impact à l'échéance d'un dossier de DAC. L'examen par l'IRSN de ces hypothèses est également en cours dans le cadre de l'expertise du dossier de DAC.

Incidence des émissions de toxiques chimiques liées aux activités de construction et en phase de fonctionnement

Les principales émissions chimiques atmosphériques du projet global Cigéo lors des phases de construction des installations et de fonctionnement sont constituées de poussières, d'oxydes d'azote, d'oxydes de soufre, de monoxyde de carbone et de gaz de combustion (principalement des composés organiques volatils). Ces émissions sont essentiellement liées à la circulation des engins et des véhicules, au fonctionnement d'équipements, comme les chaudières, les centrales à béton, la ventilation des installations ainsi qu'aux envois de particules en lien avec le dépôt des argilites excavées sur les versants et avec les zones de stockage de matériaux. En effet, à l'instar des substances radioactives, les liquides issus des étapes de réception/transfert des colis de déchets seront envoyés vers une installation dédiée. L'Andra précise que, conformément aux spécifications des colis de déchets, leurs potentielles émissions atmosphériques ne contiennent pas de toxiques chimiques.

Pour l'évaluation de l'impact sanitaire, l'Andra présente ainsi une évaluation quantitative uniquement en lien avec les émissions atmosphériques. Les résultats de cette évaluation la conduisent à conclure que l'incidence des rejets chimiques est très faible. S'agissant de l'incidence sur la faune et la flore, l'Andra indique utiliser pour référentiel de comparaison les normes de qualité environnementale (NQE), toutefois elle ne présente pas d'évaluation d'impact lié aux émissions chimiques, considérant que celles-ci seront négligeables. L'absence d'évaluation quantitative a été relevée dans l'avis 2021-0003 de l'IRSN relatif à l'examen de l'étude d'impact jointe à la DUP du projet Cigéo. **L'IRSN a souligné à ce propos, à l'issue de l'examen du DOS, la nécessité d'une évaluation quantitative de l'impact chimique sur l'environnement comme sur la santé humaine, notamment pour la phase de fonctionnement.** Ce point est en cours d'examen par l'IRSN dans le cadre de l'expertise du dossier de DAC.

Incidence sur la santé humaine des situations accidentelles en phase de fonctionnement

L'étude d'impact identifie de plusieurs situations accidentelles conventionnelles ou en lien avec les activités de l'installation, mais ne présente une synthèse détaillée des résultats que pour quelques situations accidentelles, jugées plausibles (chute d'un colis primaire à la suite de la défaillance d'un pont, incendie d'un chariot de transfert de colis dans le bâtiment nucléaire de surface EP1) ou dont la plausibilité est moindre mais qui pourraient conduire aux conséquences les plus sévères (chute d'emballage de transport MA-VL ouvert lors de son déchargement dans le bâtiment nucléaire de surface, inflammation d'un colis de déchets bitumés dans un colis de stockage). Pour cette dernière situation, l'IRSN relève que sa prise en compte dans l'actualisation de l'étude d'impact va dans le sens des attentes formulées dans l'avis 2019-00291 de l'IRSN et rappelées dans l'avis 2021-0003.

³ « Environmental Risk for Ionising Contaminants : Assessment and Management », Méthode d'analyse fondée sur l'évaluation de l'incidence des rayonnements ionisants sur la faune et la flore. www.ERICA-project.org

Les conséquences radiologiques des situations accidentelles les plus sévères sont estimées inférieures à 10 mSv pour les trois classes d'âge considérées (enfant de 1 an, enfant de 10 ans, adulte) et pour une exposition d'une durée de 24 h après la fin des rejets accidentels, ce qui ne conduirait pas, selon l'Andra, à dépasser les niveaux de référence impliquant la mise en œuvre d'actions de protection de la population. Concernant les toxiques chimiques, les concentrations maximales de ces substances auxquelles serait exposé le public sont inférieures de plusieurs ordres de grandeur aux indicateurs de risque chimique. Pour autant, il peut être souligné que les expositions à moyen et long termes aux substances radioactives (durée d'exposition de 1 et 50 ans respectivement, comme demandé dans l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base) et les expositions aux substances chimiques ne sont pas systématiquement évaluées, notamment pour les situations les plus sévères. Les hypothèses retenues par l'Andra et les résultats des évaluations des conséquences de ces situations sont en cours d'examen par l'IRSN dans le cadre de l'expertise du dossier de DAC.

En conclusion, l'IRSN estime que les investigations menées par l'Andra pour caractériser l'environnement lui ont permis d'obtenir un niveau de connaissances sur l'état initial radiologique et chimique du secteur de Meuse/Haute-Marne proportionné aux enjeux à ce stade du projet Cigéo. Cet état des connaissances doit, selon l'IRSN, être complété lors de prochaines phases de développement en amont de la mise en service de l'installation, afin de préciser les niveaux environnementaux de référence radiologiques et chimiques pour l'ensemble des éléments susceptibles d'être présents dans l'environnement, naturellement ou du fait d'activités humaines liées ou non à Cigéo. Ceci a fait l'objet d'un engagement de la part de l'Andra.

Par ailleurs, l'IRSN convient en première approche de la très faible incidence des émissions chimiques liées aux opérations DR0 et souligne l'utilité de ces opérations pour les études visant à consolider la démonstration de sûreté de Cigéo.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Delphine PELLEGRINI

Adjointe au Directeur de l'environnement