

Définition d'un indicateur de nocivité des matières et déchets radioactifs : quelles avancées et quels enjeux à venir ?

Mélanie MAÎTRE, Virginie WASSELIN, Yannick ARIMONE, Claudine BARKATE,
Antoine FELDMAN, Elisabeth LECLERC, Jean-Louis MAILLARD,
Thomas TESQUIE Patrick DEVIN, Laurent GAGNER,
Karine BEAUGELIN
Andra, ORANO, ASNR

melanie.maitre@andra.fr

1. Contexte et objectifs de la présentation

L'édition 2016-2018 du PNGMDR [1] a, pour la première fois, fait l'objet d'un avis de l'Autorité environnementale [2] qui a notamment recommandé de fournir une information plus accessible au public sur la nocivité des matières et déchets radioactifs, et son évolution dans le temps. Dans ce cadre, l'Autorité environnementale considère qu'un indicateur didactique à destination de toute personne intéressée et portant sur la nocivité chimique et radiologique des familles de matières et déchets radioactifs listées dans l'inventaire national¹ (In) doit être mis en place.

Dans la nouvelle édition du PNGMDR, couvrant la période 2022-2026 [3], l'Andra doit poursuivre, avec l'appui de différents experts, les réflexions sur le développement de cet indicateur de nocivité. A ce titre, l'Andra a consulté l'IRSN -devenu depuis ASNR-, le CEA, EDF et Orano pour remettre au printemps 2023 une feuille de route [4]. Ce document dresse un état des lieux des actions menées et à poursuivre pour la définition et l'application d'un indicateur de nocivité compréhensible et partagé.

Sur cette base, l'Andra pilote depuis 2021 un groupe de travail restreint à l'ASNR, au CEA, à EDF et à Orano. Ce groupe travaille sur les modalités techniques d'évaluation de la nocivité des matières et déchets radioactifs et la méthode de construction de l'indicateur demandé.

Partant de cette proposition technique, l'enjeu consiste aujourd'hui à déterminer l'indicateur global qui permettra d'illustrer au mieux la nocivité des matières et déchets radioactifs au sein de l'In et d'en choisir le format le plus adapté pour renforcer l'information du public. A cet effet, un second groupe de travail (le Groupe Pluraliste), apportera son concours à partir du printemps 2025.

Dans ce contexte, l'objectif de cette présentation vise à partager les dix sous-indicateurs construits à partir des échanges techniques du GT Restreint. Les premiers retours des travaux du Groupe Pluraliste pourront également être présentés.

2. Présentation des dix sous-indicateurs de nocivité

En réponse aux questionnements exposés par la feuille de route publiée en 2023 [4], le GT Restreint a cherché à structurer les modalités d'évaluation de la nocivité des matières et déchets radioactifs autour de deux choix majeurs :

¹ <https://inventaire.andra.fr/>

1. Pour être en cohérence avec les fiches familles de l'In, qui décrivent des colis de déchets radioactifs déjà conditionnés, **l'objet d'évaluation de la nocivité cible le colis de déchets radioactifs dans son ensemble**, intégrant *de facto* les masses des matrices et enveloppes de conditionnement ;
2. Afin de traduire de manière pertinente la nocivité **intrinsèque** des colis de déchets radioactifs, les sous-indicateurs de nocivité sont évalués en minimisant le nombre de paramètres requis et selon des scénarios simples qui, *de facto*, s'extraient de toutes situations réalistes de gestion. Les résultats obtenus ne doivent donc pas être interprétés comme des estimations de risques qualitatives et absolues. Leur seul objectif est de rendre compte d'un **potentiel de nocivité sur la santé humaine et celle des écosystèmes et de hiérarchiser** les colis de déchets radioactifs en fonction de ce potentiel.

A partir de ces deux principes structurants, plusieurs sous-indicateurs ont donc été construits pour éclairer les potentiels de nocivité vis-à-vis :

- De l'homme et de la faune et de la flore sauvages ;
- Des dangers chimiques et radiologiques.

A noter que pour le cas de la faune et de la flore sauvages, l'écosystème aquatique est ciblé dans la mesure où il s'agit du compartiment environnemental le plus étudié et donc le mieux caractérisé du point de vue écotoxicologique. Un facteur de dilution normalisé (1 gramme de colis de déchets radioactifs dans 1 litre d'eau) a été appliqué systématiquement pour cette cible d'exposition.

Cinq sous-indicateurs reflétant les potentiels de nocivité radiologique

Trois sous-indicateurs expriment les potentiels de nocivité radiologique vis-à-vis de l'Homme :

- **Le débit d'équivalent de dose (DeD)** au contact d'un colis de déchet, exprimé en Sv/h. Notion relativement bien connue du public, ce sous-indicateur permet de refléter les enjeux d'exposition externe.
- **La radiotoxicité potentielle par ingestion et par inhalation.** Permettant une appréciation de la nocivité par exposition interne selon seulement deux paramètres (activité ingérée/inhalée et coefficients de dose ingestion/inhalation), ces deux sous-indicateurs sont estimés *via* le scénario simple d'ingestion ou d'inhalation d'un gramme de colis de déchets radioactifs.

Pour ce qui concerne la faune et la flore sauvages, deux sous-indicateurs ont été construits dans l'esprit de la radiotoxicité potentielle, en limitant donc toujours le nombre de paramètres d'entrée :

- **L'écoradiotoxicité potentielle externe** s'évalue en combinant l'activité dans le milieu aux coefficients de dose externe idoines, pour éclairer les enjeux d'exposition externe de la faune et de la flore aquatiques.
- **L'écoradiotoxicité potentielle interne** tient compte de l'activité dans le milieu, d'un facteur de transfert à l'organisme et du coefficient de dose interne associé afin de refléter les enjeux d'exposition interne pour l'ensemble des taxons d'un écosystème aquatique.

Cinq sous-indicateurs reflétant les potentiels de nocivité chimique

Les sous-indicateurs de nocivité chimique vis-à-vis de l'Homme ont été construits avec l'appui de l'Ineris, en recherchant la cohérence avec les sous-indicateurs proposés pour le volet radiologique et reposant sur l'évaluation de la radiotoxicité potentielle. Quatre sous-indicateurs de nocivité chimique (deux sous-indicateurs pour chaque voie d'exposition) ont alors été définis :

- **Les potentiels d'effets à seuil², par ingestion et par inhalation.** Etablis sur la base d'une simplification des quotients de dangers, ces deux sous-indicateurs proposent de rapporter la concentration chimique inhalée ou ingérée pour 1 gramme de colis à la Valeur Toxicologique de Référence (VTR) correspondante. Ils permettent ainsi de traduire le potentiel de chimiotoxicité par ingestion ou inhalation.
- **Les potentiels d'effets sans seuil³, par ingestion et par inhalation.** Partant du principe d'un calcul de risque individuel, ces deux sous-indicateurs proposent de pondérer simplement la concentration chimique inhalée ou ingérée pour 1 gramme de colis avec la VTR associée.

Pour ce qui concerne le volet faune/flore sauvages, un sous-indicateur de nocivité a été retenu :

- **L'indice de chimioécotoxicité** qui est déterminé par le rapport entre la concentration dans le milieu et une concentration de référence sans risque dans l'environnement.

Au total, dix sous-indicateurs de nocivité sont donc proposés pour refléter l'ensemble du potentiel de nocivité d'un colis de déchets radioactifs. Tout l'enjeu est à présent de savoir comment représenter ces différentes informations au sein d'un indicateur de nocivité compréhensible par le public.

3. Les travaux attendus de la part du Groupe Pluraliste

Le Groupe Pluraliste a été constitué autour d'une vingtaine de participants dont l'objectif est de représenter la diversité des avis et attentes sur la question de la nocivité des matières et déchets radioactifs. Composé de représentants de la société civile, d'influenceurs, d'experts en sciences sociales et communication du risque, ce groupe va se réunir lors de 3 ateliers échelonnés de mars à septembre 2025. Les missions de ce groupe telles que définies dans son mandat consistent à arbitrer sur les informations qui doivent apparaître au niveau de l'indicateur global, mais également à contribuer au choix d'une représentation qui fasse sens pour tous. Un graphiste apportera son appui au design de l'indicateur qui sera finalement apposé sur les fiches familles de l'In.

Cette présentation a donc pour objectif de détailler l'avancement des travaux relatifs à la mise en place d'un indicateur de nocivité des matières et déchets radioactifs. Les dix sous-indicateurs co-définis par le GT Restreint seront présentés. Les premières réflexions issues du GT Pluraliste seront aussi partagées. Enfin les enjeux encore en suspens pour assurer une édition de l'In 2028 illustrée par l'indicateur de nocivité retenu seront abordés.

² Associés le plus souvent aux effets non cancérogènes

³ Correspondant aux effets cancérogènes

4. Références

- [1] Autorité de Sûreté Nucléaire & Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer. (2016) Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs 2016-2018
- [2] Autorité Environnementale. (2016) Avis délibéré de l'Autorité environnementale sur le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (2016-2018), n°2016-036
- [3] Ministère de la Transition Ecologique. (2022) Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs 2022-2026. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/PNGMDR_2022.pdf (Consultation janvier 2023)
- [4] Andra (2023) Méthodologie d'appréciation de la nocivité des matières et des déchets radioactifs. Présentation des orientations méthodologiques envisagées.