

# VERS LA DÉFINITION D'UN OUTIL D'ÉVALUATION DE LA NOCIVITÉ DES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS

Mélanie MAÎTRE, Virginie WASSSELIN, Yannick ARIMONE,  
Claudine BARKATE, Elisabeth LECLERC

Congrès National de Radioprotection – SFRP 2023  
15 juin 2023

# De la demande de l'Ae à l'élaboration de 2 méthodes d'évaluation de la nocivité



Demande de l'Autorité Environnementale du 20/07/2016 associée au PNGMDR 2016-2018

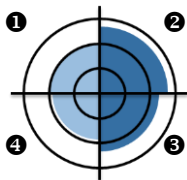
- Etablir un indicateur permettant d'apprécier la **nocivité** des matières et déchets radioactifs et son **évolution temporelle**
- Rendre compte de la nocivité **radiologique** et **chimique** ainsi que de l'**exposition à la faune et à la flore sauvages**

## 2 propositions : IRSN et Andra

1

Début 2018, publication par l'IRSN du rapport PSE-ENV/2018-00048

- Définition d'un indicateur de nocivité, destiné au **grand public**, proposé d'être apposé sur chaque famille de l'**Inventaire National**.

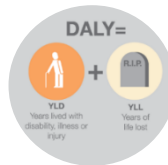


Indicateur prenant la forme d'un diagramme de Kiviati

2

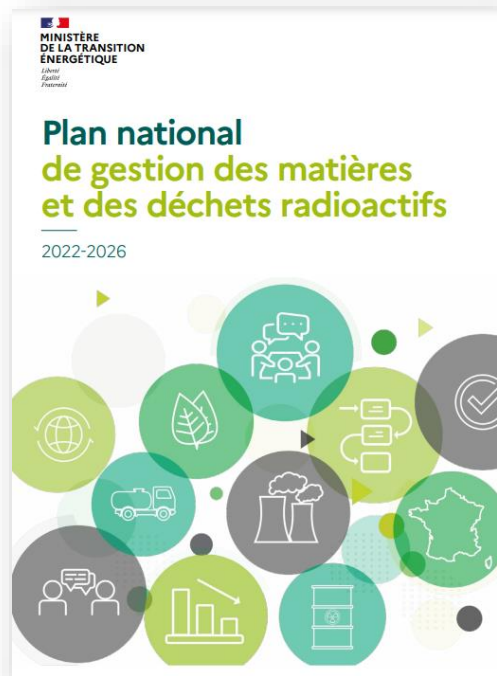
Approche exploratoire et prospective de l'Andra en collaboration avec le CEPN (2018-2019)

- Examiner si la nocivité d'un déchet peut **éclairer la proportionnalité des solutions de gestion des déchets**.



Indicateur exprimant la nocivité chimique et radiologique en DALY

# La demande ENV.2 du PNGMDR 2022-2026



DISEF/SFF/23-0081

Le PNGMDR 2022-2026 cible la recommandation ENV.2 dédiée à l'outil nocivité (*pilote Andra*)

1. **Evaluer la complémentarité éventuelle** de l'approche exploratoire relative à l'indicateur de dangerosité exprimé en DALY avec l'approche présentée par l'IRSN
2. **Harmoniser les données d'entrée** en lien avec les producteurs, pour déployer la méthode sur l'ensemble des catégories de matières et familles de déchets
3. Poursuivre le **développement technique de la méthodologie IRSN** (*amélioration de la représentation de l'indicateur, mise en place de facteurs d'abattement*) avec des experts pluralistes

# A quoi ressemble une famille de l'inventaire national ?



<https://inventaire.andra.fr/>

DISEF/SFF/23-0081

## COLIS DE DÉCHETS VITRIFIÉS CSD-V (AREVA/LA HAGUE) F1-3-01

**DES DÉCHETS ISSUS DES COMBUSTIBLES USÉS**

Note: Les volumes présentés ci-dessous sont ceux correspondant à la part française des colis de déchets vitrifiés produits sur le site de La Hague.

### UN ENTREPOSAGE EN PUITS VENTILÉS

Ces colis de déchets sont entreposés dans les stellers K7 et T7 à La Hague en puits ventilés permettant leur refroidissement, ainsi que dans l'Extension des Entreposages des Verres – Sud Est (E-EV SE). Ils sont également entreposés dans une nouvelle extension appelée l'Extension des Entreposages des Verres – La Hague E-EV LH à mi-terme en service fin 2013.

Composant standard de déchets vitrifiés CSD-V

En outre, les colis de déchets vitrifiés provenant du traitement des combustibles usés du CEA/CNRS du CEA/OND et ainsi que ceux du réacteur à eau bouillante de Brevinville font partie de cette famille.

Cette famille comporte également des colis de déchets vitrifiés produits lors de la vidange du four de vitrification et à partir de cabinets tous des campagnes de nettoyage du calcinateur.

Catégorie	HA
Secteur(s) économique(s)	Électronique, Recherche, Autres
Propriétaire(s) des déchets	AREVA, CEA, CNRS, EDF, Divers
État de production des déchets	En cours de production
État de production des colis	En cours de production
Appartenance aux différents types de déchets	Fonctionnement - Démantèlement - RCP

### EN CHIFFRES

STOCK ET PRÉVISIONS

Date	Stock		Prévisions (cumul)	
	Fin 2011	Fin 2020	Fin 2030	Fin 2039
Volume total (m <sup>3</sup> )	2 407	3 318	4 740	

RADIOACTIVITÉ DE LA TOTALITÉ DES DÉCHETS Activité calculée (Bq) en fin de vie des colis au 31/12/2013

	Activité totale à fin 2013	
	Volume	Activité
Total	2.1 10 <sup>14</sup>	3.5 10 <sup>14</sup>
Partie A	0.6 10 <sup>14</sup>	0.6 10 <sup>14</sup>
Partie B	1.5 10 <sup>14</sup>	2.9 10 <sup>14</sup>
Partie C	0.0 10 <sup>14</sup>	0.0 10 <sup>14</sup>

\* Volume nominal de la totalité des colis de déchets, une fois le conditionnement effectué.

Ce document est la propriété de l'Andra. Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.



# Nocivité : de quoi parle-t-on ?

## Qu'est-ce que la nocivité ?

- Appliquée à une substance, la nocivité désigne son **potentiel intrinsèque à altérer la santé de l'homme ou des écosystèmes**

## Comment l'évaluer ?



Quantification visant à exprimer la **variabilité des effets délétères** au moyen de **scénarios standardisés**



Evaluation de ses **effets réels ou potentiels** *via* une **étude d'impact** et sur la base de données **site spécifique**

# Nocivité : de quoi parle-t-on ?

## Qu'est-ce que la nocivité ?

- Appliquée à une substance, la nocivité désigne son **potentiel intrinsèque à altérer la santé de l'homme ou des écosystèmes**

## Comment l'évaluer ?



Quantification visant à exprimer la **variabilité des effets délétères** au moyen de **scénarios standardisés**

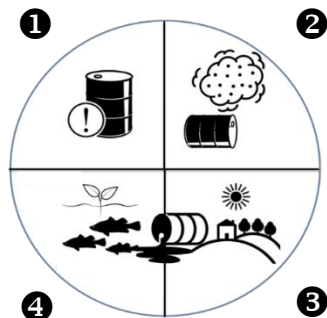


Apprécier l'ampleur des effets néfastes pour la santé ou la survie d'organismes vivants susceptibles d'être causés par le déchet ou la matière en tant que tel



# Retours sur les méthodologies développées par l'IRSN & l'Andra

# La méthodologie IRSN en quelques mots...

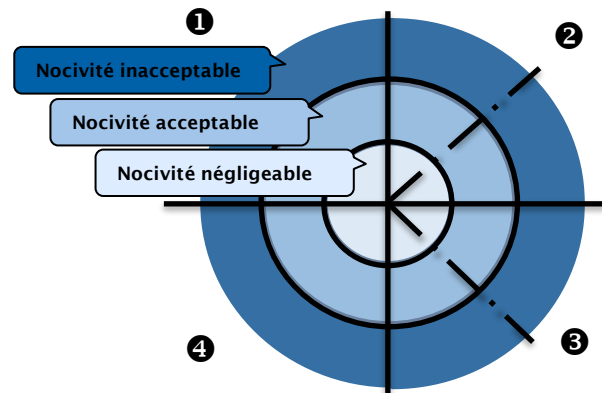


## 4 axes complémentaires pour évaluer la nocivité :

- Axe 1 – Exposition externe – *travailleurs* ☸
- Axe 2 – Exposition interne par inhalation – *travailleurs* ☸ 🧪
- Axe 3 – Exposition interne par ingestion – *population générale* ☸ 🧪
- Axe 4 – Exposition de l'environnement aquatique – *faune & flore* ☸ 🧪

## Indicateur de nocivité sous forme de diagramme de Kiviati

- Une échelle divisée en 3 **domaines de nocivité** (négligeable, acceptable et inacceptable) ;
- **Intégration de la nocivité chimique** :
  - Mise en parallèle : axes 2 & 3
  - Cumul : axe 4





# Les grandes lignes de l'approche exploratoire Andra



Une approche prospective visant à explorer la possibilité d'agréger les données issues de la **radiologie et chimie** au sein du même indicateur de santé.



Choix de l'indicateur DALY (*Disability Adjusted Life Years*) pendant à la **perte d'une année de vie en bonne santé** et rendu.



Les modalités de conversion des risques chimique et radiologique sont détaillées au sein du document *Proposal of a quantitative approach integrating radioactive and chemical risks* en cours de publication dans la revue Radioprotection.



Une approche encore exploratoire qui ne peut être appliquée en l'état. Des réflexions internes Andra qui vont se poursuivre.

# Analyse comparée des deux méthodologies

Plusieurs partages des approches IRSN et Andra engagés dès 2018

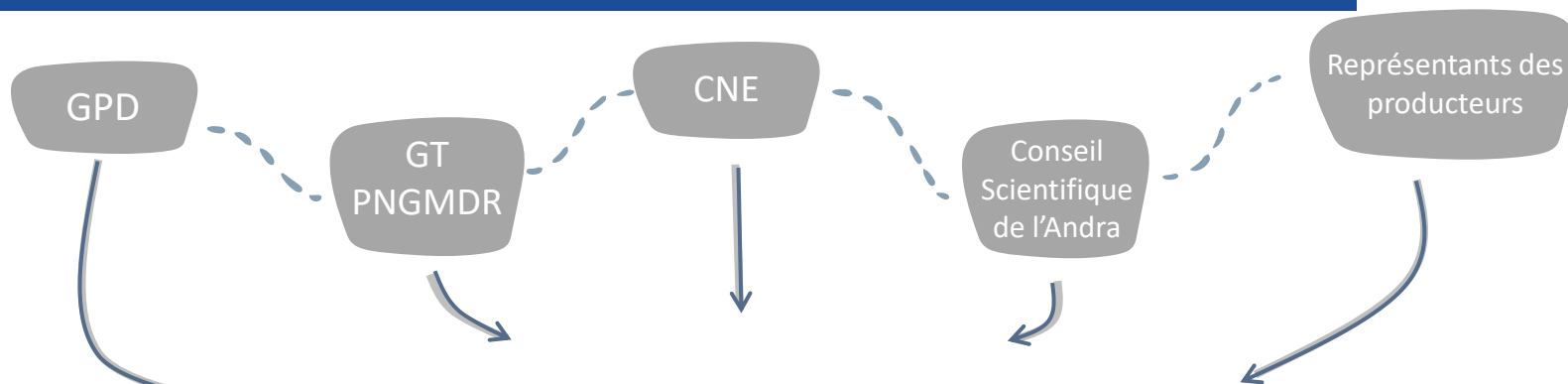


Deux méthodologies basées sur des scénarios génériques, jugés peu réalistes ni représentatifs des situations réelles d'exposition

Difficulté dans la représentation de l'indicateur de nocivité en lui-même

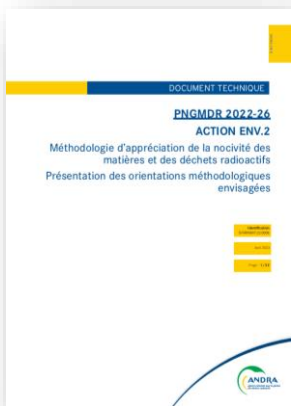
- La représentation sous forme de diagramme de Kiviat est jugée complexe et peu intuitive
- L'expression en DALY nécessiterait d'être accompagnée pour éviter toute interprétation inexacte

# Mise en place d'une feuille de route



Deux approches **non applicables en l'état** ne faisant pas consensus. Différents **questionnements sur les principes mêmes d'évaluation de la nocivité.**

Pour répondre à ces questionnements, une feuille de route a été remise à l'ASN et la DGEC fin avril 2023. Rapport SFIRPASFP.23.0008 disponible sur [le site de l'ASN](#)





# Feuille de route pour la définition d'un indicateur de la nocivité partagé par tous

# Feuille de route – les questions en suspens (1/3)



## Ambiguïté de la demande initiale de l'Ae

« Le concept de nocivité ne peut se réduire au seul potentiel de danger lié à la radioactivité des matières et des déchets radioactifs et devrait pleinement prendre en compte leurs **impacts chimiques et écotoxicologiques**, ainsi que les **modalités d'exposition de la population**, tenant compte, dans le temps, de leur mode de gestion et de **la diffusion des substances dans l'environnement** »

Comment traiter les impacts radiologiques/chimiques et écotoxicologiques en tenant compte d'un risque de diffusion dans l'environnement et des modes de gestion...

... alors que ceux-ci sont justement conçus pour exclure la diffusion dans l'environnement et les expositions significatives ?

# Feuille de route – les questions en suspens (2/3)



## Evaluation de la nocivité intrinsèque

- Les méthodes IRSN et Andra reposent sur des scénarios standardisés permettant d'évaluer la variabilité des effets délétères
- La nocivité évaluée devient « relative » et non « intrinsèque »

Comment obtenir des valeurs de nocivité indépendantes de toutes hypothèses d'exposition ?

## Déchets Vs Colis de déchets



- L'inventaire national propose des familles de déchets déjà conditionnées ou avançant des hypothèses de conditionnement
- Le colis de déchets sous-tend la présence de matrice et enveloppe de conditionnement

Comment rendre compte du bénéfice apporté par les matrices et enveloppes de conditionnement pour mieux refléter la nocivité intrinsèque d'un colis de déchets ?

# Feuille de route – les actions envisagées (1/3)

## Travail sur les scénarios d'évaluation de la nocivité

- Recherche d'indicateurs quasi « intrinsèques » comme le DeD ou la radiotoxicité potentielle
  - Quelle transposition aux substances chimiques ?
- En parallèle, réflexion sur des scénarios recherchant un équilibre entre :
  - Un **besoin de réalisme** pour permettre une interprétation plausible  
→ retrait de la dimension générique et standardisée
  - La possibilité de définir **des scénarios génériques et irréalistes**  
→ l'impact évalué n'a qu'une valeur relative et peut être interprété à tort comme le reflet d'une réalité
- Dans un second temps, mise en perspective possible avec les étapes « cycle de vie » du déchet et plus particulièrement de ses dispositions d'entreposage et de stockage





# Feuille de route – les actions envisagées (2/3)

## Questionner la représentation de l'indicateur de nocivité

- Lancement d'une collaboration avec un designer-graphiste pour s'accorder sur ce que l'on souhaite éclairer au travers de l'indicateur de nocivité
  - Quelles informations précises retranscrire ?
  - Comment exprimer la nocivité ?
  - Quelle échelle de nocivité développer et quelles limites y apposer ?



# Feuille de route – les actions envisagées (3/3)

## Rendre compte des caractéristiques du conditionnement

- Travail de valorisation des différents conditionnements existants au travers de la mise en place de facteurs d'abattement ou d'autres alternatives

## Amélioration de l'évaluation des substances chimiques

- Recherche d'une démarche pour pallier le manque de valeurs de référence dans l'évaluation des substances chimiques
- Prise en compte du caractère bioaccessible/biodisponible des substances chimiques contenues dans les matrices et enveloppe de conditionnement





## Conclusion & Perspectives

# Conclusion

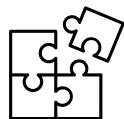
Actuellement, les deux méthodologies développées par l'IRSN et l'Andra ne sont pas applicables en l'état



Mise en place d'une feuille de route proposant différents axes de travail visant à répondre à la demande ENV. 2 du PNGMDR 2022-2026



Courant 2024, lancement d'un groupe pluraliste pour s'assurer que l'indicateur de nocivité réponde aux attentes de la société civile



En parallèle et sur la base des échanges avec le groupe pluraliste, avancement technique de la méthodologie par l'Andra, en lien avec l'IRSN et les représentants des producteurs

# Les grandes étapes à venir

## 2027-2028 – Déploiement de la méthodologie

Publication progressive des indices de nocivité obtenus dans la version en ligne de l'inventaire national.



## Edition IN 2028

Nouvelle édition comportant un indice de nocivité pour les premières familles de déchets et matières radioactifs évalués.

## 2025-2026 – Tests des choix méthodologiques retenus et amélioration de l'outil

Analyse des premiers résultats sur différentes catégories de colis de déchets et tests sur le cas des matières radioactives.

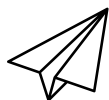
## 2027 – Validation de l'outil d'évaluation de la nocivité

Remise d'un livrable décrivant la méthodologie d'évaluation de la nocivité répondant aux attentes de chacun.

## 2024 - Lancement du GT Pluraliste

Partage des orientations méthodologiques proposées et prise en compte des différentes attentes

# Merci pour votre attention !



Pour toutes informations complémentaires :  
[melanie.maitre@andra.fr](mailto:melanie.maitre@andra.fr)