

# Traitement, recyclage et valorisation de résidus NORM

## Guide technique

Certains matériaux radioactifs sont présents naturellement dans l'environnement, comme le potassium-40 et les radionucléides de la famille de l'uranium et du thorium. Un certain nombre de matériaux présentent des niveaux de radioactivité naturelle significativement supérieurs aux valeurs moyennes rencontrées dans l'environnement : on parle de '*Naturally Occurring Radioactive Materials*' (NORM) ou de **radioactivité naturelle renforcée**. Cette radioactivité naturelle peut également se renforcer par l'intermédiaire des processus physico-chimiques mis en œuvre dans les processus de transformation industriels : la radioactivité se retrouve alors dans les produits finis et/ou dans les **résidus**.

Bien que les niveaux de radioactivité de ces matériaux NORM restent généralement modérés, une exposition prolongée à ces matériaux peut, dans certaines circonstances, devenir significative et dépasser les limites légales d'exposition. En particulier, l'impact sur l'environnement et la population peut devenir significatif lorsque des quantités importantes de ces matériaux NORM sont mises en décharge (l'exemple le plus connu est celui des décharges de phosphogypse) ou recyclés dans des matériaux de construction.

La plupart de ces résidus NORM sont traités dans les différents circuits de traitement des résidus **non radioactifs** : mise en décharge de catégorie 1, 2 ou 3, incinération ou co-incinération dans les cimenteries, recyclage comme matériaux de construction, valorisation dans le but, par exemple, d'extraire les métaux résiduels, etc. Jusque récemment, il n'existait pas de cadre réglementaire clair pour l'acceptation et le traitement de ces résidus, ce qui créait notamment une incertitude juridique pour les exploitants. Par ailleurs, l'exemple des mono-décharges de phosphogypse montre que, dans certains cas, la mise en décharge de quantités importantes de résidus NORM peut avoir un impact sur la gestion post-opérationnelle de la décharge, voire nécessiter l'imposition de mesures d'assainissement. Des critères d'acceptation clairs donnent aux exploitants, à leurs travailleurs et au public, une garantie que les résidus NORM sont traités d'une manière respectueuse de la santé et de l'environnement.

L'AFCN a donc défini **des critères d'acceptation et des modalités de contrôle et de suivi** pour ces flux de résidus NORM. Ce suivi est basé sur un système de déclaration qui implique à la fois le producteur des résidus et l'opérateur de la filière de traitement.

Ces critères permettent de contrôler et de limiter l'impact radiologique de la gestion des résidus NORM. Ils donnent aux opérateurs des filières de traitement de ces résidus une sécurité juridique pour leur acceptation et leur traitement. Ils permettent de répondre aux éventuelles interrogations du public relatives à la gestion de ce type de résidus.

Plusieurs autres pays européens, en particulier l'Allemagne et les Pays-Bas, disposent aussi d'un cadre réglementaire détaillé pour le traitement des résidus NORM. L'approche développée par l'AFCN s'inspire largement de l'approche appliquée en Allemagne.

Le but de ce guide est de fournir une information générale relative à la problématique de la radioactivité naturelle dans l'industrie, aux secteurs industriels et aux matériaux à risque et à guider les exploitants des installations concernées dans les formalités de déclaration à l'AFCN.

## Dans ce guide technique

La radioactivité naturelle	3
La radioactivité naturelle dans l'industrie	5
La radioactivité naturelle dans les résidus	7
Le cadre réglementaire	9
Critères d'acceptation	11
Le transport des matériaux NORM	13
L'obligation de déclaration en pratique	14
Conclusions	17
Annexe I – Notions de radioactivité	20
Annexe II – Réglementation	21
Annexe III – Liste des radionucléides considérés en équilibre séculaire dans le tableau 4	27
Annexe IV – Formulaire – données administratives du dossier de déclaration	28
Annexe V – Formulaire-type de rapportage périodique	31
Annexe VI – Considérations générales sur l'échantillonnage et la mesure de résidus NORM	32
Annexe VII – Codes-déchets correspondant à des déchets « à risque »	38

## La radioactivité naturelle

Toutes les roches et minerais contiennent, à des degrés divers, des traces de substances radioactives naturelles : uranium, thorium et leurs produits de désintégration ainsi que l'isotope radioactif du potassium, K-40.

Les tableaux suivants illustrent les chaînes de désintégration de l'uranium-238 et du thorium-232. La demi-vie\* et le type de rayonnement émis par ces radionucléides y sont mentionnés.

Série de l'uranium (U-238)			
Radionucléide	Symbole	Demi-vie	Émission principale
Uranium-238	U-238	4,5 milliards d'années	Alpha
Thorium-234	Th-234	24 jours	Beta, gamma
Protactinium-234m	Pa-234m	1,2 minute	Beta, gamma
Uranium-234	U-234	245 700 ans	Alpha
Thorium-230	Th-230	75 380 ans	Alpha
Radium-226	Ra-226	1 600 ans	Alpha, gamma
Radon-222	Rn-222	3,82 jours	Alpha
Polonium-218	Po-218	3,1 minutes	Alpha
Plomb-214	Pb-214	27 minutes	Beta, gamma
Bismuth-214	Bi-214	20 minutes	Beta, gamma
Polonium-214	Po-214	1,6 10 <sup>-4</sup> seconde	Alpha
Plomb-210	Pb-210	22,3 ans	Beta, gamma
Bismuth-210	Bi-210	5,01 jours	Beta
Polonium-210	Po-210	138 jours	Alpha
Plomb-206	Pb-206	<b>stable</b>	-

Tableau 1 - Les éléments de désintégration de la chaîne de l'uranium-238

Parmi les produits de désintégration de l'uranium-238 figurent en particulier le radium-226 (demi-vie 1 600 ans !), le gaz radon-222, le plomb-210 et le polonium-210.

\*Voir l'Annexe I - Notions de radioactivité

<b>Série du thorium (Th-232)</b>			
<b>Radionucléide</b>	<b>Symbole</b>	<b>Demi-vie</b>	<b>Émission principale</b>
Thorium-232	Th-232	14 milliards d'années	Alpha
Radium-228	Ra-228	5,75 ans	Beta
Actinium-228	Ac-228	6,1 heures	Beta, gamma
Thorium-228	Th-228	1,9 an	Alpha, gamma
Radium-224	Ra-224	3,7 jours	Alpha, gamma
Radon-220	Ra-220	55,6 secondes	Alpha
Polonium-216	Po-216	0,15 seconde	Alpha
Plomb-212	Pb-212	10,6 heures	Beta, gamma
Bismuth-212	Bi-212	61 minutes	Alpha (36%), beta (64%), gamma
Polonium-212	Po-212	3 10 <sup>-7</sup> secondes	Alpha
Thallium-208	Tl-208	3,1 minutes	Beta, gamma
Plomb-208	Pb-208	<b>stable</b>	-

Tableau 2 - Les éléments de désintégration de la chaîne du thorium-232

Les résidus NORM contiennent donc généralement un « cocktail » de différentes substances radioactives.

La gamme des concentrations en éléments radioactifs naturels dans le sol belge, exprimées en Becquerel par kilogramme (Bq/kg) est la suivante :

<b>U-238</b>	<b>Th-232</b>	<b>K-40</b>
5 - 50 Bq/kg	5 - 50 Bq/kg	70 - 900 Bq/kg

Exprimées en ppm (« parties par million »), ces valeurs correspondent environ à 0,5 - 5 ppm d'uranium et 1 - 10 ppm de thorium.

#### **Facteurs de conversion**

1 ppm d'uranium naturel = **12 Bq/kg U-238**

1 ppm de thorium naturel = **4 Bq/kg Th-232**

1 ppm de potassium = **0,0307 Bq/kg K-40**

Ces différences de concentration expliquent pourquoi le débit de dose associé au « bruit de fond » naturel n'est pas le même d'une région à l'autre (Figure 1) : les débits de dose dus à la radioactivité naturelle des sols sont plus élevés (jusqu'à un facteur 2) dans les sols schisteux des Ardennes que dans les sols sablonneux du nord du pays.

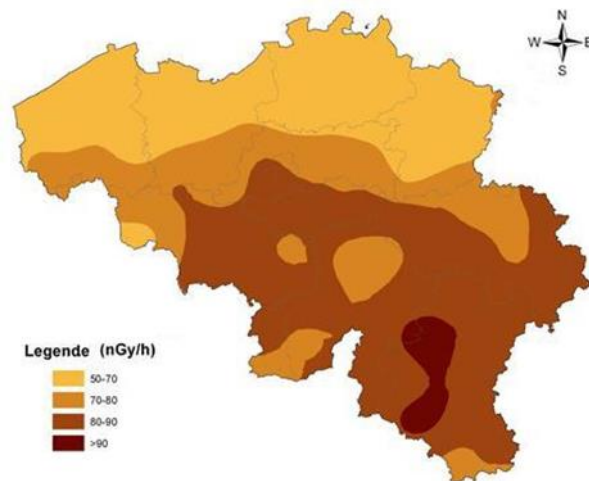


Figure 1 – Radioactivité naturelle des sols en Belgique

Dans certains minerais, utilisés comme matières premières dans l'industrie, les concentrations en éléments radioactifs naturels deviennent significatives. C'est, par exemple, le cas des minerais de phosphate de type sédimentaires ou des sables au zircon. Les concentrations en substances radioactives naturelles dans ces minerais sont de l'ordre de plusieurs kBq/kg, une valeur environ 100 fois supérieure aux valeurs moyennes dans le sol belge. Ces concentrations peuvent être 1 000 fois supérieures dans certains minerais non-ferreux, notamment le minerai d'étain (la cassitérite) ou les minerais de terres rares comme la monazite.

## La radioactivité naturelle dans l'industrie

L'utilisation par l'industrie de matières premières contenant des concentrations renforcées en éléments radioactifs naturels constitue un risque d'exposition accrue à la radioactivité. Par ailleurs, les processus de transformation industriels peuvent également mener à une concentration des éléments radioactifs naturels dans les sous-produits et résidus du processus.

### Des risques liés aux matières premières

Comme mentionné plus haut, certains minerais contiennent par nature des concentrations relativement importantes en substances radioactives naturelles : les minerais de phosphate, les sables au zircon et certains minerais non-ferreux. Cette radioactivité se retrouvera dans les produits finis et les résidus du processus. Les industries qui utilisent ces matières premières sont donc des **secteurs à risque** : l'industrie des phosphates (production d'acide phosphorique,

d'engrais ou autres produits phosphatés), la fonderie et la fabrication de matériaux réfractaires (utilisation des sables au zircon) et la métallurgie non-ferreuse primaire (à partir du minerai ou du concentrat).

### Des risques liés aux processus

La problématique NORM implique également des secteurs qui n'utilisent pas de matières premières « à risque ». Les **processus** mis en œuvre peuvent néanmoins conduire à une accumulation de substances radioactives naturelles sur des éléments d'installation ou dans les résidus. C'est par exemple le cas des centrales au charbon : bien que les concentrations en substances radioactives naturelles dans le charbon soient généralement de l'ordre des valeurs de fond dans le sol belge, la combustion du charbon dans les centrales peut conduire à une accumulation de plomb-210 sur les parois de la chaudière et une concentration du radium dans les cendres volantes.

Un autre exemple est le secteur du traitement des eaux souterraines : les traces de radium présentes dans certaines eaux souterraines peuvent s'accumuler sur les éléments de filtration jusqu'à des concentrations significatives.

Dans les processus « à risque », les concentrations les plus importantes se retrouvent généralement dans les éléments de filtration ou bien sous forme de *scalings* dans des parties d'installations (tuyauteries, cuves, etc.).

### Un cocktail de substances radioactives en proportions diverses

Les propriétés physico-chimiques des différentes substances radioactives naturelles (uranium, radium, plomb, polonium, etc.) étant différentes, ces éléments ne vont pas forcément suivre le même chemin dans le processus de transformation. Ils peuvent s'accumuler préférentiellement dans certains résidus ou produits. Alors que dans les matières premières minérales, tous les radionucléides d'une même chaîne de désintégration sont généralement présents avec la même activité (on parle d'équilibre séculaire, cf. le glossaire de l'Annexe I), cet équilibre est brisé par les processus de transformation physico-chimiques. Par exemple, dans l'industrie des phosphates, l'uranium et le radium sont, au départ, présents dans le minerai de phosphate avec une même concentration d'activité ; dans les processus de transformation, l'uranium va se retrouver dans les produits finis (acide phosphorique ou engrais) tandis que le radium se retrouvera dans les résidus (phosphogypse notamment) ou sous forme de *scalings* dans les installations.

### Les secteurs à risque

On peut ainsi identifier un certain nombre de secteurs industriels « à risque », à cause des matières premières utilisées et/ou des processus mis en œuvre :

- le secteur des phosphates ;
- la mise en œuvre des sables et oxydes de zircon (industrie des céramiques et des réfractaires, fonderies, etc.) et, de façon générale, l'industrie des réfractaires ;
- la production de dioxyde de titane ;
- le traitement des eaux souterraines ;
- les centrales au charbon ;

- la production des métaux non ferreux ;
- la sidérurgie ;
- les applications du thorium ;
- l'industrie du pétrole et du gaz ;
- la géothermie ;
- l'extraction de terres rares ;
- activités impliquant les minerais de pyrochlore, columbite, tantalite, ilmenite, rutile, cassiterite, monazite, tourmaline, grenat et des fumées de silice ;
- utilisation de chaux dans les processus de neutralisation industriels.

La problématique NORM peut également se rencontrer dans d'autres secteurs, vu la diversité des processus pouvant mener à une concentration des substances radioactives naturelles.

## La radioactivité naturelle dans les résidus

Certains résidus issus des secteurs mentionnés sont susceptibles de contenir une concentration renforcée en radioactivité naturelle.

Le tableau ci-dessous fournit un aperçu de différents résidus concernés, avec mention des radionucléides présents et de leur niveau de concentration d'activité. Ce tableau n'est bien sûr pas exhaustif. Les valeurs de concentration d'activité sont données à titre indicatif. Des variations sont possibles en fonction du type spécifique de matériau et des processus qu'il a subi. Une estimation précise de cette concentration nécessite une mesure.

Secteur d'origine	Type de déchet ou de matériau	Radionucléides dominants	Concentration (kBq/kg)
Industrie des phosphates	Phosphogypse	Ra-226	0,5 – 1
	<i>Scalings</i> (parois de cuve, toiles et gâteaux de filtration, tuyauteries, etc.)	Ra-226	1 – 100
Réfractaires	Réfractaires à base de sable au zircon	U-238, Th-232 (en équilibre avec ses produits de désintégration)	1 – 3 (U-238) 0,2 – 0,5 (Th-232)
	Réfractaires aluminosilicate / carbure de silicium	U-238 (en équilibre avec ses produits de désintégration)	0,2 – 0,5

Utilisation de matériaux abrasifs	Abrasifs à base de sables au zircon	U-238, Th-232 (en équilibre avec ses produits de désintégration)	1 - 3 (U-238) 0,2 - 0,5 (Th-232)
	Abrasifs à base d'alumine, de corindon	U-238, Th-232 (en équilibre avec ses produits de désintégration)	0,2 - 0,5
	Grenat	U-238, Th-232 (en équilibre avec ses produits de désintégration)	0,3 - 1 (U-238) 1 - 2 (Th-232)
Fonderie, céramique, réfractaire	Sable au zircon	U-238, Th-232 (en équilibre avec ses produits de désintégration)	3 - 5 (U-238) 0,5 - 1 (Th-232)
Fonderie	Noyaux et sables de fonderie (contenant des sables au zircon)	U-238 (en équilibre avec ses produits de désintégration)	0,2 - 0,5
Production de dioxyde de titane	Toiles et gâteaux de filtration	Ra-226, Ra-228	0,5 - 5
Traitement des eaux souterraines	Sables de filtration	Ra-226, Ra-228	1 - 10
	Anneaux de déferrisation	Ra-226, Ra-228	1 - 10
	Résine échangeuse d'ions	U-238	1 - 100
	Boues résiduelles	Ra-226, Ra-228	0,05 - 1
Centrales au charbon	Cendres volantes	Ra-226	0,1 - 0,2
Sidérurgie primaire	Poussières d'agglomération	Pb-210, Po-210	70 - 100 (Po-210) 15 - 30 (Pb-210)
	Poussière de haut-fourneau	Pb-210, Po-210	15 - 30 (Pb-210) 10 (Po-210)
Soudure	Baguettes de soudure au thorium	Th-232	50 - 150
Aéronautique	Pièce de moteur contenant des alliages au thorium	Th-232	200
Transport du gaz naturel	Valves, compresseurs, canalisations	Pb-210, Po-210	1 - 200
Raffineries	Boues de fond de cuves	Ra-226, Ra-228	0,1 - 10
	Catalyseurs usés	Ra-226, Ra-228	0,2 - 0,5
Déchets de construction / démantèlement	Ciment-amiante réfractaire	U-238, Th-232 (en équilibre avec leurs produits de désintégration)	3 - 5 (U-238) 0,5 - 2 (Th-232)
	Laine isolante réfractaire	U-238, Th-232 (et produits de désintégration)	3 - 5 (U-238) 5 - 15 (Th-232)
	Fibre de verre contenant de l'oxyde de zircon	U-238, Th-232 (et produits de désintégration)	0,5 - 1 (U-238)
Production d'oxyde de zircon	Fumée de silice	Ra-226	5 - 10

Tableau 3 - Exemples de déchets et matériaux présentant une radioactivité naturelle renforcée



## Le cadre réglementaire

Les prescriptions réglementaires relatives aux industries NORM sont définies dans l'**arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants** (« RGPRI »), articles 4, 9 et 20.3 (voir [l'Annexe II](#)).

L'article 4 définit les niveaux au-delà desquels il existe un risque d'exposition aux substances radioactives naturelles. Dans ce cas, ces activités sont appelées dans la réglementation les **activités professionnelles mettant en jeu des sources naturelles de rayonnement** et sont considérées comme des situations d'exposition planifiées.

L'AFCN doit déterminer les secteurs d'activités dans lesquels ces niveaux sont susceptibles d'être dépassés. Pour cela, l'AFCN a publié un arrêté au Moniteur belge le 30 mars 2012 (arrêté du 1 mars 2012 de l'Agence fédérale de Contrôle nucléaire fixant les activités professionnelles visées à l'article 4 de l'arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants). Une copie de cette liste figure également à [l'Annexe II](#).

L'article 9 prescrit aux activités professionnelles visées à l'article 4 d'envoyer à l'AFCN un dossier de déclaration et décrit la nature des informations contenues dans ce dossier.

La liste des secteurs d'activités soumis à déclaration inclut les **activités de traitement, de valorisation et de recyclage de résidus NORM** :\*

1. stockage, manutention et traitement des minerais de phosphates et des produits et résidus de ces opérations ;
2. stockage, manutention et utilisation des sables et oxydes de zircon ;
3. le démantèlement, le remplacement et le recyclage des matériaux réfractaires à base de sables et oxydes de zircon ;
4. production de dioxyde de titane ;
5. installations de traitement des eaux souterraines ;
6. centrales au charbon ;
7. production des métaux non ferreux ;
8. production primaire d'acier ;
9. la production, l'utilisation, le stockage et la manutention de matériaux à base de thorium et d'alliages au thorium ;
10. raffinage du pétrole ;
11. extraction et transport du gaz naturel et du gaz de schiste ;
12. production primaire des terres rares ;
13. stockage, manutention, utilisation et traitement des minerais de pyrochlore, columbite, tantalite, ilmenite, rutile, cassiterite, monazite, tourmaline, grenat et des fumées de silice ;

\*Le stockage provisoire et la manutention par, notamment, les collecteurs ou les centres de tri **ne sont pas** soumis à l'obligation de déclaration.

14. stockage, manutention, utilisation et traitement de tous les matériaux pour lesquels sont dépassés les niveaux d'exemption d'application pour le transport des sources naturelles de rayonnement, lorsque les radionucléides naturels qu'elles contiennent ne sont pas et n'ont pas été traités en raison de leurs propriétés radioactives, fissiles ou fertiles ; ces niveaux sont visés à l'article 56 du RGPRI ;
15. la distribution de produits de consommation dont la concentration d'activité dépasse les niveaux définis en annexe ;
16. **le traitement, la valorisation et le recyclage des résidus dont la concentration d'activité dépasse les niveaux définis en annexe ;**
17. la production d'énergie géothermique, y compris les activités d'exploration et de pompage en vue du développement de cette activité.

Les niveaux applicables aux résidus et mentionnés dans l'arrêté de l'AFCN sont les suivants :

Radionucléide	Concentration d'activité (kBq/kg)
<b>U-238sec (incl. U-235sec)</b>	0,5
	0,1 (mono-décharge)
U nat	5
Th-230	10
Ra-226+	0,5
	0,1 (mono-décharge)
Pb-210+	5
Po-210	5
<b>Th-232sec</b>	0,5
	0,1 (mono-décharge)
Th-232	5
Ra-228+	1
Th-228+	0,5
<b>K-40</b>	5

Tableau 4 – Niveaux de référence pour l'obligation de déclaration

Les éléments de désintégration pris en compte dans ce tableau sont repris à [l'Annexe III](#).

Ces valeurs seront considérées comme valeurs d'exemption de référence. Tout producteur de résidus dont l'activité est supérieure à ces niveaux doit en notifier l'AFCN. Il doit également le notifier à l'opérateur chargé du traitement des résidus. Ce dernier ne peut les accepter que s'il a également introduit auprès de l'AFCN un [dossier de déclaration](#).

Lorsque plusieurs radionucléides sont présents, la règle de somme suivante s'applique :

$\sum_i C_i/C_{L,i} \leq 1$  avec  $C_i$  la concentration du radionucléide  $i$  et  $C_{L,i}$  le niveau d'exemption correspondant.

L'exploitant d'une mono-décharge est automatiquement soumis à une obligation si la somme de l'activité moyenne des déchets en uranium et en thorium est supérieure à 0,1 Bq/g (éléments de désintégration inclus).

L'objectif du **dossier de déclaration** est de fournir les données nécessaires pour évaluer l'impact radiologique sur les travailleurs et la population. Si cet impact est inférieur à 1 mSv/an, aucune mesure complémentaire ne sera demandée. S'il est susceptible de dépasser 1 mSv/an, des mesures correctives et/ou de surveillance peuvent être imposées par l'AFCN. Si ces mesures correctives ne sont pas suffisantes pour amener l'impact à une valeur inférieure à 1 mSv/an, un régime d'autorisation peut être appliqué.

## Critères d'acceptation

L'exploitant d'une installation de traitement, de valorisation ou de recyclage de résidus dont la concentration d'activité dépasse les niveaux du [Tableau 4](#) doit donc introduire auprès de l'AFCN un dossier de déclaration.

Afin que l'impact radiologique ne dépasse pas 1 mSv/an, l'acceptation de résidus NORM non-exemptés par une installation de traitement ou de valorisation de déchets est assortie de certaines conditions :

1. La concentration d'activité d'un lot donné de résidus ne peut pas dépasser une valeur maximale. Cela a pour but de limiter le risque d'exposition des travailleurs amenés à manipuler ces déchets. Cela ne dispense évidemment pas de respecter les règles habituelles de sûreté et d'hygiène du travail afin de limiter l'exposition autant que possible (en se protégeant en particulier contre l'inhalation de poussière).
2. D'autre part, ces valeurs maximales autorisées pour l'activité des résidus NORM entrants s'accompagnent de contraintes sur l'activité totale mise en décharge ou sur la concentration d'activité des produits finis (cimenteries, matériaux de construction) ou des résidus (par exemple, les mâchefers d'incinération). Il s'agit ici de surveiller les éventuels effets cumulatifs dus à l'apport de résidus NORM provenant d'un grand nombre de producteurs différents ou d'éventuels effets de concentration liés aux processus physico-chimiques du traitement des résidus.

Mode de traitement	Concentration d'activité		« Output » : concentration du produit fini / des résidus sortant
	Concentration du résidu NORM entrant		
Mise en décharge cat. 1	Exemption	Tableau 4	$C_{\text{moyen, annuel}} < 0,2 \text{ Bq/g}$
	$C_{\text{max}}$	50 Bq/g	
Mise en décharge cat. 2	Exemption	Tableau 4	$C_{\text{moyen, annuel}} < 0,2 \text{ Bq/g}$
	$C_{\text{max}}$	10 Bq/g	
Mise en décharge cat. 3	Exemption	Tableau 4	$C_{\text{moyen, annuel}} < 0,2 \text{ Bq/g}$
	$C_{\text{max}}$	10 Bq/g	
Mono-décharge	< 0,1 Bq/g : pas de restrictions		
	> 0,1 Bq/g : monitoring + plan de réhabilitation et/ou restrictions d'usage		

Incinération et co-incinération (cimenteries)	Exemption	Tableau 4	+ contrôle produits finis et résidus - RP 122 II : si le matériau est destiné à la construction de routes ou des applications similaires - indice d'activité : si le matériau peut être utilisé dans la construction de bâtiments
	$C_{\max}$	10 Bq/g	
Matériaux de construction (toutes applications : bâtiments, infrastructure, remblais)	Exemption	Tableau 4	+ contrôle produits finis - RP 122 II : si le matériau est destiné à la construction de routes ou des applications similaires - indice d'activité : si le matériau peut être utilisé dans la construction de bâtiments
	$C_{\max}$	10 Bq/g	
Autre usage	Cas par cas		

Tableau 5 - Critères d'acceptation

$C_{\text{moyen,annuel}}$  est la somme des activités des résidus NORM mis en décharge par an divisée par la masse totale mise en décharge sur cette période d'un an. Dans le calcul de cette somme, l'activité des résidus exemptés (c'est-à-dire tous les autres résidus) est égale par défaut à **0,1 Bq/g**. La règle de somme sur les radionucléides est aussi d'application mais le K-40 n'est pas inclus dans la somme.

Les valeurs maximales de 50 Bq/g et de 10 Bq/g sont donc soumises au respect de la condition relative à la **moyenne de l'activité**. Cela revient en pratique à une limitation sur les quantités de résidus NORM qui peuvent être acceptées. Dans le cas d'une mise en décharge par exemple, la valeur moyenne mise en décharge est limitée à 0,2 Bq/g. Si la concentration par défaut des résidus exemptés est égale à 0,1 Bq/g, la quantité maximum de résidus avec une concentration de 50 Bq/g mise en décharge par an s'élève à  $m_{50} < M_T / 500$  (avec  $M_T$  la masse totale de résidus mis en décharge). Pour une masse totale de 250 000 T annuelle,  $m_{50}$  s'élève donc à 500 T.

Pour les activités de traitement de déchets autres que la mise en décharge, le contrôle s'effectue sur les produits finis et les résidus du processus de traitement. Comme pour les autres catégories d'activités professionnelles, les résidus du processus de traitement sont exemptés de déclaration si leur concentration d'activité est inférieure aux niveaux du [Tableau 4](#). Si la concentration est supérieure à ces niveaux, ces résidus doivent eux-mêmes être considérés comme résidus « NORM » et être traités par une installation qui a soumis à l'AFCN un dossier de déclaration.

Des normes plus strictes sont imposées si les produits du processus de valorisation (par exemple, ciment ou béton) sont destinés à être utilisés dans la construction de bâtiments. Leur niveau de radioactivité doit alors être tel que l'indice d'activité  $I$  réponde à la condition suivante :

$$I = C_{\text{Ra-226}} / 0,3 \text{ Bq/g} + C_{\text{Th-232}} / 0,2 \text{ Bq/g} + C_{\text{K-40}} / 3 \text{ Bq/g} < 1 \text{ (matériaux utilisés en bulk)}$$

$$I = C_{\text{Ra-226}} / 0,3 \text{ Bq/g} + C_{\text{Th-232}} / 0,2 \text{ Bq/g} + C_{\text{K-40}} / 3 \text{ Bq/g} < 6 \text{ (matériaux utilisés pour des applications superficielles)}$$

où « C » représente la concentration d'activité du radionucléide respectif exprimée en Bq/g (Becquerel par gramme).

Si les valeurs génériques d'acceptation du [Tableau 5](#) ne sont pas respectées - qu'il s'agisse des valeurs maximales (impact travailleur) ou des valeurs moyennes (impact public), l'opérateur devra prouver que l'impact radiologique est inférieur à 0,3 mSv/an via une étude de risque spécifique. Des mesures de monitoring pourront être imposées (par exemple, mesures de radioactivité des percolats et des eaux souterraines) afin de vérifier l'absence d'impact négatif sur l'environnement.

## Le transport des matériaux NORM

Le transport des matériaux NORM n'est pas considéré comme un transport de matières radioactives **pour autant que les conditions suivantes soient respectées** (cf. art. 4 de [l'arrêté royal du 22 octobre 2017 concernant le transport de marchandises dangereuses de la classe 7](#)) :

- Les radionucléides naturels qu'ils contiennent ne sont pas et n'ont pas été traités en raison de leurs propriétés radioactives, fissiles ou fertiles ; cela exclut notamment les déchets au radium liés aux applications historiques du radium (utilisation comme peinture luminescente, paratonnerres, etc.).
- L'activité ou l'activité par unité de masse (concentration d'activité) des radionucléides de la série de l'uranium-238 et du thorium-232 ne doit pas dépasser 10 fois les valeurs d'exemption indiquées à [l'Annexe IA du RGPRI](#).

Le tableau ci-dessous reprend les valeurs d'exemption **multipliées par ce facteur 10**.

Radionucléide	Valeurs d'exemption x 10 (kBq/kg)
<b>U-238sec</b>	10
U-238+	100
Th-230	10
Ra-226+	100
Pb-210+	100
Po-210	100
<b>Th-232sec</b>	10
Ra-228+	100
Th-228+	10

Tableau 6 - Niveaux d'exemption d'application en matière de transport

Pour le K-40, le facteur 10 n'est pas d'application et le niveau d'exemption pour le transport est de 100 Bq/g.

Lorsque plusieurs radionucléides sont présents, la règle de somme  $\sum_i C_i/C_{L,i} \leq 1$  est d'application avec  $C_i$  la concentration du radionucléide  $i$  et  $C_{L,i}$  le niveau d'exemption correspondant.

Pour les matériaux NORM les plus fréquents, ces niveaux d'exemption ne sont pas dépassés (cf. [Tableau 3](#)). Par ailleurs, à l'exception de la mise en décharge de classe 1, les critères d'acceptation génériques sont inférieurs aux niveaux d'exemption relatifs au transport.

Lorsque les niveaux d'exemption relatifs au transport des sources naturelles de rayonnement sont dépassés, le transport de ces matériaux devra être effectué par un transporteur agréé. Il existe en Belgique différents transporteurs agréés pour les « marchandises dangereuses de classe 7 » (substances radioactives). Le transporteur doit disposer d'une autorisation de transport, délivrée par l'AFCN, conforme aux caractéristiques des substances radioactives concernées.

Des informations complémentaires sur le transport des substances radioactives sont disponibles sur le site internet de l'AFCN :

Meer informatie over het vervoer van radioactieve stoffen:

- [Dossier d'information : le transport de matières radioactives](#)
- [Transport de matières radioactives](#)

## L'obligation de déclaration en pratique

Si votre entreprise traite, recycle ou valorise des résidus dont les concentrations d'activité sont susceptibles de dépasser les niveaux mentionnés au Tableau 4, elle est tenue d'introduire un dossier de déclaration. En étant enregistré auprès de l'AFCN, vous donnez la possibilité aux producteurs de résidus NORM de choisir votre installation pour le traitement, le recyclage ou la valorisation de leurs résidus. Les installations non-enregistrées auprès de l'AFCN ne pourront plus accepter de résidus NORM.

Votre installation étant enregistrée, il ne sera plus nécessaire de demander un accord spécifique de l'AFCN pour chaque lot de résidus. Pour autant que les conditions d'acceptation définies par l'AFCN soient respectées, l'enregistrement a une valeur générique et vous serez uniquement tenu à un rapportage périodique des « flux NORM » entrants. Vous vous engagez cependant à fournir à l'AFCN toute information qui sera jugée nécessaire et à accepter d'éventuels contrôles de l'AFCN sur votre site.

### Le contenu du dossier de déclaration

Les éléments constitutifs du dossier de déclaration sont :

- [données administratives](#) : il s'agit du formulaire de [l'Annexe IV](#) (vos données de contact, le type d'installation, la liste des catégories de déchets ou résidus que votre permis d'environnement vous autorise à traiter) ;
- diagramme du ou des processus : un *flowchart* du ou des processus de traitement, recyclage ou valorisation ;
- un schéma des installations ;
- une liste regroupant la nature, la description et la quantité des déchets traités par votre installation ;
- une description de la manière dont la radioactivité des flux entrant est contrôlée ;

- une liste regroupant la nature, la description et la quantité de déchets produits par le ou les processus de traitement, de recyclage ou de valorisation ;
- une demande de désignation officielle d'un agent de radioprotection (RPO)\* le cas échéant accompagnée de pièces justificatives démontrant une connaissance suffisante des aspects de la radioprotection à appliquer.

L'AFCN peut, le cas échéant, vous demander des informations techniques complémentaires : par exemple, une copie du rapport d'incidences sur l'environnement.

Sur base de cette déclaration, vous recevrez un courrier de l'AFCN validant votre enregistrement. Dans ce courrier, les critères d'acceptation relatifs à votre installation seront précisés sur base du [Tableau 5](#). Les modalités de surveillance et de rattachement y seront aussi définies.

L'AFCN devra être informée des éventuels changements significatifs des données contenues dans le dossier de déclaration.

### Procédure administrative

La déclaration doit être envoyée par la poste et/ou en version imprimable par e-mail à l'adresse :

**L'Agence fédérale de Contrôle nucléaire (AFCN)**  
**Service « Surveillance du territoire et rayonnement naturel »**  
**À l'attention de M. Geert Biermans, chef de service**  
**Rue du Marquis 1 bte 6A**  
**1000 Bruxelles**

[norm@fanc.fgov.be](mailto:norm@fanc.fgov.be)

Lorsque le dossier est considéré comme complet par l'AFCN, cette dernière formulera une réponse dans un délai de 30 jours.

### Le rapport périodique

L'exploitant devra tenir un **registre** des résidus NORM non exemptés qui sont traités dans son installation. Périodiquement, l'exploitant en transmet un relevé à l'AFCN. La fréquence est précisée par l'AFCN en fonction du type d'installation et des quantités de résidus NORM acceptés. Pour le relevé, il peut être fait usage du formulaire repris à [l'Annexe V](#).

Les données essentielles sont les suivantes : nature des déchets (avec mention du code déchet), identification du producteur, tonnage, nature et concentration des éléments radioactifs naturels présents (mesurée ou estimée).

En fonction du type d'installations, l'AFCN peut vous demander certaines informations complémentaires, comme l'identification du casier dans lequel les résidus ont été mis en décharge.

\*Le *Radiation Protection Officer* (RPO) est responsable de l'application des mesures de radioprotection au sein de l'entreprise et est la personne de contact de l'AFCN au sein de l'entreprise. Sa désignation doit faire l'objet d'un avis préalable favorable de l'AFCN.

## Les modalités de contrôle

La caractérisation des déchets et résidus est d'abord une responsabilité du producteur. L'échantillonnage s'effectue selon les règles de bonne pratique en vigueur (par exemple, le *Compendium voor Monsterneming en Analyse* pour la Région flamande).

**Les données essentielles à mentionner dans le rapport de caractérisation sont les suivantes :**

- le type de matériau analysé ;
- la technique d'analyse (le cas échéant, préciser si la méthode d'analyse est accréditée ou non et mentionner la norme suivie) ;
- les radionucléides identifiés, avec mention de la concentration d'activité (mentionner si la concentration d'un radionucléide est déterminée directement ou sur base d'un élément-fille, en précisant quel élément-fille) ;
- l'incertitude de mesure.

Une caractérisation spécifique n'est pas nécessaire si les résidus appartiennent à des catégories de « résidus NORM » connues et dont la concentration d'activité est suffisamment documentée dans la littérature.

La mesure du rayonnement externe émis par le résidu permet, dans la plupart des cas\*, d'effectuer un premier screening et de limiter la prise d'échantillon. Si le débit de dose **au contact** du résidu est inférieur à deux fois le bruit de fond naturel, une détermination de l'activité spécifique n'est pas nécessaire et les résidus peuvent être considérés comme exemptés.

Si votre installation est équipée d'un portique de détection, vous pourrez facilement contrôler si le niveau de rayonnement émis par le chargement est supérieur au bruit de fond naturel. Attention, il est malheureusement impossible de dériver la concentration d'activité des résidus sur base de la mesure fournie par le portique et une alarme du portique ne signifie pas nécessairement que la concentration d'activité des résidus soit supérieure au niveau de déclaration. Inversement, l'absence d'alarme n'est pas forcément synonyme d'absence de radioactivité : si le container contient des déchets en mélange, le rayonnement émis par les résidus NORM peut être absorbé par les autres déchets dans le container.

C'est d'abord sur base de **la nature des déchets** que l'on peut porter un jugement qualitatif sur leur concentration en substances radioactives naturelles (cf. entre autres le [Tableau 3](#) ; l'[Annexe VII](#) fournit également, à titre indicatif, une liste de code-déchets correspondants aux secteurs « à risque »). La mesure au portique fournit éventuellement un élément de confirmation. En cas de doute, une caractérisation par un laboratoire spécialisé est nécessaire. Il est donc souhaitable de conserver un échantillon de chaque chargement ayant déclenché l'alarme à des fins d'analyses complémentaires éventuelles. Ces analyses complémentaires peuvent être demandées par l'AFCN dans un délai maximum de quatre semaines après la transmission du rapportage périodique. Passé ce délai, les échantillons ne doivent plus être conservés.

\*Ce n'est bien sûr pas d'application pour les matériaux dont on sait a priori – sur base de la littérature, de la connaissance des processus de production, etc. – qu'ils émettent peu de rayonnement gamma : ex. chaîne de l'uranium en déséquilibre avec prédominance de l'uranium (certains ZrO<sub>2</sub> notamment), Pb-210 et Po-210. Dans ce cas, une détermination de l'activité spécifique est nécessaire.



Le portique vous permet également d'effectuer un screening sur les déchets et sous-produits de votre installation (par exemple, les mâchefers).

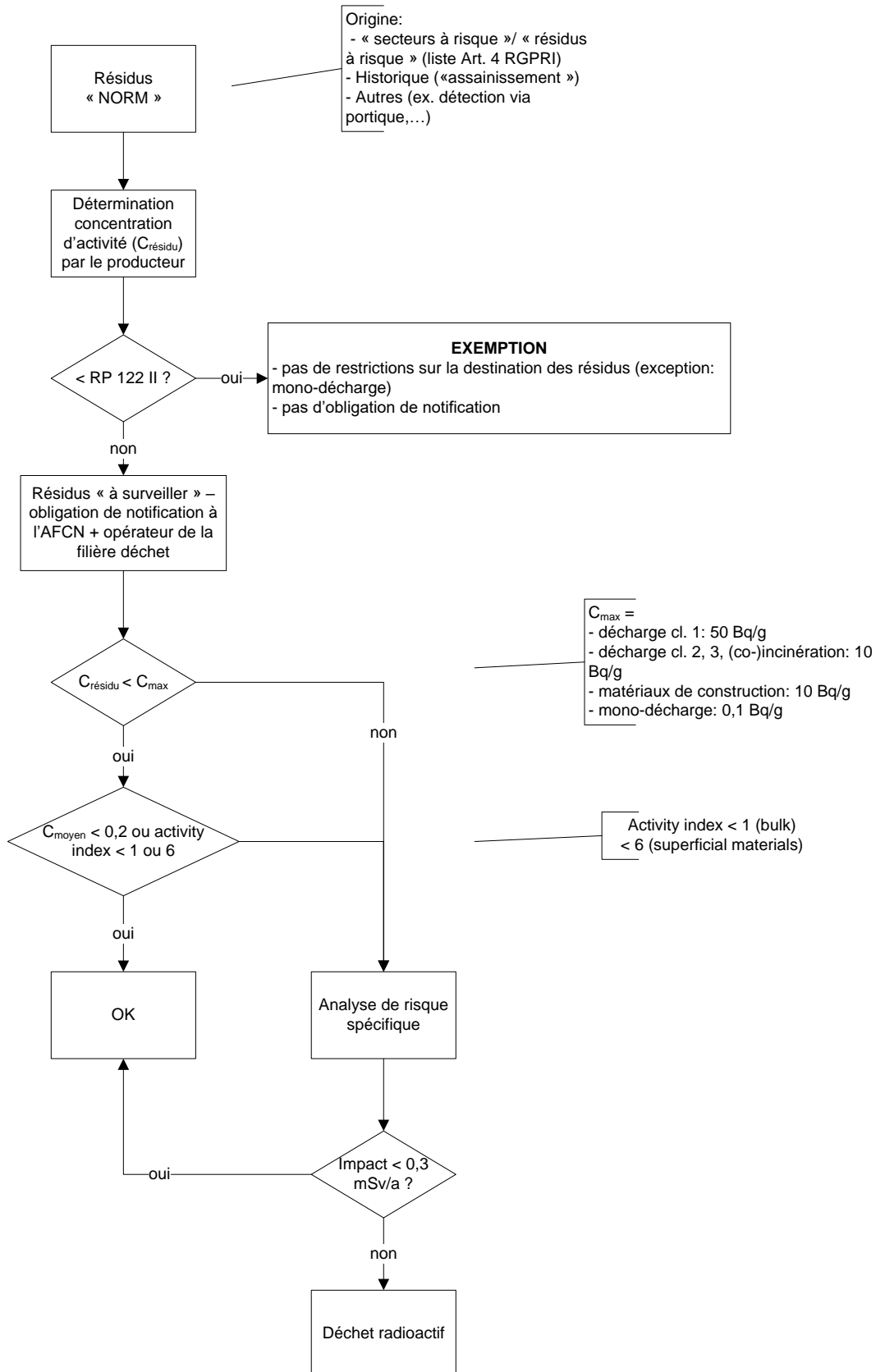
Il existe différents laboratoires – en Belgique et à l'étranger – capables d'effectuer une détermination des concentrations en substances radioactives naturelles. Préciser au laboratoire [les données](#) minimales qui doivent figurer sur le rapport d'analyse.

[L'Annexe VI](#) contient des informations complémentaires sur la problématique de la caractérisation des résidus NORM.

## Conclusions

L'approche décrite dans ce guide est basée sur un double devoir de déclaration – de la part du producteur de résidus NORM et de la part de l'opérateur de la filière de traitement. Elle peut se résumer dans le *flowchart* suivant :

## Processus de décision



**Check-list du dossier de déclaration de l'opérateur de l'installation de traitement, de recyclage ou de valorisation :**

- données administratives ;
- schéma des installations ;
- *flowchart* du processus ;
- liste des résidus traités ;
- liste des résidus produits ;
- protocole de contrôle ;
- lettre de demande de désignation du RPO et le cas échéant les pièces justificatives des compétences requises.

## Annexe I : Notions de radioactivité

### Les rayonnements $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$

- La radiation **alpha** ( $\alpha$ ) est constituée de particules chargées lourdes (des noyaux d'hélium) qui ont un faible pouvoir de pénétration dans l'air. Elles peuvent être arrêtées par une feuille de papier. En cas d'inhalation ou d'ingestion, le risque peut être significatif.
- La radiation **beta** ( $\beta$ ) consiste en particules plus légères (électrons ou positrons) plus pénétrantes que les radiations alpha. Elles peuvent être stoppées par une feuille d'aluminium.
- La radiation **gamma** ( $\gamma$ ) est un rayonnement électromagnétique (photon) de haute énergie et a un grand pouvoir de pénétration. Il peut être atténué par un écran de plomb ou par une épaisseur significative de béton.

### Concentration d'activité

Il s'agit du nombre de désintégrations radioactives d'un radionucléide par seconde et par unité de masse du matériel. L'unité est le **Becquerel** (Bq) par gramme ou kilogramme. Pour certains radionucléides, il est possible de dériver la concentration d'activité sur base de la concentration massique (cf. [les facteurs de conversion](#)).

### Dose (effective)

La dose (effective) mesure l'exposition à la radioactivité. Son unité est le **Sievert** (Sv).

### Demi-vie radioactive

Il s'agit de la période nécessaire pour que l'activité d'un matériau radioactif diminue de moitié.

Exemple : le radium-228 a une demi-vie de presque 6 ans. Si un matériau contient 10 Bq/g de Ra-228 (et que l'élément mère n'est pas présent), il n'en contiendra plus que 5 Bq/g après 6 ans. Après 30 ans (5 demi-vies), il n'en contiendra plus que 0,3 Bq/g.

### L'équilibre radioactif séculaire

Dans une chaîne de désintégration radioactive, l'équilibre séculaire est atteint lorsque le taux de production des éléments de filiation est égal à leur taux de désintégration. Lorsque l'équilibre est atteint, tous les éléments d'une même chaîne de désintégration ont la même concentration d'activité. L'équilibre entre un élément « mère » et son élément « fille » est atteint après environ 7 fois la demi-vie de l'élément fille.

Exemple : un matériau contient 10 Bq/g de Pb-210 (demi-vie 22 ans) mais ne contient pas de Po-210 (demi-vie 140 jours) lorsqu'il est produit. Après environ 2,5 ans (7 x 140 jours), les concentrations en Pb-210 et en Po-210 seront identiques. On dira que le Pb-210 et le Po-210 sont en équilibre séculaire. **L'évaluation du risque d'exposition devra alors tenir compte de ces deux éléments !**

## Annexe II : Réglementation

### Extrait de l'arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants (RGPRI)

#### Article 4 – Activités professionnelles mettant en jeu des sources naturelles de rayonnement

...

#### *4.2 Activités professionnelles comprenant un risque d'exposition aux substances radioactives naturelles et considérées comme des situations d'exposition planifiées*

Les activités professionnelles comprenant un risque d'exposition externe, d'ingestion ou d'inhalation de substances radioactives naturelles dans des locaux existants ou à construire, lors de circonstances de travail ou d'occupation normale ou pendant l'entretien, y compris au niveau de la filière des résidus ou déchets qui sont considérées comme des situations d'exposition planifiées et mentionnées à l'article 1er, deuxième alinéa, sont les activités professionnelles qui mettent en jeu des sources naturelles de rayonnement dont :

1° la quantité totale dépasse 1 tonne ;

2° la concentration d'activité dépasse les niveaux définis à l'annexe VIII s'il s'agit de sources solides ;

3° la concentration d'activité dépasse les niveaux définis à l'annexe IX s'il s'agit de sources liquides.

Elles doivent être déclarées à l'Agence conformément à l'article 9.1.

L'Agence détermine quels sont les secteurs industriels dans lesquels ces niveaux sont susceptibles d'être dépassés.

Des matières premières, des produits, sous-produits ou résidus d'une activité, y compris des pièces d'installations peuvent être considérés comme des sources naturelles de rayonnement.

Si la concentration d'activité dépasse les niveaux d'exemption d'application pour le transport des sources naturelles de rayonnement et définis à l'article 4 de l'arrêté royal du 22 octobre 2017 concernant le transport de marchandises dangereuses de la classe 7, la restriction aux quantités supérieures à 1 tonne n'est pas d'application.

## **Article 9 – Régime applicable aux activités professionnelles mettant en jeu des sources naturelles de rayonnement**

### *9.1 Déclaration à l'Agence*

La déclaration des activités professionnelles visées à l'article 4 est adressée à l'Agence et comprend :

1° les nom, prénoms, qualité et domicile de la personne effectuant la déclaration et, éventuellement, la dénomination sociale de l'entreprise, ses sièges social, administratif et d'exploitation, les nom et prénoms des administrateurs ou gérants, l'identité de l'exploitant, les nom et prénom du chef d'établissement ;

2° ...

3° pour les activités professionnelles visées à l'article 4.2 :

a) la nature et l'objet de l'établissement ;

b) le genre et les caractéristiques des sources naturelles de rayonnement présentes ou mises en œuvre ;

c) la référence du permis d'environnement de l'établissement délivré par l'autorité régionale compétente ;

d) la description des processus qui présentent un risque d'exposition aux sources naturelles de rayonnement ;

e) le nombre de personnes concernées dans les différents secteurs de l'établissement ;

f) les mesures de protection actuellement mises en œuvre ou préconisées et, le cas échéant, l'état physique de ces sources naturelles de rayonnement, les quantités en jeu, leur niveau de radioactivité, leur destination, les lieux de détention, de mise en œuvre ou d'entreposage ;

g) les mesures prises en ce qui concerne la caractérisation, le traitement, l'entreposage et l'élimination des déchets produits.

L'Agence précise les modalités et le contenu de la déclaration en fonction du risque d'exposition.

L'Agence définit dans quels cas et selon quelles modalités une évaluation de l'impact sur le public et, le cas échéant, sur l'écosystème est nécessaire.

Cette évaluation peut être réalisée par l'application de critères de surveillance définis par l'Agence ou par la réalisation d'une étude d'impact détaillée dont les modalités sont définies par l'Agence ;

4° ...

## 9.2 Avis de la Commission européenne

Dans les cas prévus à l'article 37 du traité Euratom, l'Agence sollicite l'avis de la Commission européenne.

A cette fin, l'Agence peut exiger des analyses ou des mesures complémentaires permettant de mieux caractériser les sources naturelles de rayonnement présentes ou les expositions qui peuvent en résulter.

L'Agence peut également exiger que l'établissement lui fasse connaître l'avis d'un expert sur les aspects généraux ou particuliers de la sûreté ou la salubrité de l'établissement ou sur les incidences sur l'environnement. L'Agence peut également solliciter directement ce même avis. Les coûts de cet avis ou de cette expertise sont à charge de la personne physique ou morale qui introduit le dossier.

## 9.3 Mesures correctives

Si les niveaux de dose définis à l'article 20.3 pour les personnes du public ou les personnes professionnellement exposées sont dépassés ou susceptibles de l'être, l'Agence peut imposer des mesures correctives et imposer un délai pour la mise en œuvre de ces mesures correctives.

Les exploitants des activités professionnelles visées à l'article 4.2 et 4.3, qui font l'objet de mesures correctives ou d'une autorisation désignent un agent de radioprotection. Sa désignation doit faire l'objet d'un avis préalable favorable de l'Agence.

L'Agence peut accorder une dérogation aux exigences visées à l'article 9.7, à condition que l'agent de radioprotection puisse démontrer une connaissance suffisante des aspects de la radioprotection à appliquer.

Les mesures correctives comprennent soit des mesures opérationnelles visant à réduire l'exposition des opérateurs ou de la population, soit des mesures de contrôle et de surveillance du niveau d'exposition effectif.

Le cas échéant, les mesures correctives peuvent consister en l'obligation de rédiger et de faire approuver par l'Agence un plan de fin d'activité.

Si, malgré ces mesures correctives, les niveaux de dose définis à l'article 20.3 pour les personnes du public sont toujours dépassés ou susceptibles de l'être, l'Agence impose que tout ou partie des prescriptions réglementaires applicables aux pratiques en vertu du présent règlement seront d'application pour l'établissement en question.

...

#### 9.4 Décision de l'Agence

Si l'Agence estime que, conformément l'article 9.3, premier alinéa, certaines dispositions du présent règlement doivent être respectées, elle en informe au préalable le déclarant en précisant qu'il a le droit d'être entendu dans les trente jours calendrier à partir de la notification.

La décision est prise sous forme d'une autorisation et peut comporter des conditions particulières d'autorisation non prévues au présent règlement, que l'Agence estime nécessaire d'imposer en vue d'assurer la sécurité et la salubrité ou d'assurer la protection de l'environnement.

#### 9.5 Notification de la décision

L'Agence transmet copie de l'autorisation :

1. au déclarant, par pli recommandé à la poste ;
2. au gouverneur de la province ;
3. au bourgmestre de la commune du siège de l'exploitation ;
4. au médecin-directeur de l'Inspection médicale du travail du ressort ;
5. à l'inspecteur d'hygiène du ressort ;
6. le cas échéant, au directeur général de l'Administration de la Qualité et de la Sécurité pour les établissements surveillés par cette administration ;
7. le cas échéant, au directeur général de l'ONDRAF.

#### 9.6 Recours

Un recours est ouvert contre la décision de l'Agence auprès du Ministre qui a l'intérieur dans ses attributions dans le délai de trente jours calendrier à dater de la notification de l'autorisation.

Ce recours est transmis à l'Agence. L'Agence notifie à l'exploitant l'existence d'un recours et qu'il a le droit d'être entendu par le Conseil scientifique s'il le demande dans les trente jours calendrier à partir de la notification. L'Agence sollicite l'avis du Conseil scientifique qui émet un avis dans le délai de nonante jours calendrier à dater de la réception du dossier, après avoir entendu l'exploitant, sur la requête de celui-ci ou à l'initiative du Conseil. Si cet avis est favorable, il peut comporter des conditions particulières non prévues au présent règlement ou dans la décision attaquée.

Le Ministre qui a l'intérieur dans ses attributions statue sur le recours.

La décision est communiquée à l'Agence qui en transmet copie aux personnes citées à l'article 9.5 et, le cas échéant, aux personnes qui ont introduit le recours.

L'avis du Conseil scientifique est annexé à la décision.



### 9.7 Formation des agents de radioprotection visés à l'article 9.3

L'exploitant s'assure que l'agent de radioprotection entretient et développe ses connaissances et sa compétence dans le cadre d'une formation continue.

Les coûts liés à la formation sont à charge de l'exploitant. Les prestations de formation sont équivalentes à des heures de travail.

Pour les activités professionnelles visées à l'article 4.2 qui, sur base de l'analyse du risque d'exposition des travailleurs, ont fait l'objet de mesures correctives ou d'une autorisation, l'agent de radioprotection doit disposer d'un diplôme de conseiller en prévention :

- de niveau 3 en cas de mesures correctives ;
- de niveau 2 en cas d'autorisation.

Pour les activités professionnelles ayant fait l'objet d'une autorisation, l'agent de radioprotection suit également une formation complémentaire portant notamment sur :

- les différentes sources de rayonnement naturel ;
- leurs méthodes de mesure ;
- les processus susceptibles de conduire à un enrichissement en substances radioactives naturelles ;
- l'évaluation du risque d'exposition ;
- les aspects spécifiques de la réglementation relatifs aux sources naturelles de rayonnement.

## Article 20 – Limitation des doses

...

### 20.3 Niveaux de dose à utiliser pour l'application de l'article 9.3, dans le cadre des expositions aux sources naturelles de rayonnements ionisants

Les activités professionnelles mettant en jeu des sources naturelles de rayonnement ionisant sont soumises en tout ou en partie aux dispositions applicables aux pratiques dans le cadre du présent règlement, conformément aux dispositions de l'article 9, si :

- en ce qui concerne les activités professionnelles pendant lesquelles les travailleurs et, le cas échéant, des personnes du public sont exposés au radon et à ses produits de filiation : les expositions des travailleurs (pendant leur travail) ou des personnes du public (sur les lieux de travail) sont susceptibles d'entraîner des doses efficaces supérieures à 6 millisievert par an ou si l'exposition au radon annuelle dépasse le niveau de  $[600] \text{ kBq.m}^{-3}.\text{h}$  ;
- en ce qui concerne les activités professionnelles pendant lesquelles ou suite auxquelles les travailleurs et/ou les personnes du public subissent une exposition suite à l'emploi ou au stockage de matières contenant naturellement des radionucléides ou à la production de résidus contenant naturellement des radionucléides : les expositions des travailleurs sont susceptibles d'entraîner des doses efficaces supérieures à 1 millisievert par an et/ou si les expositions des personnes du public sont susceptibles d'entraîner un

dépassement des limites de dose fixées à l'article 20.1.4 pour les expositions provenant des pratiques ;

...

## **Arrêté de l'AFCN du 1 mars 2012**

### *Article unique*

Doivent être considérées comme des activités professionnelles comprenant un risque d'exposition externe, d'ingestion ou d'inhalation de substances radioactives naturelles :

1. stockage, manutention et traitement des minerais de phosphates et des produits et résidus de ces opérations ;
2. stockage, manutention et utilisation des sables et oxydes de zircon ;
3. le démantèlement, le remplacement et le recyclage des matériaux réfractaires à base de sables et oxydes de zircon ;
4. production de dioxyde de titane ;
5. installations de traitement des eaux souterraines ;
6. centrales au charbon ;
7. production des métaux non ferreux ;
8. production primaire d'acier ;
9. la production, l'utilisation, le stockage et la manutention de matériaux à base de thorium et d'alliages au thorium ;
10. raffinage du pétrole ;
11. extraction et transport du gaz naturel et du gaz de schiste ;
12. production primaire des terres rares ;
13. stockage, manutention, utilisation et traitement des minerais de pyrochlore, columbite, tantalite, ilmenite, rutile, cassiterite, monazite, tourmaline, grenat et des fumées de silice ;
14. stockage, manutention, utilisation et traitement de tous les matériaux pour lesquels sont dépassés les niveaux d'exemption d'application pour le transport des sources naturelles de rayonnement, lorsque les radionucléides naturels qu'elles contiennent ne sont pas et n'ont pas été traités en raison de leurs propriétés radioactives, fissiles ou fertiles ; ces niveaux sont visés à l'article 56 du RGPRI\* ;
15. la distribution de produits de consommation dont la concentration d'activité dépasse les niveaux définis en annexe ;
16. le traitement, la valorisation et le recyclage des résidus dont la concentration d'activité dépasse les niveaux définis en annexe ;
17. la production d'énergie géothermique, y compris les activités d'exploration et de pompage en vue du développement de cette activité.

...

\*Une modification de la réglementation a supprimé cet article. Il faut se référer à l'article 4 de l'arrêté royal du 22 octobre 2017 concernant le transport de marchandises dangereuses de la classe 7.

## Annexe III : Liste des radionucléides considérés en équilibre séculaire dans le tableau 4

Parent	Radionucléides considérés en équilibre séculaire
<b>Chaîne de l'uranium</b>	
U-238sec	U-238, Th-234, Pa-234m, Pa-234 (0.3%), U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
U nat	U-238, Th-234, Pa-234m, Pa-234 (0.3%), U-234, U-235 (4.6%), Th-231 (4.6%)
Th-230	Th-230
Ra-226+	Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214
Pb-210+	Pb-210, Bi-210
Po-210	Po-210
<b>Chaîne de l'actinium</b>	
U-235sec	U-235, Th-231, Pa-231, Ac-227, Th-227 (98.6%), Fr-223 (1.4%), Ra-223, Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207, Po-211 (0.3%)
U-235+	U-235, Th-231
Pa-231	Pa-231
Ac-227+	Ac-227, Th-227 (98.6%), Fr-223 (1.4%), Ra-223, Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207, Po-211 (0.3%)
<b>Chaîne du thorium</b>	
Th-232sec	Th-232, Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Po-212 (64.1%), Tl-208 (35.9%)
Th-232	Th-232
Ra-228+	Ra-228, Ac-228
Th-228+	Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Po-212 (64.1%), Tl-208 (35.9%)

## Annexe IV : Formulaire – données administratives

### Dossier de déclaration d'une activité professionnelle mettant en jeu des sources naturelles de rayonnement

#### DONNÉES ADMINISTRATIVES



1. <u>Personne effectuant la déclaration</u>	
Nom	
Prénom	
Fonction	
Adresse	
Téléphone	
E-mail	
2. <u>Entreprise</u>	
Dénomination sociale	
Adresse siège social	

<b>Numéro d'entreprise (BCE)</b>	
<b>Adresse siège administratif</b>	
<b>Adresse siège d'exploitation</b>	
<b>Numéro de l'unité d'établissement (BCE)</b>	
<b>Nom et prénom du chef d'établissement</b>	

Type d'installation(s) :

Date de délivrance et référence du permis d'environnement :

Liste des catégories de résidus autorisés à être traités par votre installation selon votre permis d'environnement\*

Code-déchet	Nature du résidu	Quantité annuelle approximative (uniquement pour les 5 catégories les plus importantes)

Indiquez **en gras** les cinq flux de résidus les plus importants effectivement traités par votre installation.

Date :

Signature :

\*Si vous disposez de plusieurs installations, remplissez un tableau par installation.

## Annexe V : Formulaire-type de rapportage périodique

<b>Nom de l'installation</b>	
<b>Personne de contact</b>	
<b>E-mail</b>	
<b>Téléphone</b>	

Liste des résidus non-exemptés traités par l'installation au cours de la période du xx/yy/20zz au xx/yy/20zz

Code-déchet	Nature du résidu	Identité du producteur	Quantités (tonnes ou m <sup>3</sup> )	Substances radioactives et concentration d'activité (kBq/kg)			Comment la concentration a-t-elle été évaluée ? (a) Mesurée (b) Littérature
				Chaîne U-238	Chaîne Th-232	K-40	

Ce tableau est fourni à titre indicatif. Il est conseillé d'utiliser un tableau en format Excel (ou équivalent) et de le transmettre à l'AFCN par voie électronique.

Le relevé des substances radioactives et de leur concentration s'effectue séparément pour la chaîne de l'uranium, la chaîne du thorium et le potassium-40. Pour les chaînes de l'uranium et du thorium, préciser à quel(s) radionucléide(s) de la chaîne se rapporte la valeur de concentration.

En l'absence d'une détermination de la concentration, mentionner tout autre élément permettant de juger du niveau de rayonnement (par ex., FDS, composition chimique, ...).

Un échantillon représentatif de chaque catégorie de résidus soumis à l'obligation de déclaration doit être conservé pendant un délai de quatre semaines après l'introduction de ce rapport à l'AFCN. Des analyses complémentaires peuvent éventuellement être demandées.

## Annexe VI : Considérations générales sur l'échantillonnage et la mesure de résidus NORM

L'utilisation de critères opérationnels définis en termes de concentration d'activité nécessite la définition d'une méthodologie de mesure :

- Définition de l'**objet** de la mesure : comment définit-on un « lot » de résidus NORM ? Quels sont les critères relatifs à l'homogénéité de ce « lot » ?
- Définition des critères relatifs à la **représentativité** de la mesure : utilisation des mesures de débit de dose dans la stratégie d'échantillonnage, nombre minimal d'échantillons à analyser, utilisation de la moyenne ou du percentile 95 comme valeur de référence ?
- Quelles sont les **techniques de mesure** adéquates dans la détermination des concentrations : spectrométrie gamma, alpha, spectrométrie de masse ?

Il ne s'agit pas ici de répondre dans les détails à ces questions mais de fournir un cadre général d'analyse. Nous reprenons notamment un certain nombre d'éléments décrits dans le « *Compendium voor monsterneming en analyse* » (CMA) de la Région flamande. D'autres éléments utiles se retrouvent dans le *Safety Report 67* de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), « *Monitoring for Compliance with Exemption and Clearance Levels* ».

### Definition de l'objet de la mesure

Comme tous les autres résidus ou matériaux, les résidus NORM résultent de schémas de production très variés. On peut distinguer les catégories suivantes :

- Des flux **continus** de production : c'est le cas par exemple de la production de phosphogypse ou de cendres volantes. Il s'agit de flux assez homogènes\* mais dont l'activité peut éventuellement varier dans le temps – notamment en cas de modifications dans les matières premières ou dans les processus de production. Si les processus et les matières premières sont connus, on peut généralement estimer a priori la concentration d'activité des radionucléides sur base des données de la littérature.
- Des flux **discrets** de résidus : il s'agit par exemple des résidus issus des opérations de maintenance : enlèvement périodique de filtres, de tuyauteries présentant des *scalings*, élimination des briques réfractaires usagées d'un four industriel, etc. Il s'agit généralement de quantités limitées mais présentant souvent une forte inhomogénéité.

\*Homogène par rapport à la concentration d'activité



### Définition d'un « lot »

On trouve dans la littérature différentes définitions pour le « lot » qui fera l'objet de la mesure :

- Le CMA\* définit un lot (« **partij** ») comme « une quantité de matériel qui a été produite dans des conditions uniformes ou qui peut être délimitée avec précision ». La limite supérieure du volume d'un « lot » s'élève à **1.000 m<sup>3</sup>**. Si le volume est supérieur à cette limite, des sous-parties de volume < 1 000 m<sup>3</sup> doivent être délimitées. Le volume minimal s'élève à **1 m<sup>3</sup>**.
- Dans la méthodologie allemande, la définition d'une « **charge** » met plus l'accent sur l'**homogénéité** de l'activité spécifique :  
« Sur base de son origine, aucune variation significative de l'activité spécifique n'est à attendre et son traitement peut s'opérer de façon uniforme. »\* Une charge doit d'une manière générale être limitée à la quantité de résidus produite en **un an**.
- La norme néerlandaise relative à la mesure en spectrométrie gamma des matériaux de construction utilise la définition :  
« Lot : une quantité de produits de construction pierreux, qui est considérée comme une unité et dont on peut supposer qu'elle possède des caractéristiques uniformes ou une quantité de béton produite dans des conditions uniformes, de même classe environnementale et de solidité ou de même composition. »  
Cette norme ne donne pas d'indication sur le volume minimal ou maximal d'un lot.



### Conclusion :

Le caractère uniforme des propriétés du « lot » est un aspect important de sa définition. Cette uniformité peut être vérifiée via des informations sur les circonstances de production (uniformité des matières premières / pas de modification des circonstances de production) ou par des mesures simples à mettre en œuvre comme des mesures de débit de dose (pour autant que ce soit applicable). Si ces mesures/informations indiquent une inhomogénéité significative (que l'on peut quantifier, par exemple, sur base d'une analyse de la variance ; cf. aussi la conclusion relative à l'« Échantillonnage » ci-dessous), le lot devra être divisé en sous-parties.

Le volume d'un lot sera généralement déterminé par les circonstances concrètes : dans le cas d'un contrôle via un portique de détection par exemple, le container pourra servir d'unité de mesure. Dans le cas d'un flux continu de production, un volume maximal de 1 000 m<sup>3</sup> peut être proposé (cf. « CMA »). Le volume peut être défini en fonction des conditions spécifiques de production (quantité de résidus entrant dans la composition d'un lot donné de produits finis).

\*CMA/1/A.13, « Afvalstoffen – Secundaire grondstoffen: inleiding, definities en referenties »

\*Chargen sind dadurch charakterisiert, daß auf Grund ihrer Herkunft keine erheblichen technologisch bedingten Schwankungen der spezifischen Aktivität zu erwarten sind und ihre Verwertung oder Beseitigung einheitlich erfolgt.

## Échantillonnage

Le « CMA » (chapitre CMA/1/A.14 – *Afvalstoffen – Secundaire grondstoffen: algemene richtlijnen monsterneming*) définit deux règles de base :

- chaque lot délimité est échantillonné séparément ;
- un lot doit être échantillonné de façon représentative.

La délimitation d'un lot à échantillonner s'effectue sur base :

- du mode de stockage (conditionnement) ;
- du mode de production (origine).

On distingue deux types de lots :

- lots statiques (tas, citerne, etc.) ;
- flux de matériaux (bande transporteuse, série de véhicules, etc.).

Le « CMA » propose des *flowcharts* décisionnels pour le choix de la méthode d'échantillonnage.

Le chapitre « CMA/1/A.15 – *Afvalstoffen – Secundaire grondstoffen: monsternemingstechnieken vaste materialen* » considère 8 configurations d'échantillonnage :

### a) Échantillonnage des lots statiques

- échantillonnage d'un tas via la délimitation de sous-lots à l'aide d'un bulldozer/pelleteuse ;
- échantillonnage d'un tas via un forage complet à travers le lot ;
- échantillonnage d'un container via un forage vertical à travers le lot ;
- échantillonnage par prise manuelle le long de la surface.

### b) Échantillonnage du flux de matériaux et de matériaux en mouvement

- échantillonnage automatique d'un flux d'entreposage ;
- échantillonnage automatique d'une bande transporteuse ;
- échantillonnage manuel d'une bande transporteuse (à l'arrêt) ;
- échantillonnage manuel d'une vis (à l'arrêt).

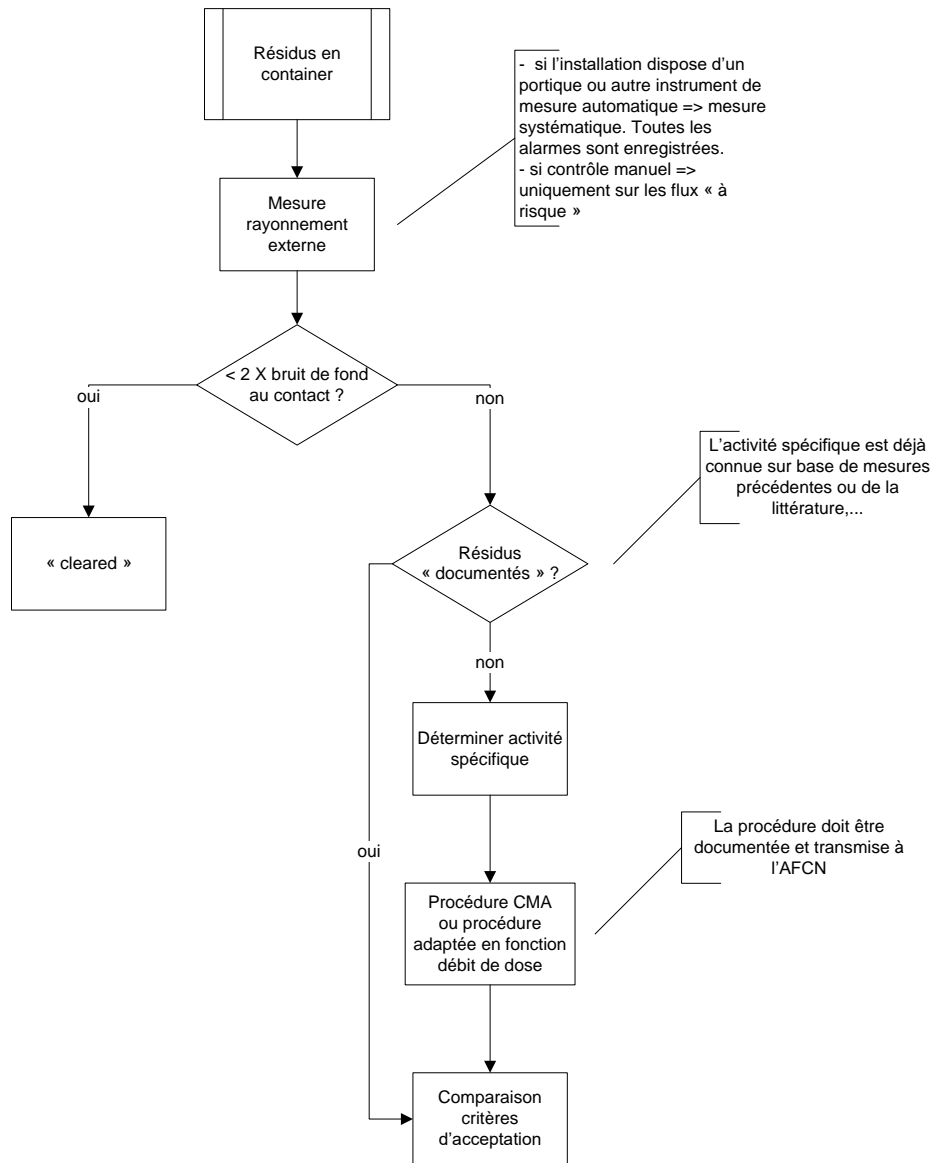
Soulignons la distinction que fait le « CMA » entre un **échantillon** et une **prise** :

« Pour les matériaux solides, l'échantillonnage est toujours basé sur un **échantillon moyen**, composé de différentes prises. » Le nombre de prises est défini pour chacune des 8 configurations d'échantillonnage mentionnées ci-dessus.

La possibilité d'effectuer des mesures de rayonnement externe\* permet d'effectuer un premier screening et de limiter la prise d'échantillon. Si le débit de dose **au contact** est inférieur à deux fois le bruit de fond, une détermination de l'activité spécifique n'est pas nécessaire et les résidus peuvent être considérés comme exemptés.

\*Ce n'est bien sûr pas d'application pour les matériaux dont on sait a priori – sur base de la littérature, de la connaissance des processus de production, etc. – qu'ils émettent peu de rayonnement gamma : ex. chaîne de l'uranium en déséquilibre avec prédominance de l'uranium (certains ZrO<sub>2</sub> notamment), Pb-210 et Po-210. Dans ce cas, une détermination de l'activité spécifique est nécessaire.

Pour le contrôle d'un container par exemple, le schéma ci-dessous pourrait être appliqué :



Dans le cas où un portique de détection est utilisé, des règles spécifiques peuvent être définies en fonction des caractéristiques de ce portique et de la fréquence des alarmes.

L'« *Environmental Protection Agency* » (USA) a défini des règles précises relatives à l'échantillonnage du phosphogypse en provenance d'une décharge. 30 échantillons minimum doivent être analysés. Le **percentile 95** de la distribution (pas seulement la moyenne) doit être inférieur à la valeur d'exemption. L'exploitant peut, le cas échéant, augmenter le nombre d'échantillons pour tenter de réduire la valeur du percentile 95.

La méthodologie allemande considère de façon générale qu'un nombre minimal de 20 échantillons doit être analysés. L'utilisation du percentile 95 est aussi recommandée.

➔ **Conclusion :**

- Les règles du « CMA » peuvent être appliquées pour déterminer le nombre de prises d'échantillons en fonction du volume du lot. La prise d'échantillon est toujours fonction des circonstances concrètes.
- Le « CMA » préconise de former un échantillon moyen homogénéisé à partir des différentes prises. L'activité de cet échantillon est à comparer avec les critères d'acceptation.
- Alternativement, sur base des mesures de débit de dose, la distribution de l'activité dans le lot peut être évaluée (on la suppose similaire à la distribution des débits de dose). Le percentile 95 de cette distribution d'activité doit être inférieur au critère d'acceptation.
- Dans tous les cas, la manière dont s'effectue la prise d'échantillon doit être documentée. Cette procédure fait partie du dossier de déclaration d'activité professionnelle de l'installation.

**Techniques de mesures**

Le *Safety Report 49* de l'AIEA, « *Assessing the need for Radiation Protection Measures in work involving minerals and raw materials* », donne un aperçu des techniques de mesures disponibles pour les radionucléides des chaînes de l'uranium et du thorium :

- X-ray fluorescence (XRF) spectrometry
- Instrumental neutron activation analysis (INAA)
- Inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP-AES)
- Inductively coupled plasma mass spectroscopy (ICP-MS)
- High energy gamma spectrometry (high purity germanium crystal - HPGe)
- Low energy gamma spectrometry (HPGe)
- Sample digestion and alpha spectrometry

Nous reproduisons ci-dessous la table 4 du *Safety Report* qui indique les techniques appropriées pour la mesure des radionucléides naturels.

TABLE 4. ANALYTICAL TECHNIQUES FOR DETERMINING RADIONUCLIDE ACTIVITY CONCENTRATIONS

Radionuclide	Suitable technique	Comment
<sup>238</sup> U, <sup>232</sup> Th (and <sup>40</sup> K)	XRF, INAA, ICP-AES, ICP-MS	Sensitivity of 1 ppm uranium or thorium achievable with any of these techniques (equivalent to about 0.01 Bq/g <sup>238</sup> U and 0.004 Bq/g <sup>232</sup> Th)
<sup>226</sup> Ra, <sup>228</sup> Ra, <sup>228</sup> Th (and <sup>40</sup> K)	High energy gamma spectrometry	The presence of uranium may interfere with the direct determination of <sup>226</sup> Ra For indirect determination of <sup>226</sup> Ra, gas-tight sealing for 3 weeks is needed to ensure equilibrium with progeny ( <sup>214</sup> Pb, <sup>214</sup> Bi) LLD of 0.1 Bq/g requires equipment that is well shielded from background radiation High sensitivity (>25%) and high resolution HPGe detectors required Counting times of a few hours per sample are adequate High density materials (>2.5 g/cm <sup>3</sup> ) may need self-absorption corrections
<sup>210</sup> Pb	Low energy gamma spectrometry	Self-absorption corrections required LLD of 0.1 Bq/g requires equipment that is well shielded from background radiation Counting times of a few hours per sample are adequate
<sup>210</sup> Po	Sample digestion plus alpha spectrometry	Microwave acid digestion required Validated radiochemical separation techniques required Counting times of a few hours per sample are adequate to achieve an LLD of 0.1 Bq/g

LLD = *Lower Limit of Detection*

## Références

- « *Compendium voor monsterneming en analyse* (CMA), ministerieel besluit van 7 januari 2010 – BS van 20/01/2011 ». Disponible sur : <http://www.emis.vito.be/>.
- « *Monitoring for Compliance with Exemption and Clearance Levels* », IAEA Safety Report 67, 2012.
- « *Grundsätze und Methoden zur Berücksichtigung von statistischen Unsicherheiten für die Ermittlung repräsentativer Werte der spezifischen Aktivität von Rückständen* », *Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK), Heft 46* (2005).
- « *Bepaling van de natuurlijke radioactiviteit in steenachtige bouwproducten met behulp van halfgeleider-gammaspectrometrie* », *Nederlandse norm NEN 5697, augustus 2001*.
- « *National Emission Standards for radon emissions from phosphogypsum stacks* » - Environmental Protection Agency - §61.207 « *Radium-226 sampling and measurement procedure* ».
- « *Assessing the need for Radiation Protection Measures in work involving minerals and raw materials* », IAEA Safety Report 49, §4 - pp. 27-31.

## Annexe VII : Codes-déchets correspondants à des déchets « à risque »

### Liste des secteurs industriels NORM

L'arrêté de l'AFCN du 1 mars 2012 définit les secteurs « NORM » suivants :

<b>RGPRI 1</b>	stockage, manutention et traitement des minerais de phosphates et des produits et résidus de ces opérations ;
<b>RGPRI 2</b>	stockage, manutention et utilisation des sables et oxydes de zircon ;
<b>RGPRI 3</b>	le démantèlement, le remplacement et le recyclage des matériaux réfractaires à base de sables et oxydes de zircon ;
<b>RGPRI 4</b>	production de dioxyde de titane ;
<b>RGPRI 5</b>	installations de traitement des eaux souterraines ;
<b>RGPRI 6</b>	centrales au charbon ;
<b>RGPRI 7</b>	production des métaux non ferreux ;
<b>RGPRI 8</b>	production primaire d'acier ;
<b>RGPRI 9</b>	la production, l'utilisation, le stockage et la manutention de matériaux à base de thorium et d'alliages au thorium ;
<b>RGPRI 10</b>	raffinage du pétrole ;
<b>RGPRI 11</b>	extraction et transport du gaz naturel et du gaz de schiste ;
<b>RGPRI 12</b>	production primaire des terres rares ;
<b>RGPRI 13</b>	stockage, manutention, utilisation et traitement des minerais de pyrochlore, columbite, tantalite, ilmenite, rutile, cassiterite, monazite, tourmaline, grenat et des fumées de silice ;
	stockage, manutention, utilisation et traitement des tous les matériaux pour lesquels sont dépassés les niveaux d'exemption d'application pour le transport des sources naturelles de rayonnement, lorsque les radionucléides naturels qu'elles contiennent ne sont pas et n'ont pas été traités en raison de leurs propriétés radioactives, fissiles ou fertiles ; ces niveaux sont visés à l'article 56 du RGPRI ;
	la distribution de produits de consommation dont la concentration d'activité dépasse les niveaux définis en annexe ;
	le traitement, la valorisation et le recyclage des résidus dont la concentration d'activité dépasse les niveaux définis en annexe ;
<b>RGPRI 14</b>	la production d'énergie géothermique, y compris les activités d'exploration et de pompage en vue du développement de cette activité.

L'International Atomic Energy Agency (IAEA) a également défini une liste de « secteurs à risque » dans le *Safety Report 49*, « *Assessing the need for Radiation Protection Measures in work involving minerals and raw materials* » :

<b>IAEA 1</b>	<i>Extraction of rare earth elements</i>
<b>IAEA 2</b>	<i>Production and use of thorium and its compounds</i>
<b>IAEA 3</b>	<i>Production of niobium and ferro-niobium</i>
<b>IAEA 4</b>	<i>Mining of ores other than uranium ores</i>
<b>IAEA 5</b>	<i>Production of oil and gas</i>
<b>IAEA 6</b>	<i>Manufacture of titanium dioxide pigments</i>
<b>IAEA 7</b>	<i>Phosphate industry</i>
<b>IAEA 8</b>	<i>Zircon and zirconia industries</i>
<b>IAEA 9</b>	<i>Production of tin, copper, aluminium, zinc, lead and iron and steel</i>
<b>IAEA 10</b>	<i>Combustion of coal</i>
<b>IAEA 11</b>	<i>Water treatment</i>

### Codes-déchets

Dans le tableau ci-dessous, la première colonne reprend les codes-déchets tels que définis dans la réglementation européenne\* (le titre des rubriques est indiqué en **gras**). La deuxième colonne reprend les dénominations en français et néerlandais. La troisième colonne indique le secteur NORM correspondant dans la liste du RGPRI et/ou dans la liste de l'IAEA.

\*Décision de la Commission européenne 2001/118/EG du 16/01/2001.

<b>Codes</b>	<b>Dénomination</b>	<b>Secteur NORM</b>
<b>01 01</b>	<b>Déchets provenant de l'extraction des minéraux</b> <i>Afval van de winning van mineralen</i>	
01 01 01	Déchets provenant de l'extraction des minéraux métallifères <i>Afval van de winning van metaalhoudende mineralen</i>	IAEA 4
<b>01 03</b>	<b>Déchets provenant de la transformation physique et chimique des minéraux métallifères</b> <i>Afval van de fysische en chemische verwerking van metaalhoudende mineralen</i>	
01 03 05*	Autres stériles contenant des substances dangereuses <i>Andere tailings die gevaarlijke stoffen bevatten</i>	IAEA 1, IAEA2, IAEA 3, IAEA 9 RGPRI 7, RGPRI 8, RGPRI 9, RGPRI 12, RGPRI 13
01 03 06	Stériles autres que ceux visés aux rubriques 01 03 04 et 01 03 05 <i>Niet onder 01 03 04 en 01 03 05 vallende tailings</i>	IAEA 1, IAEA2, IAEA 3, IAEA 9 RGPRI 7, RGPRI 8, RGPRI 9, RGPRI 12, RGPRI 13
01 03 07*	Autres déchets contenant des substances dangereuses provenant de la transformation physique et chimique des minéraux métallifères <i>Ander afval van de fysische en chemische verwerking van metaalhoudende mineralen dat gevaarlijke stoffen bevat</i>	IAEA 1, IAEA2, IAEA 3, IAEA 9 RGPRI 7, RGPRI 8, RGPRI 9, RGPRI 12, RGPRI 13
01 03 08	Déchets de poussières et de poudres autres que ceux visés à la rubrique 01 03 07 <i>Niet onder 01 03 07 vallend stof- en poederachtig afval</i>	IAEA 1, IAEA2, IAEA 3, IAEA 9 RGPRI 7, RGPRI 8, RGPRI 9, RGPRI 12, RGPRI 13
01 03 09	Boues rouges issues de la production d'alumine <i>Niet onder 01 03 07 vallend slib van de aluminiumproductie</i>	IAEA 9, RGPRI 7
01 03 99	Déchets non spécifiés ailleurs <i>Niet elders genoemd afval</i>	IAEA 1, IAEA2, IAEA 3, IAEA 9 RGPRI 7, RGPRI 8, RGPRI 9, RGPRI 12, RGPRI 13
<b>01 05</b> 01 05 04 – 01 05 99	<b>Boues de forages et autres déchets de forage</b> <i>Boorgruis en overig boorafval</i>	IAEA 5



05 01 05 01 02* - 05 01 99	<b>Déchets provenant du raffinage du pétrole</b> <i>Afval van olieraffinage</i>	IAEA 5 RGPRI 10
05 07 05 07 01* - 05 07 99	<b>Déchets provenant de la purification et du transport du gaz naturel</b> <i>Afval van aardgaszuivering en -transport</i>	IAEA 5 RGPRI 11
06	<b>Déchets des procédés de la chimie minérale</b> <i>Afval van anorganische chemische processen</i>	
06 01 04*	Déchets provenant de la fabrication d'acide phosphorique <i>Afval van bereiding fosfor- en fosforigzuur</i>	IAEA 7 RGPRI 1
06 03	<b>Déchets provenant de la fabrication d'oxydes métalliques</b> <i>Afval van bereiding metaaloxiden</i>	
06 03 15*	Déchets provenant de la fabrication d'oxydes métalliques contenant des métaux lourds <i>Afval van bereiding metaaloxiden die zware metalen bevatten</i>	IAEA 1, IAEA 2, IAEA 3, IAEA 9 RGPRI 7, RGPRI 8, RGPRI 9, RGPRI 12, RGPRI 13
06 03 16	Oxydes métalliques autres que ceux visés à la rubrique 06 03 15 <i>Niet onder 06 03 15 vallende metaaloxiden</i>	IAEA 1, IAEA2, IAEA 3, IAEA 9 RGPRI 7, RGPRI 8, RGPRI 9, RGPRI 12, RGPRI 13
06 05	<b>Boues provenant du traitement in situ des effluents</b> <i>Slib van afvalwaterbehandeling ter plaatse</i>	
06 05 02*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses <i>Slib van afvalwaterbehandeling ter plaatse dat gevaarlijke stoffen bevat</i>	IAEA 7 RGPRI 1
06 05 03	Boues provenant du traitement in situ des effluents autres que celles visées à la rubrique 06 05 02 <i>Niet onder 06 05 02 vallend slib van afvalwaterbehandeling ter plaatse</i>	IAEA 7 RGPRI 1

<b>06 09</b> 06 09 02 – 06 09 99	<b>Déchets provenant de la chimie du phosphore</b> <i>Afval van fosforverbindingen en chemische processen met fosfor</i>	RGPRI 1
06 11 01	Déchets de réactions basées sur le calcium provenant de la production de dioxyde de titane <i>Calciumhoudend reactieafval van de productie van titaandioxide</i>	IAEA 6 RGPRI 4
<b>10 01</b>	<b>Déchets provenant de centrales électriques</b> <i>Afval van elektriciteitscentrales</i>	
10 01 01	Mâchefers, scories et cendres sous chaudière <i>Bodemass, slakken en ketelstof</i>	IAEA 10 RGPRI 6
10 01 02	Cendres volantes de charbon <i>Koolvliegafval</i>	IAEA 10 RGPRI 6
<b>10 02</b>	<b>Déchets provenant de l'industrie du fer et de l'acier</b> <i>Afval van de ijzer- en staalindustrie</i>	
10 02 01	Déchets de laitiers de haut-fourneaux et d'aciéries <i>Afval van de verwerking van slakken</i>	IAEA 9 RGPRI 8
10 02 07*	Déchets solides provenant de l'épuration des fumées contenant des substances dangereuses <i>Vast afval van gaszuivering dat gevaarlijke stoffen bevat</i>	IAEA 9 RGPRI 8
<b>10 03</b>	<b>Déchets provenant de la pyrométallurgie de l'aluminium</b> <i>Afval van thermische processen in de aluminium-metallurgie</i>	
10 03 05	Déchets d'alumine <i>Aluminiumoxideafval</i>	IAEA 9 RGPRI 7
10 03 19* - 10 03 20	Poussière de filtration des fumées <i>Rookgasstof</i>	IAEA 9 RGPRI 7
<b>10 04</b>	<b>Déchets provenant de la pyrométallurgie du plomb</b> <i>Afval van thermische processen in de loodmetallurgie</i>	

10 04 01*	Scories provenant de la production primaire et secondaire <i>Slakken van primaire en secundaire productie</i>	IAEA 9 RGPRI 7
10 04 04*	Poussières de filtration des fumées <i>Rookgasstof</i>	IAEA 9 RGPRI 7
<b>10 05</b>	<b>Déchets provenant de la pyrométallurgie du zinc</b> <b><i>Afval van thermische processen in de zinkmetallurgie</i></b>	
10 05 01	Scories provenant de la production primaire et secondaire <i>Slakken van primaire en secundaire productie</i>	IAEA 9 RGPRI 7
10 05 03	Poussières de filtration des fumées <i>Rookgasstof</i>	IAEA 9 RGPRI 7
<b>10 06</b>	<b>Déchets provenant de la pyrométallurgie du cuivre</b> <b><i>Afval van thermische processen in de kopermetallurgie</i></b>	
10 06 01	Scories provenant de la production primaire et secondaire <i>Slakken van primaire en secundaire productie</i>	IAEA 9 RGPRI 7
10 06 03*	Poussières de filtration des fumées <i>Rookgasstof</i>	IAEA 9 RGPRI 7
<b>10 08</b>	<b>Déchets provenant de la pyrométallurgie d'autres métaux non ferreux</b> <b><i>Afval van thermische processen in de overige non-ferrometallurgie</i></b>	
10 08 04	Fines et poussières <i>Deeltjes en stof</i>	IAEA 2, IAEA3, IAEA 9 RGPRI 7
10 08 08* - 10 08 09	Scories <i>Slakken</i>	IAEA 2, IAEA3, IAEA 9 RGPRI 7
10 08 15* - 10 08 16	Poussières de filtration des fumées <i>Rookgasstof</i>	IAEA 2, IAEA3, IAEA 9 RGPRI 7
<b>10 09</b>	<b>Déchets de fonderie de métaux ferreux</b> <b><i>Afval van ijzergieten</i></b>	

10 09 05*- 10 09 08	Noyaux et moules de fonderies <i>Gietkernen en -vormen</i>	IAEA 8 RGPRI 2
<b>10 10</b>	<b>Déchets de fonderie de métaux non ferreux</b> <b><i>Afval van het gieten van non-ferrometalen</i></b>	
10 10 05*- 10 10 08	Noyaux et moules de fonderies <i>Gietkernen en -vormen</i>	IAEA 8 RGPRI 2
<b>10 12</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication des produits en céramiques, briques, carrelages et matériaux de construction</b> <b><i>Afval van de fabricage van keramische producten, stenen, tegels en bouwmaterialen</i></b>	
10 12 01	Déchets de préparation avant cuisson <i>Afval van het mengsel vóór thermische behandeling</i>	IAEA 8 RGPRI 2
10 12 08	Déchets de produits en céramiques, briques, carrelages et matériaux de construction (après cuisson) <i>Afval van keramische producten, stenen, tegels en bouwmaterialen (na thermische behandeling)</i>	IAEA 8 RGPRI 2
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b> <b><i>Absorbentia, filtermateriaal, poetsdoeken en beschermende kleding</i></b>	
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses <i>Absorbentia, filtermateriaal (inclusief niet elders genoemde oliefilters), poetsdoeken en beschermende kleding die met gevaarlijke stoffen zijn besmet</i>	RGPRI 14
16 08 01 - 16 08 07	Catalyseurs usés <i>Afgewerkte katalysatoren</i>	IAEA 5 RGPRI 10
16 11 01 - 16 11 06	Déchets de revêtements de fours et réfractaires <i>Ovenpuin</i>	IAEA 8 RGPRI 3

17 05	<p>Terres (y compris déblais provenant de sites contaminés), cailloux et boues de dragage</p> <p><i>Grond (inclusief afgegraven grond van verontreinigde locaties), stenen en baggerspecie</i></p>	
17 05 03*	<p>Terres et cailloux contenant des substances dangereuses</p> <p><i>Grond en stenen die gevaarlijke stoffen bevatten</i></p>	<p>Alle</p> <p>Tous</p>
17 05 05*	<p>Boues de dragage contenant des substances dangereuses</p> <p><i>Baggerspecie die gevaarlijke stoffen bevat</i></p>	<p>Alle</p> <p>Tous</p>
17 05 07*	<p>Ballast de voie contenant des substances dangereuses</p> <p><i>Spoorwegballast die gevaarlijke stoffen bevat</i></p>	<p>Alle</p> <p>Tous</p>
19 09 01 – 19 09 99	<p>Déchets provenant de la préparation d'eau destinée à la consommation humaine ou d'eau à usage industriel</p> <p><i>Afval van de bereiding van voor menselijke consumptie bestemd water en water voor industrieel gebruik</i></p>	<p>IAEA 11</p> <p>RGPRI 5, RGPRI 14</p>