



agence fédérale de contrôle nucléaire

Position Paper sur la libération de terrains nucléaires

Table des matières

1. Introduction et objectif	2
2. Champ d'application	2
3. Principes et processus de libération	2
3.1. Etude historique du site	2
3.2. Inventaire radiologique sommaire	3
3.3. Caractérisation radiologique complète	3
3.4. Mesurage au cours de l'assainissement des zones contaminées.....	4
3.5. Etat final	6
3.6. Vérification indépendante de l'Autorité de sûreté	6
4. Critères pour la libération de terrains	6
4.1. Comparaison avec les pratiques internationales pour la définition des critères de libération ..	6
4.2. Cadre réglementaire et normes internationales pour la dérivation des niveaux de libération..	7
4.3. Position de l'AFCN	8
5. Références	9

Journal de l'historique du document

Révision	Date révision	Description des modifications
0	2015-11-24	Version initiale
1	2019-12-18	Version finale (tenant compte entre autres des commentaires des exploitants de Classe I sur la version initiale)

1. Introduction et objectif

La présente note expose la position de l'Autorité de sûreté (AFCN – Bel V) sur l'aspect de la libération de terrains nucléaires. La phase finale d'un projet de démantèlement vise de préférence la libération complète (inconditionnelle) des bâtiments et terrains du site, mais il peut arriver que toute l'activité du terrain ne puisse être éliminée (en tenant compte du principe ALARA¹). L'AFCN et Bel V ont rédigé la présente note afin de définir les exigences minimales de l'Autorité de sûreté en matière de libération de terrains nucléaires.

2. Champ d'application

Cette note s'applique à la libération de terrains dans le cadre du démantèlement de toutes les installations nucléaires de classe I.

3. Principes et processus de libération

Le principe général pour la libération de terrains consiste à considérer comme critère de libération une dose efficace additionnelle (en plus du bruit de fond) qui n'excède pas les 10 µSv/an pour toute personne du public. Dans certains cas spécifiques, il n'est pas possible d'atteindre cette contrainte. D'autres solutions peuvent alors être envisagées, comme expliqué dans la suite du document. A noter que les critères de libération sont exprimés dans ce document comme des contraintes de dose. Le terme « niveau de libération » est par contre employé pour désigner les niveaux (activité par unité de masse) dérivés de ces contraintes via le scénario d'exposition adéquat.

Une méthodologie de libération précise doit être définie par l'exploitant. Celle-ci doit permettre de respecter pendant toute la durée du démantèlement une approche claire et cohérente en ce qui concerne toutes les actions entreprises sur des terrains contaminés ou potentiellement contaminés.

La méthodologie décrit de manière structurée le plan d'approche qui doit permettre de démontrer que finalement les terrains ne relèvent plus du contrôle de l'Autorité de sûreté. L'exploitant peut s'appuyer sur des documents déjà disponibles (ex. MARSSIM [1], EURSSEM [2], DIN 25457-7, ...) pour définir sa méthodologie.

De manière globale, le processus de libération d'un terrain se compose des 5 étapes suivantes :

- Etude historique du site;
- Inventaire radiologique sommaire;
- Caractérisation radiologique complète;
- Mesurage lors de l'assainissement des zones contaminées;
- Etat final.

Les différentes étapes sont développées ci-après.

3.1. Etude historique du site

L'objectif principal de l'étude historique du site est de recueillir tous les renseignements pertinents en rapport avec l'historique du site et de pouvoir décider des zones radiologiquement impactées ou non (voir Tableau 1).

Les sous-objectifs les plus importants de l'étude historique du site sont :

- Recueillir les éventuelles informations relatives aux incidents du passé ;
- Identifier les éventuels lieux contaminés ;

¹ L'optimisation ALARA appliquée à l'assainissement du terrain consiste à trouver un optimum au niveau du « degré » d'assainissement du terrain à atteindre en tenant compte de plusieurs facteurs différents : e.a., la dose à laquelle seront soumis les opérateurs lors des travaux d'assainissement et celle à laquelle sera exposé le public une fois le terrain libéré et les aspects socio-économiques de l'assainissement.

- Recueillir les informations obtenues à partir des caractérisations radiologiques indépendantes déjà réalisées, comme la caractérisation radiologique initiale du site ;
- Fournir un input pour l'établissement de l'inventaire radiologique sommaire et de la caractérisation radiologique complète.

3.2. Inventaire radiologique sommaire

Si les données recueillies lors de l'étude historique du site indiquent que le terrain a été contaminé, un inventaire radiologique sommaire est établi pour les zones impactées. Cet inventaire permet d'obtenir des informations spécifiques sur base d'un nombre limité de mesures. Cette étape est similaire à la reconnaissance d'orientation du sol (ROS) des Régions.

Les principaux objectifs de cet inventaire sont de :

- dresser une évaluation provisoire des risques potentiels;
- d'étayer la classification/catégorisation des zones radiologiquement impactées;
- de fournir, au besoin, un input pour la caractérisation radiologique complète.

La méthodologie de libération consiste à diviser le terrain en zones appartenant à une catégorie spécifique. La catégorie d'une zone est déterminée sur base de la probabilité que la zone considérée présente une contamination inférieure ou supérieure aux niveaux de libération associés à une dose efficace additionnelle maximale de 10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$. Le tableau 1 présente un **exemple** (cfr. [1]) de catégorisation de terrain. La méthodologie de catégorisation doit être déterminée par l'exploitant et approuvée par l'Autorité de sûreté.

Catégorisation		Etat du terrain
Zone impactée	Cat 1	Contamination attendue supérieure aux niveaux de libération associés à une dose efficace additionnelle maximale de 10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$
	Cat 2	Contamination attendue inférieure ou égale aux niveaux de libération associés à une dose efficace additionnelle maximale de 10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$
	Cat 3	Très faible probabilité de contamination
Zone non impactée	/	Certitude de l'absence de contamination

Tableau 1 : Exemple de zonage et catégorisation de terrains.

3.3. Caractérisation radiologique complète

Dans le cadre de l'exemple précédent, si, suite à l'étude historique et à l'inventaire radiologique sommaire, un terrain contient des zones de catégorie 1 ou 2, ces zones doivent obligatoirement faire l'objet d'une caractérisation radiologique complète. Cette étape consiste en une caractérisation détaillée du terrain. Cette étape est similaire à la reconnaissance descriptive du sol (RDS) des Régions.

Les principaux objectifs de cette caractérisation sont de :

- déterminer le type et la quantité de contamination afin d'évaluer dans quelle mesure un assainissement est nécessaire conformément aux méthodes et critères de la Figure 1;
- recueillir des données afin de contribuer à l'évaluation de l'assainissement éventuel ;
- fournir un input en vue du Rapport sur l'état final.

La caractérisation radiologique complète est la plus fournie de toutes les étapes et celle qui génère la plupart des données.

Pour les zones de catégorie 3, une caractérisation radiologique complète n'est pas obligatoire. Elle peut être effectuée lors de la caractérisation radiologique finale du terrain, comme discuté au paragraphe § 3.5.

3.4. Mesurage au cours de l'assainissement des zones contaminées

Si un terrain a été suffisamment caractérisé et s'il présente une contamination supérieure aux niveaux de libération associés à une dose efficace additionnelle de 10 µSv/an, il convient de préparer un plan d'assainissement. Des mesures sont effectuées durant la phase d'assainissement et orientent en temps réel les opérations d'assainissement.

Ces mesures au cours de l'assainissement des zones contaminées ont pour principaux objectifs :

- d'accompagner les travaux d'assainissement ;
- de décider si un terrain est prêt à faire l'objet d'un rapport sur son état final.

Il se peut cependant que, pour certaines raisons, il ne soit pas raisonnablement possible d'un point de vue pratique d'assainir le terrain sous les niveaux de libération associés à une dose efficace additionnelle maximale de 10 µSv/an. L'Autorité de sûreté évaluera l'argumentation de l'exploitant au sujet du dépassement de la contrainte de dose avant de l'accorder.

On distingue quatre catégories de valeurs en ce qui concerne la dose efficace additionnelle reçue pour un scénario réaliste sans restriction spécifique quant à l'utilisation future des terrains (cf. Figure 1, conforme à la publication WS-G-5.1 "Release of Sites from Regulatory Control on Termination of Practices" [3]):

- **inférieures à 10 µSv/an** : aucune action pour réduction de dose n'est exigée; le terrain peut être libéré sans restriction quant à sa future utilisation;
- **entre 10 µSv/an et 100 µSv/an** : un assainissement peut être exigée si le principe d'optimisation ALARA (approuvé par l'Autorité de sûreté) le permet; il sera possible de libérer le terrain sans restriction quant à sa future utilisation;
- **entre 100 µSv/an et 300 µSv/an** : un assainissement peut être exigé si le principe d'optimisation ALARA (approuvé par l'Autorité de sûreté) le permet; il restera possible de libérer le terrain mais des restrictions quant à sa future utilisation pourront être imposées par l'Autorité de sûreté afin de réduire encore la dose;
- **entre 300 µSv/an et 1 mSv/an** : Le terrain doit dans tous les cas être assaini et ne peut pas être libéré en l'état actuel. Au cours de l'assainissement, les trois gammes de dose précédentes devront être prises en considération. La même logique de décision sera appliquée pour définir la destination finale du terrain après l'assainissement.

Cette optimisation est similaire à celle appliquée pour les rejets radioactifs et décrite dans la publication GSG-9 "Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment"[4].

Elle s'inscrit dans le droit fil des conditions actuelles des autorisations de démantèlement déjà délivrées en Belgique :

La libération de terrains doit faire l'objet d'une caractérisation radiologique finale qui doit démontrer que les conditions finales fixées dans la demande d'autorisation sont remplies.

La méthodologie appliquée et les résultats de cette caractérisation finale des terrains libérés sont approuvés par Bel V et l'Agence fédérale de Contrôle nucléaire.

S'il ressort de la caractérisation radiologique finale que les installations/terrains peuvent être entièrement libérés, l'autorisation d'exploitation et l'autorisation de démantèlement peuvent être abrogées par Nous.

S'il ressort de la caractérisation radiologique finale que la configuration finale sûre du démantèlement n'est pas atteinte comme prévu, l'exploitant doit inclure dans son rapport final de démantèlement une évaluation de l'impact à long terme et une proposition de mesures de protection additionnelles ou de restrictions quant à l'usage du site. L'éventuelle future destination du site, les restrictions de destination et les mesures de contrôle y afférentes destinées à protéger l'homme et l'environnement peuvent être fixées par Nous.

Pour les terrains dont la contamination résiduelle après assainissement conduit à une dose efficace additionnelle entre 100 et 300 $\mu\text{Sv}/\text{an}$, certaines restrictions (ex. site inutilisable pour les activités agricoles, activités exclusivement industrielles, etc.) peuvent être imposées afin de la limiter. Ces restrictions sont définies par l'Autorité de sûreté nucléaire en concertation avec les pouvoirs publics régionaux compétents. L'efficacité de la restriction est étayée par un modèle de scénario d'exposition qui doit démontrer que la restriction permet une réduction de dose supplémentaire significative.

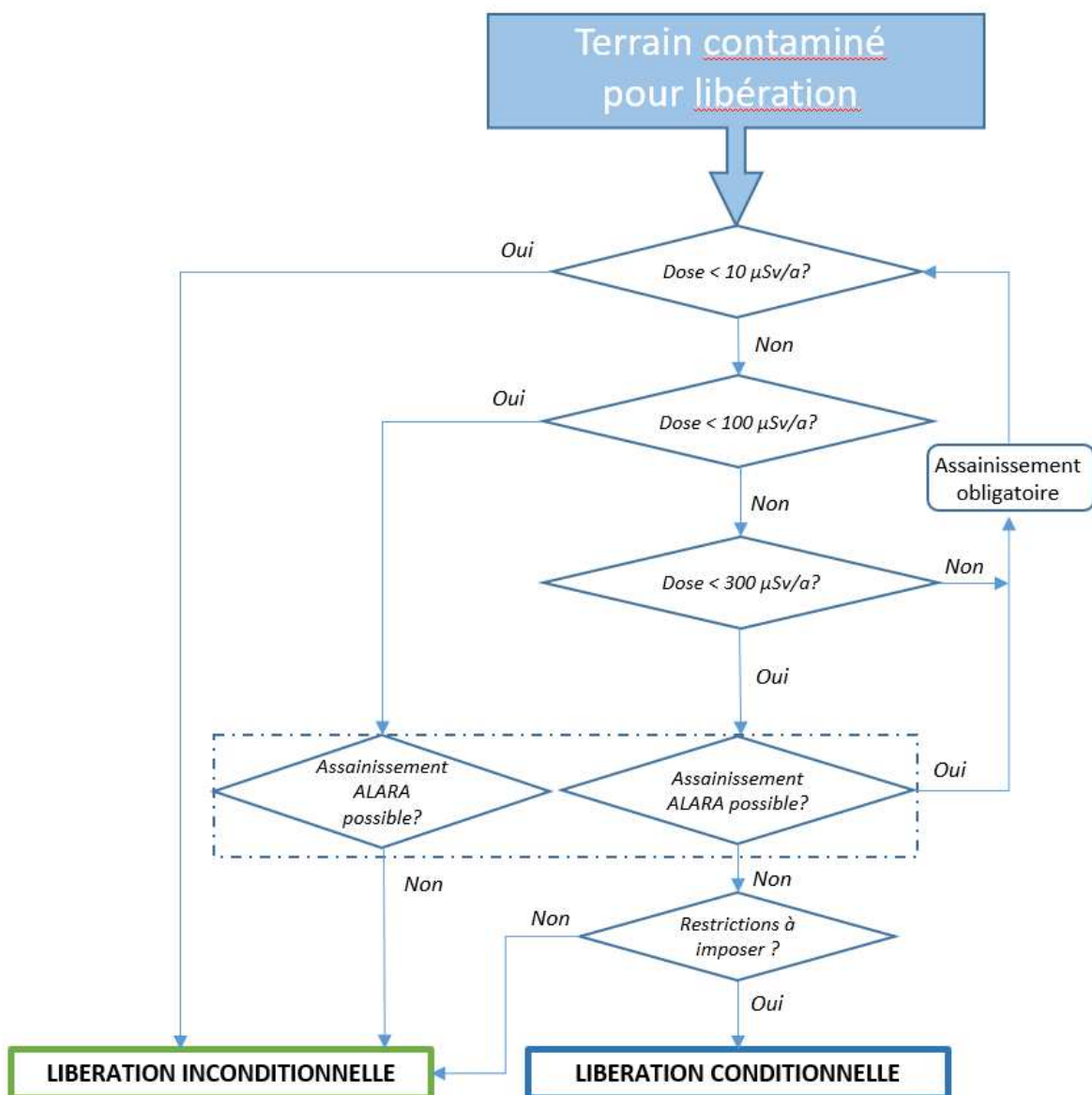


Figure 1 : Principe général de libération d'un terrain.

3.5. Etat final

L'exploitant est tenu de dresser un caractérisation radiologique finale du terrain. Les résultats des mesures finales du terrain, ensemble avec les données collectées avant et au cours de l'éventuel assainissement, contribueront à l'établissement du Rapport final. Ce rapport a pour objectif de démontrer le respect de l'état radiologique final requis par l'autorité.

3.6. Vérification indépendante de l'Autorité de sûreté

Dans le cas de la libération de terrains, l'Autorité de sûreté peut toujours effectuer des mesures de vérification indépendantes afin de contrôler le respect des niveaux de libération.

4. Critères pour la libération de terrains

4.1. Comparaison avec les pratiques internationales pour la définition des critères de libération

Les pratiques internationales ont été examinées. La libération de terrains de sites nucléaires se distingue de la libération de déchets solides par le fait que, dans le premier cas, la radioactivité ne se retrouve pas dans le commerce international. C'est la raison pour laquelle les niveaux pour la libération de terrains n'ont pas encore été harmonisés au niveau international. De plus, l'utilisation future d'une parcelle de terrain est plus facile à définir que dans le cas de déchets solides libérés que l'on retrouve dans le commerce international. Dès lors, et pour autant que le principe d'optimisation ALARA soit appliqué, il est possible que le niveau de libération de terrains soit plus élevé que le niveau de libération de déchets [5]. Cette méthode est largement répandue dans de nombreux pays afin de réduire la quantité de déchets radioactifs générés par des projets de démantèlement.

Le tableau suivant expose la méthodologie et les critères de libération utilisés dans plusieurs autres pays [6] :

	Méthodologie	Critères
Allemagne	DIN-25457-7	La dose efficace additionnelle à tout membre du public ne peut excéder 10 μ Sv/an. L'annexe III (tableau 1, colonne 7) du «Strahlenschutzverordnung » [7] reprend les activités volumiques (en Bq/g) par radionucléide correspondant à cette limite.
France	Guide de l'ASN n°24 [8]	Guide de l'ASN n°6 [9] : Démarche de référence : la totalité des substances dangereuses et des substances radioactives doivent être évacuées de des terrains nucléaires. Sinon, la situation est étudiée au cas par cas.
Royaume-Uni	MARSSIM/EURSSEM [1], [2]	Toute utilisation future raisonnablement prévisible du terrain ne présente «aucun danger» (= risque de décès d'un membre du public inférieur à 10 ⁻⁶ /an). Une limite de dose de 10 μ Sv/an est cohérente avec ce critère [10].
Espagne	Guía de Seguridad 4.2 [11] (~MARSSIM)	La dose efficace à l'individu représentatif du groupe critique résultant de l'activité résiduelle du terrain après sa libération ne doit pas dépasser une valeur de 0,1 mSv/an. Ces critères radiologiques s'appliquent à l'ensemble du site libéré, quelles que soient les restrictions éventuelles d'utilisation [12].

Etats-Unis	MARSSIM [1]	Il est généralement considéré qu'une dose additionnelle de 150 µSv/an est la limite supérieure acceptable.
Finlande	Guide YVL D.4 [13]	<p><i>"The basic radiation protection requirement for the clearance of the buildings and the site of a nuclear facility is that the typical annual dose to the most exposed individual arising from the use of the cleared site and buildings is not more than 0.01 mSv. In a case-specific clearance procedure where the future use of the site and the buildings is restricted, an annual dose of an individual up to 0.1 mSv may be permitted based on radiation protection optimisation. Furthermore, it must be demonstrated by means of analyses that even if the restrictions imposed on the use of the site were to fail, the annual dose arising from use of the buildings and occupancy at the site would remain below 1 mSv with high certainty."</i>[13]</p> <p>La limite de dose pour une libération inconditionnelle est de 10 µSv/an .</p>

Ce tableau montre que les contraintes de dose appliquées pour la libération diffèrent sensiblement d'un pays à l'autre. En outre, la limitation de dose à appliquer varie de 10 µSv/an à 150 µSv/an.

4.2. Cadre réglementaire et normes internationales pour la dérivation des niveaux de libération

Le cadre réglementaire belge comporte actuellement des **niveaux génériques de libération pour les déchets solides, exprimés en Bq/g, tels qu'ils sont définis à l'annexe IB du RGPRI [14]**. Ces niveaux ont été définis en considérant une dose additionnelle maximale de 10 µSv/an, une dose collective maximale de 1 homme.Sievert/an et une dose maximale à la peau de 50 mSv/an (imposée pour éviter les effets déterministes). Les limites actuelles du RGPRI sont issues du document RP122 [15].

La nouvelle **directive européenne 2013/59/Euratom** du 5 décembre 2013 relative aux normes de base [16] doit être transposée dans la réglementation belge. Elle comporte les dispositions suivantes en matière de libération :

- Les activités (en Bq/g) spécifiques à la libération inconditionnelle et à l'exemption sont assimilées (voir point 37 du préambule de la directive²). Elles sont toutes deux issues de la publication de l'AIEA RS-G-1.7 [17] (au lieu du RP 122) ;
- Le critère relatif à la dose collective (1 homme.Sievert/an) n'est plus d'application.

Les niveaux de libération à appliquer provenant de la publication de l'AIEA RS-G-1.7 [17] reposent sur deux calculs différents : une première approche réaliste considérant une dose efficace maximale de 10 µSv/an et une seconde, plus conservatrice, considérant une dose efficace maximale d'1 mSv/an et une dose à la peau de 50 mSv/an. Le point 1.9 du Scope stipule à la page 4 [17]:

² Point 37 du préambule : « Il est utile d'avoir les mêmes valeurs de concentration d'activité, tant pour exempter des pratiques du contrôle réglementaire que pour libérer des matières issues de pratiques autorisées. À la suite d'un examen complet, il a été conclu que les valeurs recommandées dans le document de l'AIEA intitulé "Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance" peuvent être utilisées, tant comme valeurs d'exemption par défaut, en remplacement des valeurs de concentration d'activité établies à l'annexe I de la directive 96/29/Euratom, que comme seuils de libération inconditionnelle remplaçant les valeurs recommandées par la Commission dans le document Radiation Protection no 122 ».

« *The values of activity concentration provided in this Safety Guide are not intended to be applied to the control of radioactive discharges of liquid and airborne effluents from authorized practices, **or to radioactive residues in the environment.** Guidance on the authorization of discharges of liquid and airborne effluents and **the reuse of contaminated land** is provided in Refs [9, 10].* »

La publication WS-R-3 « *Remediation of Areas Contaminated by Past Activities and Accidents* » constitue la référence 10 du RS-G-1.7 et elle a été remplacée par le GSR Part 3 [18]. Elle ne comporte en soi aucune information digne d'intérêt en ce qui concerne les niveaux de libération. Le paragraphe cité ci-dessus issu du RS-G-1.7 [17] indique donc que les futurs niveaux de libération de **l'annexe IB du RGPRI** (une fois que la directive européenne 2013/59/Euratom aura été transposée dans la réglementation belge) ne pourront pas être appliqués pour la libération des terrains contaminés des sites nucléaires. Toutefois, la publication SRS No.44 « *Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance* » [19], qui décrit les scénarii et hypothèses pour les niveaux de libération dérivés de la publication RS-G-1.7 stipule au point §4.3.3 :

« *The growing of plants in soil that contains material that has been released from regulatory control might occur in the following situations: released building rubble is present in soil in small fractions; **released soil from a nuclear site** is used in a garden or for covering a landfill site that is later used as a recreational area; **or a former nuclear site is used for general purposes.** The foodstuffs scenario RL-A covers the case of an adult who consumes vegetables grown in the material; RL-C covers the exposure of a child in the same situation.* »

Alors que les valeurs du RS-G-1.7 ne sont pas applicables dans le cadre de la libération des terrains selon le scope du document, le paragraphe précédent indique qu'un scénario, tel que l'ingestion, a été considéré.

Par ailleurs, la publication WS-G-3.1 « *Remediation Process for Areas Affected by Past Activities and Accidents* » ne mentionne dans son chapitre 'DOSE ASSESSMENT' que ce qui suit [20] :

« *The calculation of projected doses requires modelling of the various exposure pathways from an environmental contaminant to people. The models adopted may be of differing complexity depending on the processes involved in this transfer. In general, the models used should be as realistic as is appropriate for making dose projections. Incorporating excessive conservatism can result in operational quantities being impractical or impossible to measure, or in remediation that is more costly than necessary. The models should readily be able to address all relevant exposure pathways. They should readily be able to use site specific data, and they should be tested or validated. Particular attention should be paid to matching the assumptions of the model to the circumstances under consideration.* »

Cette publication considère donc qu'un modèle propre au site, assorti de scénarii d'exposition, doit être établi afin de pouvoir définir des niveaux de libération dérivés à partir d'une contrainte de dose préétablie.

4.3. Position de l'AFCN

Sur base de l'argumentation du § 4.2 précédente, la position de l'AFCN en ce qui concerne la détermination des niveaux à utiliser pour la libération des terrains est la suivante :

1. Sur base d'un modèle de scénario d'exposition, et en considérant tous les scénarii possibles pour la future utilisation du site, l'exploitant définit des **niveaux nucléidiques dérivés propres à son terrain** en tenant compte des contraintes de dose préétablies. Ces niveaux de libération, les scénarii d'exposition et le modèle utilisé doivent être approuvés par l'Autorité de sûreté. Les scénarii d'exposition seront au moins : l'ingestion, l'inhalation, l'irradiation externe γ et β de la peau.

Ou

2. L'exploitant considère les **niveaux de libération génériques** visés à l'**annexe IB du RGPRI** en calculant la moyenne sur 1000 kg maximum.

L'AFCN privilégiera toujours la première option. Les niveaux génériques cités ci-dessus pourront cependant être utilisés dans des cas simples tels que des quantités limitées à libérer, un vecteur isotopique simple ou l'absence de voie d'exposition particulière, et cela à condition que ce choix soit justifié par l'exploitant et approuvé par l'AFCN.

Si des isotopes naturels apparaissent également dans le vecteur radionucléidique prédéfini, une activité représentative du bruit de fond doit être déterminée. Cette activité peut ensuite être soustraite des résultats obtenus lors des diverses mesures. Si aucune donnée historique n'est disponible, l'activité du bruit de fond doit être déterminée sur base de terrains de référence présentant les mêmes caractéristiques physiques, chimiques, géologiques et biologiques mais qui n'ont pas été contaminés par les activités déployées sur le site.

5. Références

- [1] US NRC, EPA and DOE, "Multi-Agency Radiation Survey and Site Investigation Manual (MARSSIM)", NUREG-1575 Rev. 1, EPA 402-R-97-016 Rev. 1, DOE/EH-0624 Rev. 1, 2000
- [2] Schulz R. and van Velzen L., "Environmental Radiation Survey and Site Execution Manual (EURSSEM)", Arnhem and Greifswald, 2010
- [3] WS-G-5.1, "Release of Sites from Regulatory Control on Termination of Practices", 2006, IAEA Safety Standards Series
- [4] GSG-9 "Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment", 2018, IAEA Safety Standards Series
- [5] NEA No. 6187, "Releasing of Sites of Nuclear Installations", 2006, Organisation for Economic Co-operation and Development, ISBN 92-64-02307-0
- [6] Robert A. Meck, "*2013:14 Approaches used for Clearance of Lands from Nuclear Facilities among Several Countries*", 2012, Strålsäkerhetsmyndigheten
- [7] "Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), die zuletzt durch nach Maßgabe des Artikel 10 durch Artikel 6 des Gesetzes vom 27. Januar 2017 (BGBl. I S. 114, 1222) geändert worden ist"
- [8] Guide de l'ASN n°24 « Gestion des sols pollués par les activités d'une installation nucléaire de base », 2016
- [9] Guide de l'ASN n°6 « Arrêt définitif, démantèlement et déclassé des installations nucléaires de base », 2016
- [10] "Guidance to Inspectors on the Interpretation and Implementation of the HSE Policy Criterion of No Danger for the Delicensing of Nuclear sites", 2008
- [11] Guía de Seguridad 4.2 « Plan de Restauración del Emplazamiento », Consejo de seguridad nuclear, 2007
- [12] Nuclear Safety & Security Council Instruction IS-13 on the Radiological Criteria for the Release of Nuclear Installation Sites, 2007
- [13] GUIDE YVL D.4 "Predisposal management of low and intermediate level nuclear waste and decommissioning of a nuclear facility", 2013
- [14] 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).

- [15] Radiation Protection 122, "Practical Use of the Concepts of Clearance and Exemption – Part I", 2000, European Commission
- [16] Directive 2013/59/EURATOM du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.
- [17] RS-G-1.7, "Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance", 2004, IAEA Safety Standards Series
- [18] GSR Part 3, "Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards", 2014, IAEA Safety Standards Series
- [19] SRS No. 44, "Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance", 2006, IAEA Safety Reports Series
- [20] WS-G-3.1, "Remediation Process for Areas Affected by Past Activities and Accidents", 2007, IAEA Safety Standards Series