

**Doctrine en matière de
réaménagement des stockages de
résidus de traitement de minerai
d'uranium**

F.GOLDSCHMIDT, J.M. PERES

IPSN/Département de PRotection de l'Environnement

Note Technique DPRE / SERGD / 99- 42

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	2
2. OBJECTIF	2
3. REGLEMENTATION ACTUELLE	3
3.1 Stockage de résidus miniers et installations classées pour la protection de l'environnement	3
3.2 Décret 90-222 du 9 mars 1990.....	4
3.3 Difficultés rencontrées	5
4. LA DOCTRINE.....	6
4.1 Objectifs et principes généraux	6
4.2 Méthodologie d'évaluation	7
4.2.1 Groupe et biosphère de référence	8
4.2.1.1 Groupe de référence actuel.....	8
4.2.1.2 Groupe de référence hypothétique	8
4.2.2 Scénarios d'exposition.....	9
4.2.3 Impact radiologique.....	9
4.3 Le temps dans la doctrine.....	10
4.3.1 La période d'efficacité démontrée.....	10
4.3.2 Les périodes de surveillance.....	10
4.3.2.1 Surveillance active	10
4.3.2.2 Surveillance passive	10
4.3.2.3 Surveillance non-garantie	11
5. CONCLUSION	12
6. LISTE DES ANNEXES.....	14
7. LISTE DES TABLEAUX	14
8. LISTE DES FIGURES.....	14

1. INTRODUCTION

L'IPSN a réalisé entre 1994 et 1998 cinq expertises ⁽¹⁾ concernant l'impact radiologique de stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium. Les recommandations de l'IPSN aux préfets des régions concernées par les stockages étudiés s'appuyaient sur les prescriptions réglementaires du décret 90/222 du 9 mars 1990 (Annexe A) fixant un taux annuel d'exposition ajoutée par le stockage à celle du site dans son état initial équivalent à une dose efficace de 5 mSv par an pour une personne du public.

La nouvelle directive européenne 96/29 Euratom du 13 mai 1996 (Annexe B) fixant la limite d'exposition à 1 mSv pour les personnes du public et la révision devenue nécessaire de la méthodologie d'évaluation de l'impact radiologique proposée dans le décret 90/222 ⁽²⁾ ont conduit l'IPSN à solliciter le ministère chargé de l'environnement afin d'initier une concertation sur le sujet avec les principaux acteurs du secteur (Annexe C). L'objectif de cette concertation fut d'élaborer une doctrine en matière d'évaluation de l'impact radiologique des stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium à court, moyen et long terme.

Les travaux du groupe de travail débutèrent en novembre 1997 sous la responsabilité du Service de l'Environnement Industriel rattaché à la Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques (Annexe D). La rédaction de la doctrine fut confiée à un groupe de travail plus restreint animé par l'IPSN et constitué de représentants de COGEMA et de l'IPSN (Annexe E). La doctrine validée par consensus entre COGEMA et l'IPSN fut remise officiellement par l'IPSN au groupe DPPR en janvier 1999 (Annexe F).

Le document validé sans modification par le groupe de travail DPPR le 2 avril 1999 (Annexe G) a été diffusé aux préfets des régions concernées le 21 mai 1999 (Annexe H).

2. OBJECTIF

Cette note technique reproduit et commente le texte de la doctrine tel qu'il a été validé par la direction de l'IPSN et diffusé sans modifications par le ministère de l'environnement aux préfets des régions concernées.

Un bref rappel de la réglementation en vigueur au Chapitre 3 permet de mieux apprécier la nouvelle approche développée dans la doctrine commentée au Chapitre 4. Les textes

¹ *Expertise du dossier de réaménagement du site COGEMA de Montmassacrot*, Note Technique DPEI/SERGD, **1994**, n° 94/15

Expertise du dossier de réaménagement du site industriel de Bessines, Rapport DPRE/SERGD, **1995**, n°95/19

Expertise du dossier de réaménagement du site de Bertholène, Rapport IPSN, **1996**, n°96/12

Expertise du dossier d'arrêt définitif des travaux miniers - Site de La Plane - COGEMA division minière de l'Hérault, Rapport DPRE/SERGD, **1998**, n°98/10

Expertise du dossier d'arrêt définitif des travaux miniers - Site de Rabejac - COGEMA division minière de l'Hérault, Rapport DPRE/SERGD, **1998**, n°98/09

² *Impact radiologique d'un site de stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium, comparaison avec les limites de dose actuelles et futures*, **1999**, Rapport DPRE/SERGD n°99/04

de référence et les courriers sont reproduits intégralement ou partiellement dans les annexes.

3. REGLEMENTATION ACTUELLE

La réglementation française relative à la gestion des déchets miniers relève d'un ensemble de textes, notamment à la législation applicable aux déchets, à la législation liée à la protection de l'environnement, au règlement général des industries extractives et à la réglementation relative à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants.

Ces textes tiennent compte des principes énoncés dans les documents internationaux (recommandations de la Commission Internationale de Radioprotection, de l'Agence pour l'Energie Atomique,...) et constituent le cadre législatif et réglementaire de la gestion des stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium.

3.1 Stockage de résidus miniers et installations classées pour la protection de l'environnement

La procédure des installations nucléaires de base n'est pas applicable aux installations de stockage de résidus de traitements de minerai d'uranium car le seuil d'activité massique de 500 kBq/kg prévu par le décret du 20 juin 1966 (Décret 66-450 modifié) pour les substances radioactives solides naturelles n'est pas atteint : dans ce cas, l'autorisation relève de la rubrique 167 de la nomenclature des installations classées, stockage ou traitement de déchets. Le calcul de l'activité massique fait référence à l'activité de la tête de série du radionucléide considéré ⁽³⁾. Pour la détermination du groupe de radiotoxicité, le thorium naturel et l'uranium naturel ne sont pas considérés comme des mélanges de substances radioactives.

Les stockages des déchets issus du traitement des minerais d'uranium relèvent donc de la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 modifiée relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et du décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour son application.

Une circulaire du 29 janvier 1986 touchant l'instruction technique relative aux installations de traitement de minerai d'uranium (non publiée au Journal Officiel) adressée par le ministre de l'environnement aux préfets définit les prescriptions techniques adaptées au caractère particulier de ces activités et pouvant être imposées dans les arrêtés préfectoraux d'autorisation des installations.

Cette circulaire qui traite des déchets et dépôts de matériaux provenant d'installations classées rappelle les obligations de l'exploitant en matière d'élimination de ses déchets et précise les dispositions relatives aux stockages de résidus de traitement broyés. Ainsi l'exploitant doit définir et justifier les mesures qu'il mettra en œuvre en vue :

- d'interdire l'utilisation non appropriée de ces matériaux ;
- d'adapter l'emplacement à l'intégration dans le paysage ;
- de limiter le ruissellement et les entraînements ;

³ Avis du conseil d'état du 11 décembre 1991, section des travaux publics n° 251.043, relatif au régime juridique des stockages de résidus radioactifs.

- d'assurer la stabilité mécanique du tas ;
- de limiter l'exhalation de radon notamment au moyen de techniques adaptées comme le maintien d'une teneur en eau, d'une lame d'eau, ou la mise en oeuvre d'une couverture (épaisseur, compaction ..).

Un ensemble de moyens de contrôles et de surveillance de l'impact des dépôts de résidus de traitement sur l'environnement est défini et justifié par l'exploitant dès l'origine de l'exploitation. La nature et la fréquence de ces contrôles sont précisées par arrêté préfectoral. Il peut être mis fin aux contrôles lorsque les résultats de mesure ne mettent plus en évidence un impact significatif du stockage sur l'environnement. Un arrêté complémentaire précise alors ce point le moment venu.

L'activité ou la concentration des radionucléides (^{238}U , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{210}Bi ...) présents dans les résidus ne pouvant pas être négligée du point de vue de la radioprotection ⁽⁴⁾⁽⁵⁾, elles font l'objet de prescriptions particulières précisées dans le décret n°89-502 du 13 juillet 1989 concernant les travailleurs et le décret n°90-222 du 9 mars 1990 pour l'environnement.

3.2 Décret 90-222 du 9 mars 1990

La gestion des résidus miniers est régie par le décret n° 90-222 du 9 mars 1990 qui complète le règlement général des industries extractives (RGIE) pour ce qui concerne la protection de l'environnement. La circulaire du 9 mars 1990 précise, dans son annexe, les modalités d'application de ce décret (Annexe A).

Cette réglementation française était en vigueur jusqu'à ce que le ministère chargé de l'environnement recommande aux préfets de s'appuyer dès à présent sur la directive européenne 96/29 EURATOM du 13 mai 1996 (Annexe H) inspirée de la CIPR 68 modifiée par les recommandations de l'AIEA (BSS n°115 de 1996).

Le décret 90-222 du 9 mars 1990 (Annexe A) a introduit la notion d'exposition annuelle ajoutée, qui correspond à la différence entre l'exposition induite par l'exploitation et celle, naturelle, qui existait avant l'exercice de toute pratique industrielle. Cette exposition naturelle est due aux rayonnements cosmiques et surtout aux substances radioactives naturelles présentes dans les sols uranifères environnants.

Les limites annuelles des expositions ajoutées sont définies comme suit :

- 5 mSv pour l'exposition externe;
- 170 Bq pour les émetteurs alpha à vie longue de la chaîne de l'uranium 238 présents dans les poussières en suspension dans l'air et inhalés, 2 mJ d'énergie alpha potentielle pour les descendants à vie courte de radon 222 inhalé;

⁴ Décret n°86-1103 du 2 octobre 1986 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants, Journal Officiel du 12 octobre 1986.

⁵ Directive 96/29/Euratom du Conseil, du 13 mai 1996, fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants, Journal Officiel des Communautés Européennes du 29 juin 1996.

- 3 kBq pour les émetteurs alpha à vie longue dans les poussières d'uranate, la quantité journalière de ces poussières inhalées n'excédant pas 2,5 mg;
- 7 kBq pour le radium 226 ingéré;
- 2 g pour l'uranium ingéré, la quantité journalière des composés hexavalents pouvant être ingérée n'excédant pas 150 mg.

L'exposition ajoutée se calcule sous la forme d'un taux annuel d'exposition totale ajoutée (TAETA) obtenu en faisant la somme des valeurs des composantes de l'exposition **ajoutée** (valeur d'exposition mesurée avant la mise en exploitation du site moins la valeur mesurée à sa fermeture) en une année rapportées à leurs limites annuelles respectives définies ci-dessus.

$$TAET = \frac{\text{Exposition externe}}{5 \text{ mSv}} + \frac{\text{Poussières d}^{238}\text{U}}{170 \text{ Bq}} + \frac{EAP^{222}\text{Rn}}{2 \text{ mJ}} + \frac{EAP^{220}\text{Rn}}{6 \text{ mJ}} + \frac{\text{Poussière Uranates}}{3\,000 \text{ Bq}} + \frac{\text{Ra ingéré}}{7\,000 \text{ Bq}} + \frac{\text{U ingéré}}{2 \text{ g}}$$

$$TAETA = TAET_{\text{final}} - TAET_{\text{initial}}$$

Le calcul du taux d'exposition considéré s'applique aux personnes du public les plus exposées, et doit être inférieur à 1. L'impact radiologique sur l'environnement est considéré acceptable lorsque les limites annuelles des expositions ajoutées et les limites de rejet sont respectées.

Suivant la réglementation en vigueur, l'évaluation de l'impact radiologique en terme de dose efficace, nécessite de définir un groupe " critique ". Ce groupe correspond à des individus fictifs dont les conditions de séjour et de mode de vie, doivent demeurer vraisemblables bien qu'en général pénalisantes lorsqu'on les compare à une situation réelle. En effet, le décret 90-222 définit un scénario d'occupation des lieux par des personnes des groupes critiques aux caractéristiques suivantes :

- temps de présence : 7000 heures par an (on suppose que pendant 20% du temps, les personnes sont en dehors de l'influence du stockage,
- débit d'inhalation : 0,8 m³ d'air par heure,
- consommation : 2,2 litres d'eau par jour à partir d'un cours d'eau récepteur à l'aval du stockage.

3.3 Difficultés rencontrées

L'impact radiologique actuel des stockages de résidus de traitements de minerais d'uranium s'est appuyé jusqu'à présent sur la méthodologie, logique et cohérente, du décret 90-222. Il n'en demeure pas moins que cette évaluation reste délicate, complexe et donc sujette aux critiques objectives. Les principales difficultés rencontrées lors des expertises de l'IPSN portent sur :

- l'absence de point zéro dans le cas de certains sites anciens, c'est-à-dire du niveau initial d'exposition avant toute exploitation industrielle. Il est alors nécessaire de s'appuyer sur des mesures réalisées à proximité du site qui peuvent poser le problème de leur représentativité ;

- l'incertitude associée notamment aux mesures des radionucléides retenus dans le calcul d'impact (^{238}U , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{220}Rn). Cette incertitude résulte principalement des variations dans l'espace du bruit de fond naturel qui peuvent être du même ordre de grandeur que le signal recherché ;
- l'utilisation d'un scénario générique ou " passe partout " pour définir le groupe de population qui serait le plus exposé dans l'environnement de n'importe quel site. Ce scénario, qui ne tient pas compte du mode de vie effectif des populations, peut s'avérer pénalisant par certains aspects (ingestion pendant 365 jours de 2,2 l d'eau provenant du récepteur en aval immédiat du site) et il n'explicite pas la prise en compte des différents maillons de la chaîne alimentaire.

L'absence de point 0 et les incertitudes associées à la variabilité naturelle restent des difficultés quelques soient la méthodologie d'évaluation de l'impact radiologique, mais il convient qu'elles figurent dans les dossiers d'étude d'impact. Il devient d'autant plus nécessaire d'en tenir compte que l'abaissement de la limite réglementaire à 1 mSv prescrite par la directive 96-29 Euratom conduit à évaluer des doses efficaces ajoutées du même ordre de grandeur que celles du bruit de fond local ⁽⁶⁾.

La sélection d'un seul scénario d'exposition pour un groupe critique au mode de consommation peut réaliste peut conduire à des résultats de calcul d'exposition sans rapport avec la réalité des comportements pour des situations d'exposition données. Il convenait donc de se rapprocher de la notion de groupe de référence telle qu'elle est définie dans la directive 96-29 Euratom et de sélectionner des scénarios d'exposition et des groupes de référence compatibles à court, moyen et long terme avec les situations d'exposition possibles.

La limitation de l'évaluation au court terme, le manque de réalisme du scénario réglementaire, les incertitudes associées aux calculs de dose justifiaient la révision du cadre méthodologique de l'évaluation de l'impact radiologique d'un stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium.

4. LA DOCTRINE

Le texte de doctrine (Annexe I) s'organise en deux parties principales : les objectifs et les principes de protection d'une part, la méthodologie d'évaluation de l'impact radiologique d'un stockage réaménagé, d'autre part.

4.1 Objectifs et principes généraux

L'objectif de protection radiologique ne précise pas la limite de dose et renvoie à la réglementation en vigueur. Celle ci est précisée dans la lettre circulaire du ministère de l'environnement destinée au préfet (Annexe H) qui retient le 1 mSv prescrit par la directive 96-29 Euratom pour une personne du public et recommande fortement l'application du principe d'optimisation stipulant que l'exposition doit être maintenue au niveau le plus faible raisonnablement possible compte tenu des facteurs économiques et sociaux.

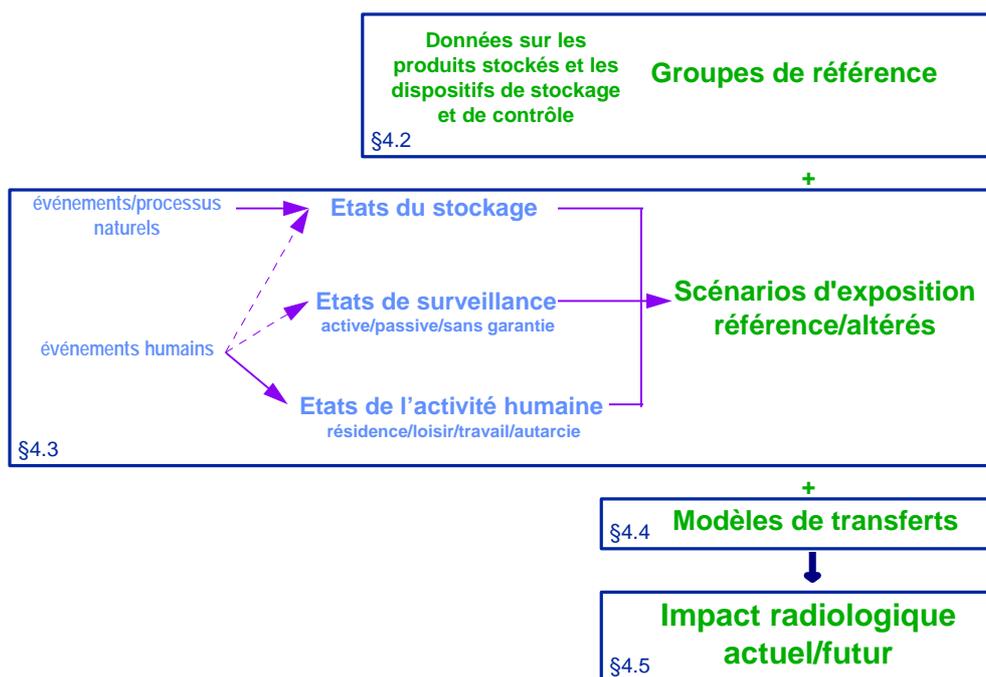
⁶ Ibid. (2) p.2

L'impact radiologique est évalué à l'issue du réaménagement (groupe de référence actuel), à moyen et long terme en considérant deux types de situations : une situation d'évolution normale du stockage et des situations hypothétiques liées à des événements aléatoires d'origine naturelle ou associés à des actions humaines. Cette nouvelle approche par rapport au décret 90-222 ne limite donc plus seulement l'évaluation de l'impact radiologique à la fin du réaménagement. Elle prend désormais en compte l'évolution du stockage dans le temps (mécanique, minéralogique, géochimique, hydrogéologique...) et les conséquences en terme d'impact radiologique, d'événements naturels et humains survenant à court, moyen et long terme. La méthodologie d'étude d'impact des stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium s'harmonise ainsi dans le principe avec la pratique en matière d'évaluation de la sûreté des stockages de déchets radioactifs.

4.2 Méthodologie d'évaluation

Ce chapitre de la doctrine s'organise en trois parties décrivant les éléments nécessaires à l'évaluation de l'impact radiologique d'un stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium (Figure 1).

Figure 1 : Organisation du chapitre 4 de la doctrine consacré à la méthodologie d'évaluation de l'impact radiologique d'un stockage de résidus de traitement de minerais d'uranium



Nous insisterons plus particulièrement dans les chapitres qui suivent, sur le groupe de référence, la méthode de calcul de la dose efficace ajoutée et les scénarios qui constituent l'intérêt de la doctrine et marquent la différence d'approche avec la pratique du décret 90-222.

4.2.1 Groupe et biosphère de référence

La doctrine distingue l'impact radiologique actuel qui fait référence à un groupe de référence réaliste dont le mode de vie correspond à celui des populations environnantes et l'impact radiologique futur pour lequel deux groupes de références sont imposés.

4.2.1.1 Groupe de référence actuel

Le scénario décrit dans le décret 90-222 retient l'ingestion d' ^{238}U et de ^{226}Ra contenus dans l'eau prélevée immédiatement à l'aval rejet du site dans la rivière la plus proche pour une consommation de 2,2 l/j pendant 365 jours. La consommation de produits éventuellement contaminés par les eaux de rejet (poissons, légumes...) sont recommandés dans la circulaire d'application du décret 90-222 mais ne sont pas considérés dans le calcul du TAETA qui se limite à l'ingestion directe d'eau éventuellement contaminée.

La doctrine recommande que le mode de consommation du groupe de référence actuel repose sur les habitudes de consommation des personnes du groupe dans la région concernée par le stockage. Le groupe de référence permettant d'éliminer les comportements individuels extrêmes (ingestion de 800 l/an d'eau au rejet du stockage par exemple) le calcul de la dose efficace ajoutée par ingestion permet de considérer la part de l'eau provenant du réseau de distribution (conforme aux prescriptions sanitaires) et celle de l'eau, éventuellement contaminée en radionucléides provenant du stockage, consommée directement ou indirectement par ingestion des produits de la chaîne alimentaire conduisant à l'homme.

4.2.1.2 Groupe de référence hypothétique

Ces groupes permettent d'évaluer l'impact futur du stockage pour chacun des scénarios de la doctrine. Afin de limiter les hypothèses sur le comportement futur du groupe de référence et ses conditions de vies, la doctrine fixe le comportement de deux groupes de référence hypothétiques en fonction de la variabilité de la ressource en eau.

Si il est démontré que le stockage peut constituer une ressource en eau suffisante pour le groupe de référence, il conviendra de considérer un fort niveau d'autarcie du groupe vis à vis des produits agricoles provenant d'une exploitation du type élevage/polyculture exploitant l'eau éventuellement contaminée. A l'opposé, une faible ressource en eau limitera l'évaluation aux conséquences de la consommation des produits d'un jardin potager irrigué avec l'eau provenant du stockage.

Quelle que soit la période de temps considérée, les conditions climatiques restent celles d'un climat tempéré identique à l'actuel, quelle que soit la durée de l'évaluation.

4.2.2 Scénarios d'exposition

Le principe de la démarche de génération des scénarios décrit dans la doctrine, s'appuie sur la méthodologie d'élaboration systématique de scénarios développée au LESTS ⁽⁷⁾ pour le stockage géologique en profondeur appliquée aux stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium.

Les combinaisons entre les différents états des dispositifs de stockage décrits dans la doctrine (avec et sans couverture, perte d'intégrité de la digue), le temps (les phases de vie du stockage) et les activités humaines (promenade sur site, jeux, résidence, intrusion), leur sélection et regroupement, conduisent à la définition de six scénarios stylisés (Tableau 1 et Annexe J).

Les scénarios résultant de cette démarche sont classés en un scénario de référence, systématiquement évalué, correspondant à une situation d'évolution normale du stockage dans son environnement naturel et sans interactions humaines et cinq scénarios altérés correspondant à des situations hypothétiques liées à des événements aléatoires d'origine naturelle mais de forte intensité ou d'activités humaines de type intrusives.

Tableau 1 : Scénarios d'évaluation de l'impact radiologique d'un stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium

Scénario de référence

SC1 Evolution normale

Scénarios altérés

SC2 Perte de couverture

SC3 Perte d'intégrité de la digue

SC4 Résidence sur le stockage avec couverture

SC5 Chantier de terrassement ou de creusement du stockage

SC6 Résidence sur le stockage sans couverture

Les détails des situations à considérer dans les scénarios figurent dans la doctrine en Annexe J.

4.2.3 Impact radiologique

Le calcul de la dose efficace ajoutée considère de manière classique, l'exposition externe par le rayonnement γ et l'exposition interne par inhalation (radon et poussières) et ingestion. Il reprend le principe de dose ajoutée par le stockage réaménagé à celle du site avant travaux. L'impact radiologique est apprécié sur un calcul de dose efficace ajoutée et non plus sur celui du taux annuel d'exposition totale ajoutée (TAETA) défini dans le décret 90-222.

Les résultats devront être présentés avec leurs incertitudes associées : prise en compte de la variabilité naturelle dans le cas des évaluations à court terme basée sur les résultats de mesure et des incertitudes associées aux paramètres de calcul pour la modélisation à long terme du comportement du stockage.

⁷ Badie M., Santucci P., Peres J.M., Horowitz E., Bruyere F., Giaume P., *Elaboration systématique de scénarios pour l'évaluation de la sûreté des stockages de déchets radioactifs B et C en formation géologique profonde*, Rapport DPRE/SERGD, **1997**, n° 97/22, 31 p

4.3 Le temps dans la doctrine

La doctrine fait référence à plusieurs périodes de temps : la période d'efficacité des dispositifs de stockages et trois périodes de surveillance utilisées pour la génération des scénarios.

4.3.1 La période d'efficacité démontrée

Cette période correspond à la durée de garantie d'efficacité des dispositifs de stockage (digue et couverture en particulier) au regard des objectifs de radioprotection. La doctrine la fixe entre 300 ans et 1 000 ans. Sauf événements climatiques majeurs non pris en compte dans le dimensionnement des ouvrages et/ou intrusion humaine, le stockage conserve normalement son intégrité pendant toute cette période.

Le respect de la limite de 1 mSv doit être garanti pour toute cette période dans les conditions du scénario d'évolution normale (SC1). Ce scénario peut être évalué au delà de cette période mais sans conséquences sur les aménagements mis en œuvre (Figure 2).

4.3.2 Les périodes de surveillance

La doctrine ne précise pas la durée de ces périodes car elle dépend de décisions administratives liées à l'évolution naturelle du stockage (surveillance active et passive) et à l'archivage administratif de l'information (surveillance non garantie).

4.3.2.1 Surveillance active

La durée de la période de surveillance active prendra fin lorsque l'opérateur aura fait la démonstration que les eaux provenant du stockage ne nécessitent plus de traitement avant leur rejet dans l'environnement (pH, métaux lourds, radionucléides ...). Pendant toute cette période, l'exploitant reste propriétaire du stockage, en assure la maintenance quels que soient les événements naturels susceptibles d'en modifier l'intégrité, et assure le contrôle (voie d'exposition atmosphérique et voie eau).

Cette période de surveillance permet à l'exploitant de recueillir des données de terrain et de mener les recherches nécessaires à la compréhension de l'évolution des caractéristiques du stockage (rétention des radioéléments, hydrogéologique, transferts dans la géosphère ...).

Les dispositifs de surveillance et de maintenance associées à cette période permettent de ne pas évaluer les scénarios altérés (Tableau 1, Figure 2).

4.3.2.2 Surveillance passive

Le passage de la période de surveillance active (contrôles et maintenance assurés par l'opérateur) à la phase de surveillance passive (contrôles assurés par l'administration, sans maintenance) se fera progressivement avec la diminution des servitudes de contrôle. Le début de la période de surveillance passive devrait correspondre pratiquement à l'arrêt du traitement des effluents liquides avant leur rejet dans l'environnement. La fin de la période de surveillance active sera déterminée par l'administration en fonction de

l'innocuité du stockage démontrée par l'exploitant. Elle devrait correspondre à la fermeture définitive du site avec cession probable des propriétés foncières.

L'intégrité des dispositifs de stockage pendant la période de surveillance passive est garantie administrativement par des servitudes d'usage liées aux terrains : interdiction de construction, de forage, de modification de la topographie... Elles permettent d'éviter de compromettre l'efficacité des dispositifs de stockage ou d'augmenter significativement l'exposition radiologique.

La maintenance n'étant plus assurée, les événements naturels d'intensité exceptionnelle susceptibles de modifier l'intégrité du stockage doivent être considérés. L'exemple de relation temporelle entre la période d'efficacité et la période de surveillance passive de la Figure 2 pourrait conduire à ne pas évaluer les scénarios de perte de couverture (SC2) et de rupture de digue (SC3), s'il peut être démontré que le dimensionnement des ouvrages pendant la période de garantie d'efficacité tient compte de ces phénomènes climatiques exceptionnels (pluie, crue centennale ...).

4.3.2.3 Surveillance non-garantie

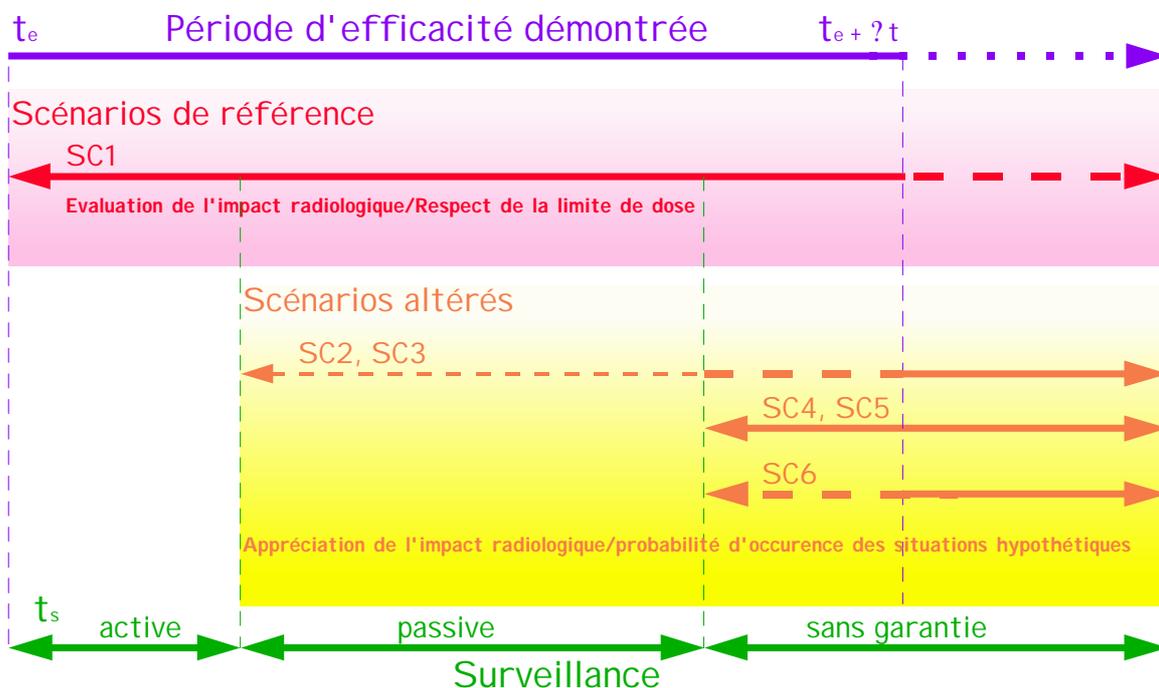
La prise en compte de la période de surveillance non-garantie est liée à la perte éventuelle de l'archivage de l'information et à la capacité pour les générations futures d'y accéder. Cette perte de mémoire du site permet de considérer l'ensemble des scénarios altérés du Tableau 1.

La Figure 2 illustre le cas où la période de surveillance non-garantie débute avant la fin de la période d'efficacité garantie (entre 300 et 1 000 ans). Dans ce cas, l'évaluation des scénarios altérés de résidence avec et sans couverture (SC4, SC6) et de chantier sur site (SC5) dépendra des caractéristiques du stockage au temps considéré (résultats de modélisation) et de la probabilité d'occurrence de la situation retenue. A titre d'exemple, la démonstration de la faible probabilité de disparition de la couverture par causes naturelles en période d'efficacité garantie justifie l'évaluation du scénario de résidence sur stockage avec couverture mais pas celle du scénario de résidence sur site sans couverture (SC6). A contrario, l'exploitation des matériaux de couverture et de la digue (granulat par exemple) par l'homme devenant possible en période de surveillance non garantie, cette situation implique l'évaluation des scénarios de chantier sur site (SC5), de résidence sur le stockage sans couverture (SC6) et de perte d'intégrité de la digue (SC3).

Autre exemple lié à l'évolution des propriétés hydriques du stockage : au-delà de la période d'efficacité démontrée, l'évolution normale du stockage peut conduire au colmatage complet ou partiel de la digue qui perd alors ses capacités drainantes (concept initial). L'imperméabilité des résidus et de la digue peut alors favoriser la disparition de la couverture par accélération de l'érosion et/ou le développement d'une zone humide impropre à la construction. Cette situation permet d'évaluer les scénarios de perte de couverture (SC2) et d'intégrité de la digue (SC3) et justifie de ne pas évaluer les scénarios de résidence sur site (SC4 et SC6) en raison de l'insalubrité du site.

Les quelques exemples développés ci-dessus montrent que la sélection des scénarios altérés est très étroitement liée à l'évolution des caractéristiques du stockage (géotechnique, hydrogéologique, minéralogique, géochimique ...) et aux événements naturels et humains susceptibles d'en perturber l'évolution normale.

Figure 2 : Sélection des scénarios en fonction du temps lié à la période d'efficacité démontrée du stockage et à la période de surveillance.



trait plein : scénario à évaluer pour la période considéré **trait pointillé** : évaluation possible. Le pointillé devient plus épais quand la probabilité d'occurrence augmente, ainsi l'évaluation de la perte de couverture (SC2) en période de surveillance passive (contrôle administratif) est moins probable qu'en période de surveillance non garantie (exploitation de la couverture possible). Voir les exemples dans le texte.

5. CONCLUSION

Les prochaines études d'impact qui devraient être expertisées par l'IPSN concernent le site de Lodève dans l'Hérault - fin du réaménagement prévue en juin 2000 - et celui de Jouac dans la Haute-Vienne - fin d'exploitation prévue en mai 2001-. L'étude d'impact radiologique de ces deux sites devrait en toute rigueur appliquer la méthodologie présentée dans la doctrine pour le court terme (groupe de référence réaliste, prise en compte de la chaîne alimentaire, ...). L'impact à long terme devrait être évalué au cours de la période de surveillance active, afin de permettre à l'exploitant – et à l'IPSN – de réaliser les études et recherches nécessaires à la compréhension de l'évolution du stockage dans son environnement.

Les sites déjà réaménagés depuis 1980 (Le Forez, Bauzot 1988, Le Cellier 1992, Commanderie 1994, Ecarpière 1996...) sont la propriété de l'exploitant et actuellement en période de surveillance active. La nécessité d'évaluer à nouveau l'impact radiologique de ces anciens sites au regard de la limite de dose efficace de 1 mSv par an pour le public, à court et long terme, dépend de l'initiative de l'exploitant, des pouvoirs publics (communes, préfets des régions concernées ...) ou des associations. Cette réévaluation devra obligatoirement être réalisée si une réduction des servitudes et des contrôles est envisagée.

La doctrine constitue un cadre méthodologique pour les inspecteurs des DRIRE en charge de la surveillance des stockages. Elle implique l'abandon du cadre rigide de calcul

du taux annuel d'exposition ajoutée (TAETA), faisant référence à une limite annuelle d'incorporation. Son remplacement par un calcul de dose efficace ajoutée variant en fonction des paramètres nécessaires à l'évaluation de l'impact radiologique (groupe de référence réaliste actuelle et hypothétique, scénarios, résultats de mesure et de modélisation...) nécessite des moyens d'études plus à la portée de l'IPSN qui doit être considéré comme l'appui technique des DRIRE en la matière. Sur ce point, une information sur les conditions de mise en œuvre de la doctrine et le rôle de l'IPSN auprès des DRIRE concernées sera certainement nécessaire dans les années à venir.

L'information au public gagne en objectivité en associant plus étroitement l'impact radiologique du stockage au mode de vie réel des populations environnantes. La confiance du public sur la limitation du risque radiologique devrait s'appuyer sur la robustesse de la démonstration qui est marquée notamment par la justification des choix tant de conception que de calcul, et leur validation par l'IPSN.

6. LISTE DES ANNEXES

Annexe A.	Décret 90-222 du 9 mars 1990 et circulaire d'application	15
Annexe B.	Directive 96-29 Euratom du 13 mai 1996 (extraits)	21
Annexe C.	Courrier de l'IPSN à la Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques.....	31
Annexe D.	Convocation de la DPPR à la première réunion du groupe de travail	33
Annexe E.	Participants au groupe de travail IPSN/COGEMA	35
Annexe F.	Courrier d'envoi de la version validée du texte de doctrine.....	37
Annexe G.	Extrait du compte rendu de la dernière réunion DPPR	39
Annexe H.	Lettre circulaire de DPPR destinée aux préfets des régions concernées.....	41
Annexe I.	Doctrines en matière de stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium.....	45
Annexe J.	Sélection des scénarios d'exposition de la doctrine	71

7. LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Scénarios d'évaluation de l'impact radiologique d'un stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium.....	9
-------------	--	---

8. LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Organisation du chapitre 4 de la doctrine consacré à la méthodologie d'évaluation de l'impact radiologique d'un stockage de résidus de traitement de minerais d'uranium	7
Figure 2 :	Sélection des scénarios en fonction du temps lié à la période d'efficacité démontrée du stockage et à la période de surveillance.....	12

Annexe A. Décret 90-222 du 9 mars 1990 et circulaire d'application

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE FRANÇAISE		1987																												
<p>2. Ecole normale supérieure de Fontenay - Saint-Cloud</p> <p>Concours d'entrée en 1^{re} année :</p> <table border="0"> <tr> <td>Section Sciences humaines</td> <td style="text-align: right;">38</td> </tr> <tr> <td>Section Lettres</td> <td style="text-align: right;">35</td> </tr> <tr> <td>Section Langues vivantes</td> <td style="text-align: right;">39</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td style="text-align: right;">112</td> </tr> </table>			Section Sciences humaines	38	Section Lettres	35	Section Langues vivantes	39	Total	112																				
Section Sciences humaines	38																													
Section Lettres	35																													
Section Langues vivantes	39																													
Total	112																													
<p>3. Ecole normale supérieure de Lyon</p> <p>Concours d'entrée en 1^{re} année :</p> <table border="0"> <tr> <td>Section Mathématiques</td> <td style="text-align: right;">33</td> </tr> <tr> <td>Section Physique et chimie</td> <td style="text-align: right;">34</td> </tr> <tr> <td>Section Sciences de la vie et de la terre</td> <td style="text-align: right;">33</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td style="text-align: right;">100</td> </tr> </table>			Section Mathématiques	33	Section Physique et chimie	34	Section Sciences de la vie et de la terre	33	Total	100																				
Section Mathématiques	33																													
Section Physique et chimie	34																													
Section Sciences de la vie et de la terre	33																													
Total	100																													
<p>4. Ecole normale supérieure de Cachan</p> <p>a) Concours normal (entrée en 1^{re} année) :</p> <table border="0"> <tr> <td>Section A 1 : Mathématiques</td> <td style="text-align: right;">26</td> </tr> <tr> <td>Section A 2 : Physique, physique appliquée (électronique, électrotechnique, automatique), chimie</td> <td style="text-align: right;">34</td> </tr> <tr> <td>Section A 3 : Biochimie, génie biologique (microbiologie, physiologie)</td> <td style="text-align: right;">15</td> </tr> <tr> <td>Section B : sections technologiques</td> <td style="text-align: right;">70</td> </tr> <tr> <td>Section C : Arts et création industrielle</td> <td style="text-align: right;">12</td> </tr> <tr> <td>Section D 1 : Economie et gestion (organisation et administration des entreprises et des collectivités)</td> <td style="text-align: right;">16</td> </tr> <tr> <td>Section D 2 : Economie et gestion (comptabilité, techniques quantitatives)</td> <td style="text-align: right;">36</td> </tr> <tr> <td>Section D 3 : Sciences économiques et sociales :</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- premier concours</td> <td style="text-align: right;">6</td> </tr> <tr> <td>- deuxième concours</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> <tr> <td>Sous-total</td> <td style="text-align: right;">225</td> </tr> </table> <p>b) Concours ouvert aux candidats titulaires du diplôme d'études universitaires de technologie (D.U.T.) ou du brevet de technicien supérieur (B.T.S.) (concours d'entrée en 1^{re} année) :</p> <table border="0"> <tr> <td>Section B 1-B 3 : Mécanique (conception des systèmes mécaniques), génie mécanique (fabrication mécanique, automatisation)</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> </table>			Section A 1 : Mathématiques	26	Section A 2 : Physique, physique appliquée (électronique, électrotechnique, automatique), chimie	34	Section A 3 : Biochimie, génie biologique (microbiologie, physiologie)	15	Section B : sections technologiques	70	Section C : Arts et création industrielle	12	Section D 1 : Economie et gestion (organisation et administration des entreprises et des collectivités)	16	Section D 2 : Economie et gestion (comptabilité, techniques quantitatives)	36	Section D 3 : Sciences économiques et sociales :		- premier concours	6	- deuxième concours	10	Sous-total	225	Section B 1-B 3 : Mécanique (conception des systèmes mécaniques), génie mécanique (fabrication mécanique, automatisation)	5				
Section A 1 : Mathématiques	26																													
Section A 2 : Physique, physique appliquée (électronique, électrotechnique, automatique), chimie	34																													
Section A 3 : Biochimie, génie biologique (microbiologie, physiologie)	15																													
Section B : sections technologiques	70																													
Section C : Arts et création industrielle	12																													
Section D 1 : Economie et gestion (organisation et administration des entreprises et des collectivités)	16																													
Section D 2 : Economie et gestion (comptabilité, techniques quantitatives)	36																													
Section D 3 : Sciences économiques et sociales :																														
- premier concours	6																													
- deuxième concours	10																													
Sous-total	225																													
Section B 1-B 3 : Mécanique (conception des systèmes mécaniques), génie mécanique (fabrication mécanique, automatisation)	5																													
		<table border="0"> <tr> <td>Section B 2 : Génie civil (bâtiment et travaux publics)</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>Section B 4 : Génie électrique</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Sous-total</td> <td style="text-align: right;">15</td> </tr> <tr> <td>Sous-total Entrée en 1^{re} année</td> <td style="text-align: right;">210</td> </tr> </table> <p>c) Concours d'entrée en troisième année :</p> <table border="0"> <tr> <td>Concours A 1 : Mathématiques</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td>Concours A 2 : Chimie</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td>Concours B 1 : Mécanique (conception des systèmes mécaniques)</td> <td style="text-align: right;">9</td> </tr> <tr> <td>Concours B 2 : Génie civil (bâtiment et travaux publics)</td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td>Concours B 3 : Génie mécanique (fabrication mécanique, automatisation)</td> <td style="text-align: right;">9</td> </tr> <tr> <td>Concours B 4 : Génie électrique</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td>Concours D 1 : Economie et gestion (économie, droit et gestion)</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Concours D 2 : Economie et gestion (économie, méthodes quantitatives et gestion)</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Sous-total entrée en 3^e année</td> <td style="text-align: right;">44</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td style="text-align: right;">284</td> </tr> </table>	Section B 2 : Génie civil (bâtiment et travaux publics)	1	Section B 4 : Génie électrique	3	Sous-total	15	Sous-total Entrée en 1^{re} année	210	Concours A 1 : Mathématiques	5	Concours A 2 : Chimie	4	Concours B 1 : Mécanique (conception des systèmes mécaniques)	9	Concours B 2 : Génie civil (bâtiment et travaux publics)	8	Concours B 3 : Génie mécanique (fabrication mécanique, automatisation)	9	Concours B 4 : Génie électrique	4	Concours D 1 : Economie et gestion (économie, droit et gestion)	2	Concours D 2 : Economie et gestion (économie, méthodes quantitatives et gestion)	3	Sous-total entrée en 3^e année	44	Total	284
Section B 2 : Génie civil (bâtiment et travaux publics)	1																													
Section B 4 : Génie électrique	3																													
Sous-total	15																													
Sous-total Entrée en 1^{re} année	210																													
Concours A 1 : Mathématiques	5																													
Concours A 2 : Chimie	4																													
Concours B 1 : Mécanique (conception des systèmes mécaniques)	9																													
Concours B 2 : Génie civil (bâtiment et travaux publics)	8																													
Concours B 3 : Génie mécanique (fabrication mécanique, automatisation)	9																													
Concours B 4 : Génie électrique	4																													
Concours D 1 : Economie et gestion (économie, droit et gestion)	2																													
Concours D 2 : Economie et gestion (économie, méthodes quantitatives et gestion)	3																													
Sous-total entrée en 3^e année	44																													
Total	284																													
<p>5. Ensemble des écoles normales supérieures</p> <table border="0"> <tr> <td>Total entrée en 1^{re} année</td> <td style="text-align: right;">618</td> </tr> <tr> <td>Total entrée en 2^e année</td> <td style="text-align: right;">6</td> </tr> <tr> <td>Total entrée en 3^e année</td> <td style="text-align: right;">44</td> </tr> <tr> <td>Total général</td> <td style="text-align: right;">688</td> </tr> </table>			Total entrée en 1 ^{re} année	618	Total entrée en 2 ^e année	6	Total entrée en 3 ^e année	44	Total général	688																				
Total entrée en 1 ^{re} année	618																													
Total entrée en 2 ^e année	6																													
Total entrée en 3 ^e année	44																													
Total général	688																													
<p>Arrêté du 9 mars 1990 portant convocation du Conseil supérieur de l'éducation nationale en section permanente</p> <p style="text-align: center;">NOR : MEN09000RZA</p> <p>Par arrêté du ministre d'Etat, ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports, en date du 9 mars 1990, le Conseil supérieur de l'éducation nationale est convoqué en section permanente au ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports le mercredi 14 mars 1990, à 10 heures.</p>																														
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE</p> </div>																														
<p>Décret n° 90-222 du 9 mars 1990 complétant le règlement général des industries extractives institué par le décret n° 80-331 du 7 mai 1980</p> <p style="text-align: center;">NOR : IND0901060D</p> <p>Le Premier ministre,</p> <p>Sur le rapport du ministre de l'industrie et de l'aménagement du territoire,</p> <p>Vu le code minier ;</p> <p>Vu la directive n° 80-836 Euratom du 15 juillet 1980, modifiée par la directive n° 84-467 Euratom du 3 septembre 1984 ;</p> <p>Vu le décret n° 80-331 du 7 mai 1980 modifié instituant le règlement général des industries extractives ;</p> <p>Le décret n° 66-450 du 20 juin 1966 modifié relatif aux principes généraux de protection contre les rayonnements ionisants ;</p> <p>Vu les avis du service central de protection contre les rayonnements ionisants et du Conseil général des mines respectivement en date du 21 septembre et du 14 novembre 1989,</p>																														
<p style="text-align: center;">Décrète :</p> <p>Art. 1^{er}. - Il est introduit au règlement général des industries extractives institué par le décret n° 80-331 du 7 mai 1980 en son titre intitulé : Rayonnements ionisants, une seconde partie relative à la protection de l'environnement, qui fait l'objet des dispositions annexées au présent décret.</p> <p>Art. 2. - Le présent décret entrera en vigueur six mois après sa publication au <i>Journal officiel</i> de la République française.</p> <p>Art. 3. - Le ministre de l'industrie et de l'aménagement du territoire est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au <i>Journal officiel</i> de la République française.</p> <p style="text-align: right;">Fait à Paris, le 9 mars 1990.</p> <p style="text-align: right;">MICHEL ROCARD</p> <p>Par le Premier ministre :</p> <p style="text-align: right;"><i>Le ministre de l'industrie et de l'aménagement du territoire,</i> ROGER FAUROUX</p>																														

CHAPITRE IV

Surveillance des rejets

Article 11

Rejets liquides

1. Le nombre et l'emplacement des points de rejet d'eau dans le milieu naturel sont précisés par l'arrêté fixant les conditions d'ouverture des travaux. Chaque point de rejet doit posséder un aménagement spécial pour des prélèvements d'eau, accessible aux services de contrôle.

2. L'exploitant doit :

- déterminer le débit des eaux de rejet ;
- mesurer, à partir d'échantillons hebdomadaires obtenus par prélèvement continu, les concentrations moyennes mensuelles de ces eaux en radium 226 et en uranium et en déduire, compte tenu des flux, les concentrations moyennes annuelles ;
- déterminer la valeur des autres paramètres caractéristiques à surveiller, comme le prescrit l'arrêté fixant les conditions d'ouverture des travaux.

3. Les caractéristiques de fonctionnement des dispositifs de traitement des eaux sont notées chaque jour et archivées.

4. Le préfet peut imposer des critères de surveillance mensuels, hebdomadaires et journaliers si des variations importantes des concentrations en radium et en uranium sont possibles.

Article 12

Rejets gazeux

Le flux de radon et de poussières radioactives en provenance des travaux souterrains doit être mesuré au moins une fois par an.

CHAPITRE V

Surveillance du milieu naturel

Article 13

Eaux souterraines

L'exploitant doit :

- déterminer le périmètre d'influence des travaux et installations sur les eaux souterraines ;
- mesurer l'activité volumique du radium et de l'uranium dans ces eaux au moins une fois par trimestre ;
- prévoir un système d'intervention en cas d'augmentation notable de cette activité.

Article 14

Milieu récepteur des rejets liquides

En accord avec le service chargé de la police des eaux, des prélèvements doivent être effectués par l'exploitant sur les sédiments, les végétaux aquatiques et la faune du milieu récepteur des rejets liquides, à des fréquences qui sont fonction de l'importance des rejets de l'exploitation, du lieu d'implantation de celle-ci et du cycle de vie des espèces rencontrées. Ils font l'objet d'analyses pour déterminer la concentration en radium 226 et en uranium. Les résultats sont communiqués au service précité.

Article 15

Atmosphère

Des mesures doivent être effectuées dans l'environnement pour déterminer en divers endroits les valeurs annuelles de l'exposition externe et des expositions par inhalation de radon et de poussières radioactives. Ces mesures doivent être :

- permanentes lorsque l'exploitation doit durer plus de cinq ans et que le volume prévu des terrassements minéralisés est supérieur à 25 000 m³/an ;
- annuelles et d'une durée au moins égale à un mois dans les autres cas.

Dans le cas des exploitations visées au premier tiret, une zone d'influence de l'exploitation sur l'atmosphère doit être déterminée au plus tard un an après l'ouverture des travaux. Les mesures doivent être effectuées au moyen d'installations fixes dont le nombre et l'emplacement sont portés à la connaissance du directeur régional de l'industrie et de la recherche ; ce dernier peut exiger, si nécessaire, la mise en place d'un système de mesure des retombées de poussières.

Dans le cas des exploitations visées au second tiret, les mesures sont effectuées près des lieux publics et des habitations les plus exposés en direction des vents dominants.

Article 16

Voies de transfert des substances radioactives vers les populations

Dans le cas visé au premier tiret du premier alinéa de l'article 15, l'exploitant doit établir, au plus tard deux ans après l'ouverture des travaux, la liste des principales voies de transfert vers les populations des substances radioactives provenant de l'exploitation et de ses installations. Tous les deux ans, la teneur en radium 226 et en uranium doit être déterminée aux principaux maillons des chaînes de transfert. En fonction des résultats ainsi obtenus, l'exploitant détermine les quantités de radium 226 et d'uranium susceptibles d'être ingérées par les personnes du public les plus exposées et calcule les taux d'exposition correspondants.

CHAPITRE VI

Contrôles

Article 17

Document et rapport annuel

Les résultats des mesures prévues aux chapitres 4 et 5 sont reportés dans un document. Sur la base de ces résultats, l'exploitant établit chaque année un rapport faisant le point sur l'application des dispositions de la présente section.

Ce rapport est transmis au directeur régional de l'industrie et de la recherche.

Article 18

Vérifications

Le préfet peut prescrire à tout moment à l'exploitant, et aux frais de celui-ci, de faire procéder à la vérification, par une personne ou un organisme qu'il désigne, de tout ou partie des mesures prises en application des dispositions de la présente section.

Il peut également, en cas de pollution avec dérive importante par rapport aux résultats habituels des mesures, imposer une réduction des intervalles de temps entre les vérifications prévues aux chapitres 4 et 5 et augmenter la fréquence de présentation du rapport prévu à l'article 17.

Circulaire du 9 mars 1990 relative au règlement général des industries extractives

NOR : INDD8801060C

Paris, le 9 mars 1990.

Le ministre de l'industrie et de l'aménagement du territoire à Madame et Messieurs les préfets.

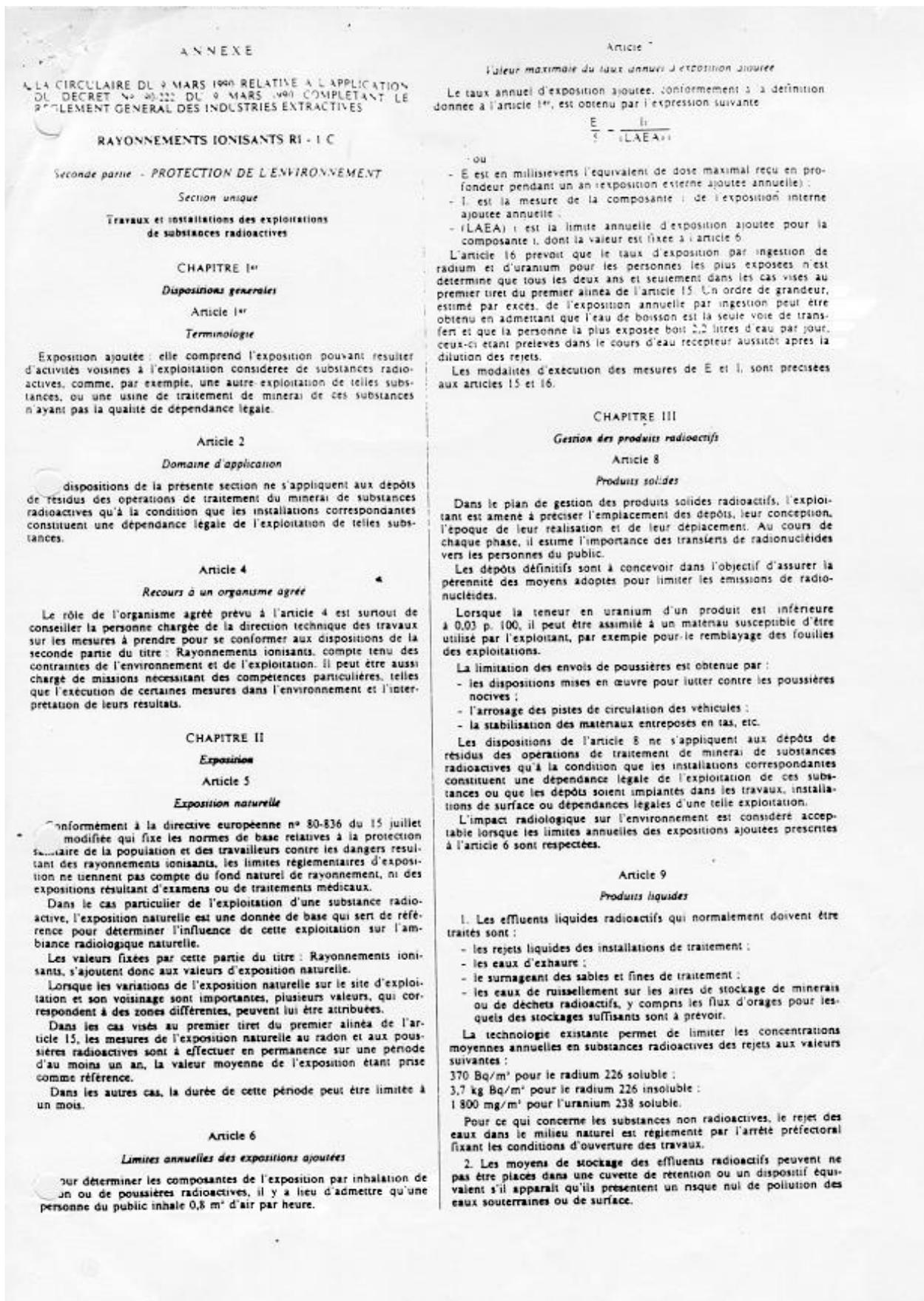
Le décret n° 89-502 du 13 juillet 1989 a introduit au règlement général des industries extractives institué par le décret n° 80-331 du 7 mai 1980 modifié un titre intitulé : Rayonnements ionisants, dont il a été défini en annexe les prescriptions d'une première partie portant sur la protection du personnel.

Une seconde partie traitant de la protection de l'environnement se devait de compléter le titre susvisé afin, d'une part de répondre aux exigences du code minier et de la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature, d'autre part de satisfaire aux dispositions des directives Euratom n° 80-836 du 15 juillet 1980 et n° 84-467 du 3 septembre 1984 pour ce qui est de la protection sanitaire des populations contre les dangers résultant des rayonnements ionisants, ainsi que du décret n° 88-521 du 18 avril 1988 modifiant le décret n° 66-450 du 20 juin 1966 relatif aux principes généraux de protection contre les rayonnements ionisants.

Le décret n° 90-222 du 9 mars 1990 comporte en annexe les dispositions propres à cette seconde partie. Les commentaires correspondants sont eux-mêmes annexés à la présente circulaire.

Vous voudrez bien me rendre compte des difficultés qui seraient susceptibles d'apparaître lors de la mise en œuvre de ces nouvelles dispositions.

ROGER FAUROUX



CHAPITRE IV
Surveillance des rejets

Article 11

Rejets liquides

Les échantillons hebdomadaires, obtenus par prélèvement continu, sont filtrés sous vide sur une membrane de porosité 0,45 µm pour séparer les insolubles qui se fixent sur cette membrane.

Article 12

Rejets gazeux

Pour déterminer le flux, l'exploitant effectue les mesures suivantes sur le retour d'air des travaux souterrains :

- débit d'air, exprimé en m³/s ;
- concentration en radon 222, exprimée en Bq/m³ d'air ;
- concentration des émetteurs alpha à vie longue dans les poussières, exprimée en Bq/m³ d'air.

Article 15

Atmosphère

La durée fixée à un mois pour les mesures dans l'atmosphère est nécessaire puisque les concentrations sont le plus souvent très faibles et variables.

Le système de mesure des retombées de poussières est justifié lorsque le niveau d'empoussièrement global doit être apprécié dans une zone habitée ou sensible aux poussières. Il est à réaliser conformément aux normes en vigueur.

Article 16

Voies de transfert des substances radioactives vers les populations

Parmi les nombreuses voies de transfert des substances radioactives vers les populations, il est possible d'en sélectionner quelques-unes, les plus importantes, qui sont les voies de transfert critiques. Ces dernières sont différentes d'un site minier à un autre et dépendent :

- de la disposition du site par rapport aux lieux habités ;
- de l'utilisation des sols ;
- de la capacité de dispersion des substances radioactives par le site ;
- de la capacité d'absorption des milieux récepteurs ;
- de l'utilisation des eaux des cours d'eau, dans lesquels sont effectués les rejets, notamment pour l'irrigation des prairies et des jardins.

Aussi, les maillons qui mènent à l'homme peuvent être très variés ; les plus courants en dehors des vecteurs air et eau sont :

- la faune aquatique dans les cours d'eau à l'aval du site ;
- les légumes et les fruits produits par les jardins proches du site ;
- le lait fourni par les animaux ayant brouté l'herbe des prés situés près du site ou buvant l'eau des cours d'eau récepteurs.

MESURES NOMINATIVES

MINISTÈRE DE LA JUSTICE

Arrêté du 9 février 1990 fixant la liste des candidats autorisés à participer aux épreuves d'accès au cycle préparatoire au second concours d'entrée à l'École nationale de la magistrature

NOR : JUSH9070004A

Par arrêté du garde des sceaux, ministre de la justice, en date du 9 février 1990, les candidats ci-après désignés sont autorisés à participer aux épreuves d'accès au cycle préparatoire au second concours d'entrée à l'École nationale de la magistrature qui se dérouleront les 12 et 13 mars 1990 pour les candidats composant au titre de la première série et les 19 et 20 mars 1990 pour les candidats composant au titre de la seconde série :

Centre de Bordeaux

Au titre de la première série

- | | |
|---|--|
| M ^{lle} Alard (Mananne). | M. Meunier (Stéphane). |
| M ^{lle} Batini (Annie). | M. Morata (Francisco). |
| M. Brun (Jean-Denis). | M. Nassif (Olivier). |
| M ^{lle} Corbière (M.-Madeleine). | M. Pougheon (Michel). |
| M. Fournier (Pierre). | M. Sadi (Jean-François). |
| M ^{lle} Goimard (Brigitte). | M. Salinier (Eric). |
| M ^{lle} Jean (Angelina). | M. Serres (Jean-Patrick). |
| M. Karmes (Henri). | M ^{lle} Sureau (Elisabeth). |
| M. Labet (Pascal). | M ^{me} Taillefer (Danielle), épouse |
| M ^{me} Laubies (Anne), épouse | Perdriel. |
| Roques. | M ^{lle} Texier (Virginie). |
| M ^{me} Lotigie (Christophe). | M. Villard (Jean-Marc). |

Au titre de la deuxième série

- | | |
|---------------------------------------|---|
| M. Belardi (Hervé). | M ^{me} Kokoszka (Catherine). |
| M ^{me} Benharrech (Borés). | M. La Barbera (Antoine). |
| M. Boisivaud-Chrétien | M. Laberche (Patrick). |
| (Philippe). | M. Lanvière (Guy). |
| M. Boursaud (Alain). | M ^{lle} Lecoindre (M.-Joseph). |
| M. Canolle (Gérard). | M. Marini (Francis). |
| M. Casquel (Francis). | M. Massa (Gilles). |
| Dyadel (Dominique). | M. Miguel (Thierry). |
| Dressayre (Jean). | M. Mounet (Gilles). |
| M ^{me} Graff (Marie-France). | M. Murgia (Angélio). |
| M ^{lle} Jacob (Janine). | M ^{me} Naudin (Chantal), |
| M. Joux (Philippe). | épouse Vacher. |

- M. Odilon (Jean-Pierre).
M. Ortiz de Urbina (Luc).
M^{me} Petit (Nancy),
épouse Lefort.

- M^{lle} Peyrou (Sabine).
M^{lle} Ruffe (Gisèle).
M^{lle} Wiss (Isabelle).

Centre de Paris

Au titre de la première série

- | | |
|---|---|
| M. Abadie (André). | M. Boulanger (Paul-Henri). |
| M ^{lle} Achard (Sylvie). | M ^{lle} Bourges (Dominique). |
| M. Adnen (Jean-Michel). | M. Brassier (Michel). |
| M ^{me} Aimard-Mahmoud | M ^{me} Brand (Chantal), |
| (Pascal). | épouse Locu. |
| M ^{lle} Amrouni (Bernadette). | M ^{lle} Buccafurni (Isabelle). |
| M ^{lle} Andre (Thérèse). | M. Buchard (Jacques-Henri). |
| M. Andricu (Jean-Claude). | M. Burnier (Alain). |
| M. Armand (Eric). | M ^{lle} Buttet (Sandrine). |
| M. Arnaud (François). | M. Castoldi (Pierre). |
| M. Arsigny (Jean-Marc). | M ^{lle} Chanteux (Christine). |
| M ^{lle} Audy (Sylviane). | M ^{lle} Chaouat (Françoise). |
| M. Augustin (Jean-Michel). | M ^{lle} Cheighoum (Nadia). |
| M ^{me} Azincourt (Jocelyne), | M. Cherner (Philippe). |
| épouse Diame. | M ^{lle} Chevret (Brigitte). |
| M. Barrier (Daniel). | M. Clavel (Jean). |
| M ^{me} Basse-Cathalinat | M. Clinet (François). |
| (Christine), épouse | M ^{lle} Corbel (Véronique). |
| Ryckbosch. | M ^{me} Cormier (M.-Pierre), |
| M ^{me} Bataillard (Anne), | épouse Beaulier. |
| épouse Solak. | M ^{me} Coulon (Christine), |
| M ^{lle} Battistelli (Anne-Rose). | épouse Jacquemoire. |
| M ^{lle} Baujard (Connie). | M. Cours (Thierry). |
| M. Beaudouin (Philippe). | M. Courtemanche (Gilles). |
| M. Bellanger (Gérard). | M ^{me} Coutild (Monique), |
| M. Bernard (Eric). | épouse Bosquain. |
| M. Bersch (Jean-Louis). | M. Crollet (Jean). |
| M ^{me} Blache (Corinne), | M. Czerwinski (Eric). |
| épouse Levailant. | M ^{me} Daumas (Michèle), |
| M. Biancamana (Pierre). | épouse Guez. |
| M. Bihin (Francis). | M ^{lle} Delahais (Anne). |
| M. Bineteau (Eric). | M ^{me} Deluce (Christine), |
| M. Boisieuv (Hervé). | épouse Ferret. |
| M. Bonnafous (Thierry). | M. Dery (Laurent). |
| M ^{me} Boulange (M.-Christine), | M ^{lle} Deruelie (Beatrice). |
| épouse Loeferl. | M. Desgouttes (Philippe). |

Annexe B. Directive 96-29 Euratom du 13 mai 1996 (extraits)

29. 6. 96

FR

Journal officiel des Communautés européennes

N° L 159/5

Niveau d'intervention: valeur de dose équivalente évitable ou de dose efficace évitable, ou valeur dérivée à laquelle certaines interventions devraient être envisagées. La valeur de dose évitable ou la valeur dérivée est exclusivement celle qui se rapporte à la voie d'exposition sur laquelle portera l'intervention.

Rayonnement ionisant: transport d'énergie sous la forme de particules ou d'ondes électromagnétiques d'une longueur d'ondes inférieure ou égale à 100 nanomètres ou d'une fréquence supérieure ou égale à 3×10^{15} hertz pouvant produire des ions directement ou indirectement.

Personnes du public: individus de la population, à l'exception des travailleurs exposés, des apprentis et des étudiants pendant leurs heures de travail et des individus soumis à une exposition dans les cas prévus à l'article 6 paragraphe 4 points a), b) et c).

Source naturelle de rayonnement: source de rayonnement ionisant d'origine terrestre ou cosmique naturelle.

Exposition potentielle: exposition dont la survenance n'est pas certaine et dont la probabilité d'apparition peut être évaluée à l'avance.

Pratique: activité humaine susceptible d'accroître l'exposition des individus au rayonnement provenant d'une source artificielle ou d'une source naturelle de rayonnement lorsque des radionucléides naturels sont traités en raison de leurs propriétés radioactives, fissiles ou fertiles, sauf dans le cas d'une exposition d'urgence.

Expert qualifié: personne ayant les connaissances et l'entraînement nécessaires pour effectuer des examens physiques, techniques ou radiochimiques permettant d'évaluer les doses et pour donner des conseils afin d'assurer une protection efficace des individus et un fonctionnement correct des moyens de protection, et dont la capacité d'agir comme expert qualifié est reconnue par les autorités compétentes. Un expert qualifié peut se voir assigner la responsabilité technique des tâches de radioprotection des travailleurs et des personnes du public.

Contamination radioactive: contamination d'une matière, d'une surface, d'un milieu quelconque ou d'un individu par des substances radioactives. Dans le cas particulier du corps humain, cette contamination radioactive comprend

à la fois la contamination externe cutanée et la contamination interne par quelque voie que ce soit.

Substance radioactive: toute substance contenant un ou plusieurs radionucléides dont l'activité ou la concentration ne peut être négligée du point de vue de la radioprotection.

Situation d'urgence radiologique: situation qui appelle des mesures d'urgence afin de protéger les travailleurs, les personnes du public, ou l'ensemble ou une partie de la population.

Groupe de référence de la population: groupe comprenant des individus dont l'exposition à une source est assez uniforme et représentative de celle des individus qui, parmi la population, sont plus particulièrement exposés à ladite source.

Déclaration: obligation de soumettre un document à l'autorité compétente pour notifier l'intention d'exercer une pratique ou toute autre action relevant de la présente directive.

Source radioactive scellée: source dont la structure empêche, en utilisation normale, toute dispersion de matières radioactives dans le milieu ambiant.

Sievert (Sv): nom de l'unité de dose équivalente ou de dose efficace. Un sievert équivaut à un joule par kilogramme:

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J kg}^{-1}$$

Source: appareil, substance radioactive ou installation pouvant émettre des rayonnements ionisants ou des substances radioactives.

Zone surveillée: zone faisant l'objet d'une surveillance appropriée à des fins de protection contre les rayonnements ionisants.

Entreprise: toute personne physique ou morale utilisant des pratiques ou exerçant des activités professionnelles visées à l'article 2 et juridiquement responsable, au regard de la législation nationale, desdites pratiques ou activités.

TITRE II

CHAMP D'APPLICATION

Article 2

1. La présente directive s'applique à toutes les pratiques comportant un risque dû aux rayonnements ionisants émanant soit d'une source artificielle, soit d'une source naturelle de rayonnement lorsque les radionucléides naturels sont traités, ou l'ont été, en raison de leurs propriétés radioactives, fissiles ou fertiles, et notamment:

- a) à la production, au traitement, à la manipulation, à l'emploi, à la détention, au stockage, au transport, à l'importation dans la Communauté, à l'exportation à partir de la Communauté et à l'élimination de substances radioactives;
 - b) à l'utilisation de tout appareil électrique émettant des rayonnements ionisants et dont les éléments fonctionnent sous une différence de potentiel supérieure à 5 kV;
 - c) à toute autre pratique désignée par l'État membre.
2. Conformément au titre VII, elle s'applique également aux activités professionnelles qui ne sont pas couvertes par le paragraphe 1 mais qui impliquent la présence de sources naturelles de rayonnement et entraînent une augmentation notable de l'exposition des travailleurs ou du public, non négligeable du point de vue de la protection contre les rayonnements.
3. Conformément au titre IX, elle s'applique également à toute intervention en cas de situation d'urgence radiologique ou en cas d'exposition durable résultant des suites d'une situation d'urgence radiologique ou de l'exercice d'une pratique ou d'une activité professionnelle, passée ou ancienne.
4. La présente directive ne s'applique ni à l'exposition au radon dans les habitations ni au niveau naturel de rayonnement, c'est-à-dire aux radionucléides contenus dans l'organisme humain, au rayonnement cosmique régnant au niveau du sol ou à l'exposition en surface aux radionucléides présents dans la croûte terrestre non perturbée.

TITRE III

DÉCLARATION ET AUTORISATION DES PRATIQUES

Article 3

Déclaration

1. Chaque État membre exige que l'exercice des pratiques visées à l'article 2 paragraphe 1 soit déclaré, sauf dans les cas prévus au présent article.
2. La déclaration peut ne pas être appliquée pour les pratiques comportant les éléments suivants:
 - a) des substances radioactives en quantités ne dépassant pas au total les valeurs d'exemption indiquées à l'annexe I tableau A deuxième colonne ou, dans des circonstances exceptionnelles prévalant dans un État membre, d'autres valeurs autorisées par les autorités compétentes et satisfaisant néanmoins aux critères généraux de base énoncés à l'annexe I
 - ou
 - b) des substances radioactives dont la concentration d'activité par unité de masse ne dépasse pas les valeurs d'exemption indiquées à l'annexe I tableau A troisième colonne ou, dans des circonstances exceptionnelles prévalant dans un État membre, d'autres valeurs autorisées par les autorités compétentes et satisfaisant néanmoins aux critères généraux de base énoncés à l'annexe I
 - ou
 - c) un appareillage contenant des substances radioactives dans des quantités ou des concentrations supérieures à celles indiquées aux points a) et b) pour autant que soit remplie chacune des conditions suivantes:
 - i) l'appareillage est d'un type agréé par les autorités compétentes de l'État membre;
 - ii) il présente les caractéristiques d'une source scellée;
 - iii) en fonctionnement normal, il ne crée, en aucun point situé à une distance de 0,1 m de sa surface accessible, un débit de dose supérieur à $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$;
 - iv) les conditions d'élimination ont été spécifiées par les autorités compétentes
 - ou
 - d) l'emploi d'un appareillage électrique auquel la présente directive s'applique, à l'exception de celui visé au point e), à condition:
 - i) que cet appareillage soit d'un type agréé par les autorités compétentes de l'État membre
 - et
 - ii) que, en fonctionnement normal, il ne crée en aucun point situé à une distance de 0,1 m de sa surface accessible, un débit de dose supérieur à $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$
 - ou
 - e) l'emploi de tout tube cathodique destiné à l'affichage d'images visibles ou de tout autre appareillage électrique fonctionnant sous une différence de potentiel inférieure ou égale à 30 kV, pour autant que, en fonctionnement normal, il ne crée, en aucun point situé à 0,1 m de sa surface accessible, un débit de dose supérieur à $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$
 - ou
 - f) des matières contaminées par des substances radioactives résultant de sorties autorisées, dont les autorités compétentes ont déclaré qu'elles n'étaient pas soumises à d'autres contrôles.

29. 6. 96

FR

Journal officiel des Communautés européennes

N° L 159/7

Article 4**Autorisation**

1. Chaque État membre exige une autorisation préalable pour les pratiques suivantes, sous réserve des exceptions prévues au présent article:
 - a) l'exploitation et le déclassement de toute installation du cycle du combustible nucléaire, ainsi que l'exploitation et la fermeture de mines d'uranium;
 - b) l'addition intentionnelle de substances radioactives dans la production et la fabrication de médicaments ainsi que l'importation et l'exportation de tels produits;
 - c) l'addition intentionnelle de substances radioactives dans la production et la fabrication de produits de consommation ainsi que l'importation et l'exportation de tels produits;
 - d) l'administration intentionnelle de substances radioactives à des personnes et, pour autant qu'il s'agisse de radioprotection humaine, à des animaux à des fins de diagnostic, de traitement ou de recherche médical ou vétérinaire;
 - e) l'emploi d'appareils à rayons X ou de sources radioactives à des fins de radiographie industrielle ou de traitement de produits ou de recherche ou pour l'exposition de personnes à des fins de traitement médical et l'emploi d'accélérateurs autres que les microscopes électroniques.
2. Une autorisation préalable peut être exigée pour d'autres pratiques que celles indiquées au paragraphe 1.

3. Les États membres peuvent préciser qu'une pratique ne requiert pas d'autorisation lorsque:

- a) s'agissant des pratiques visées au paragraphe 1 points a), c) et e), la pratique en question est dispensée de déclaration
- ou
- b) s'agissant de cas comportant un risque limité d'exposition pour des êtres humains et ne nécessitant pas un examen cas par cas, la pratique en question est réalisée selon des modalités prévues par la législation nationale.

Article 5**Autorisation et libération pour l'élimination, le recyclage ou la réutilisation**

1. L'élimination, le recyclage ou la réutilisation de substances radioactives ou de matières contenant des substances radioactives résultant d'une pratique soumise à l'obligation de déclaration ou d'autorisation sont subordonnés à une autorisation préalable.
2. Toutefois, l'élimination, le recyclage ou la réutilisation de telles substances ou matières peuvent être dispensés du respect des exigences de la présente directive pour autant qu'ils respectent les seuils de libération fixés par les autorités compétentes nationales. Ces seuils respectent les critères de base utilisés à l'annexe I et tiennent compte de toute autre recommandation technique donnée par la Communauté.

TITRE IV**JUSTIFICATION, OPTIMISATION ET LIMITATION DE DOSE POUR LES PRATIQUES****CHAPITRE PREMIER****PRINCIPES GÉNÉRAUX****Article 6**

1. Les États membres veillent à ce que toute nouvelle catégorie ou tout nouveau type de pratique entraînant une exposition à des rayonnements ionisants soient, avant leur première adoption ou leur première approbation, justifiés par leurs avantages économiques, sociaux ou autres par rapport au détriment sanitaire qu'ils sont susceptibles de provoquer.
2. La justification des catégories ou types de pratiques existants peut faire l'objet d'une révision chaque fois que des connaissances nouvelles et importantes concernant leur efficacité ou leurs conséquences sont acquises.
3. Chaque État membre veille, en outre, à ce que:

- a) dans le contexte de l'optimisation, toutes les expositions soient maintenues au niveau le plus faible raisonnablement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociaux;
 - b) sans préjudice de l'article 12, la somme des doses reçues du fait des différentes pratiques ne dépasse pas les limites de dose fixées au présent titre pour les travailleurs exposés, les apprentis, les étudiants et le public.
4. Le principe énoncé au paragraphe 3 point a) s'applique à toutes les expositions aux rayonnements ionisants dues aux pratiques visées à l'article 2 paragraphe 1. Le principe énoncé au paragraphe 3 point b) ne s'applique à aucune des expositions suivantes:
 - a) l'exposition de personnes pour les besoins des diagnostics et traitements médicaux qu'elles subissent;
 - b) l'exposition de personnes qui, en connaissance de cause et de leur plein gré, participent à titre privé au

soutien et au réconfort de patients subissant un diagnostic ou un traitement médical;

- c) l'exposition de volontaires participant à des programmes de recherche médicale et biomédicale.

5. Les États membres n'autorisent ni l'addition intentionnelle de substances radioactives dans la production de denrées alimentaires, de jouets, de parures et de produits cosmétiques, ni l'importation ou l'exportation de tels produits.

Article 7

Contraintes de dose

1. Des contraintes de dose devraient, le cas échéant, être utilisées dans le cadre des efforts visant à assurer l'optimisation de la protection radiologique.
2. Les lignes directrices fixées par chaque État membre en ce qui concerne les procédures qu'il convient d'appliquer aux personnes exposées dans les conditions visées à l'article 6 paragraphe 4 points b) et c) peuvent inclure des contraintes de dose.

CHAPITRE II

LIMITATION DES DOSES

Article 8

Limite d'âge pour les travailleurs exposés

Sans préjudice de l'article 11 paragraphe 2, les personnes de moins de 18 ans ne peuvent être affectées à aucun travail qui en ferait des travailleurs exposés.

Article 9

Limites de dose pour les travailleurs exposés

1. La dose efficace pour les travailleurs exposés est limitée à 100 mSv sur cinq années consécutives, à condition que la dose efficace ne dépasse pas 50 mSv au cours d'une année quelconque. Les États membres peuvent fixer une dose annuelle.
2. Sans préjudice du paragraphe 1:
 - a) la limite de dose équivalente pour le cristallin est de 150 mSv par an;
 - b) la limite de dose équivalente pour la peau est de 500 mSv par an. Cette limite s'applique à la dose moyenne sur toute surface de 1 cm², quelle que soit la surface exposée;
 - c) la limite de dose équivalente pour les mains, les avant-bras, les pieds et les chevilles est de 500 mSv par an.

Article 10

Protection particulière pendant la grossesse et l'allaitement

1. Dès qu'une femme enceinte informe de son état l'entreprise conformément à la législation et/ou aux usages nationaux, la protection de l'enfant à naître est comparable à celle offerte aux citoyens. Les conditions auxquelles est soumise la femme enceinte dans le cadre de son emploi sont donc telles que la dose équivalente reçue par l'enfant à naître soit la plus faible qu'il est raisonnablement possible d'obtenir et qu'il est peu probable que cette dose dépasse 1 mSv pendant au moins le reste de la grossesse.
2. Dès qu'une femme allaitante informe l'entreprise de son état, elle n'est pas affectée à des travaux comportant un risque important de contamination radioactive corporelle.

Article 11

Limites de dose pour les apprentis et les étudiants

1. Pour les apprentis âgés de 18 ans au moins et pour les étudiants âgés de 18 ans au moins qui, dans leurs études, sont amenés à employer des sources, les limites de dose sont égales à celles fixées à l'article 9 pour les travailleurs exposés.
2. Pour les apprentis âgés de 16 à 18 ans et pour les étudiants âgés de 16 à 18 ans qui, dans leurs études, sont amenés à employer des sources, la limite de dose efficace est de 6 mSv par an.

Sans préjudice de cette limite de dose:

- a) la limite de dose équivalente pour le cristallin est de 50 mSv par an;
 - b) la limite de dose équivalente pour la peau est de 150 mSv par an. Cette limite s'applique à la dose moyenne sur toute surface de 1 cm², quelle que soit la surface exposée;
 - c) la limite de dose équivalente pour les mains, les avant-bras, les pieds et les chevilles est de 150 mSv par an.
3. Pour les apprentis et étudiants qui ne relèvent pas des paragraphes 1 et 2, les limites de dose sont égales à celles fixées à l'article 13 pour les citoyens.

Article 12

Expositions sous autorisation spéciale

1. Dans ces circonstances exceptionnelles, exception faite des situations d'urgence radiologique, et à apprécier

29. 6. 96

FR

Journal officiel des Communautés européennes

N° L 159/9

cas par cas, les autorités compétentes peuvent, si des opérations déterminées l'exigent, autoriser qu'un certain nombre de travailleurs désignés nommément subissent des expositions professionnelles individuelles supérieures aux limites de dose indiquées à l'article 9, mais ne dépassant pas les plafonds qu'elles auront fixés spécialement, pour autant que ces expositions soient d'une durée limitée et ne se produisent que dans certaines zones de travail. Les conditions à respecter sont les suivantes:

- a) seuls peuvent être soumis à des expositions sous autorisation spéciale les travailleurs de la catégorie A au sens de l'article 21;
- b) les apprentis, les étudiants, les femmes enceintes et allaitantes, pour lesquelles existe un risque de contamination corporelle en sont exclus;
- c) l'entreprise donne une justification préalable rigoureuse de ces expositions et les examine de façon approfondie avec les travailleurs volontaires, leurs représentants, le médecin agréé, les services agréés de médecine du travail ou l'expert qualifié;
- d) des informations sont préalablement données aux travailleurs concernés sur les risques courus et sur les précautions à prendre pendant l'opération;
- e) toutes les doses consécutives à ces expositions sont enregistrées séparément dans le dossier médical visé à l'article 34, ainsi que dans le dossier individuel visé à l'article 28.

2. Le dépassement des limites de dose par suite d'une exposition sous autorisation spéciale ne constitue pas nécessairement une raison pour exclure le travailleur de

son emploi normal ou l'affecter à un autre emploi sans son consentement.

Article 13

Limites de dose pour les personnes du public

1. Sans préjudice de l'article 14, les limites de dose à respecter pour les personnes du public sont celles fixées aux paragraphes 2 et 3.
2. La limite de dose efficace est de 1 mSv par an. Toutefois, dans des circonstances particulières, une valeur supérieure peut être autorisée pendant une année quelconque et pour autant que la moyenne sur cinq années consécutives ne dépasse pas 1 mSv par an.
3. Sans préjudice du paragraphe 2:
 - a) la limite de dose équivalente pour le cristallin est de 15 mSv par an;
 - b) la limite de dose équivalente pour la peau est de 50 mSv par an en valeur moyenne pour toute surface de 1 cm² de peau, quelle que soit la surface exposée.

Article 14

Exposition de la population dans son ensemble

Chaque État membre prend des mesures suffisantes pour faire en sorte que la contribution de chaque pratique à l'exposition de la population dans son ensemble soit maintenue au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu des facteurs économiques et sociaux.

Le total de toutes ces expositions est évalué périodiquement.

TITRE V

ESTIMATION DE LA DOSE EFFICACE

Article 15

Pour l'estimation de la dose efficace et de la dose équivalente, il est fait usage des valeurs et corrélations visées au présent titre. Les autorités compétentes peuvent autoriser le recours à des méthodes équivalentes.

Article 16

Sans préjudice de l'article 15:

- a) en cas d'irradiation externe, les valeurs et corrélations indiquées à l'annexe II sont utilisées pour estimer les doses efficaces et équivalentes correspondantes;
- b) en cas d'exposition interne provoquée par un radionucléide ou un mélange de radionucléides, les valeurs et corrélations indiquées aux annexes II et III peuvent être utilisées pour estimer les doses efficaces.

CHAPITRE IV

TÂCHES DES ÉTATS MEMBRES À L'ÉGARD DE
LA PROTECTION DES TRAVAILLEURS EXPOSÉS

Article 38

1. Chaque État membre crée un ou plusieurs systèmes d'inspection pour faire respecter les dispositions adoptées en application de la présente directive et pour lancer des opérations de surveillance et des interventions chaque fois que cela est nécessaire.

2. Chaque État membre exige que les travailleurs aient, à leur demande, accès aux résultats relatifs à leur surveillance individuelle, y compris aux résultats de mesures qui ont pu être utilisées pour les estimations les concernant, ou aux résultats des évaluations de dose faites à partir des mesures réalisées sur le lieu de travail.

3. Chaque État membre prend les dispositions nécessaires pour valider la compétence:

- des médecins agréés,
- des services agréés de la médecine du travail,
- des services de dosimétrie agréés,
- des experts qualifiés.

À cet effet, il veille à la formation de ces spécialistes.

4. Chaque État membre exige que les moyens nécessaires à une radioprotection appropriée soient mis à la disposition des services responsables. Un service spécialisé de radioprotection, à distinguer des services de production et des services opérationnels s'il s'agit d'un service

interne, habilité à effectuer des tâches de radioprotection et à fournir des conseils spécifiques, est requis pour les installations pour lesquelles les autorités compétentes le jugent nécessaire. Ce service peut être commun à plusieurs installations.

5. Chaque État membre facilite l'échange entre les autorités compétentes, entre les médecins agréés, entre les services agréés de la médecine du travail, entre les experts qualifiés ou entre les services de dosimétrie agréés au sein de la Communauté européenne, de tout renseignement utile concernant les doses reçues antérieurement par un travailleur, afin d'effectuer l'examen préalable à l'embauche ou à la classification en tant que travailleur de la catégorie A, prescrit par l'article 31, et de contrôler l'exposition ultérieure des travailleurs.

CHAPITRE V

PROTECTION OPÉRATIONNELLE DES APPRENTIS ET
DES ÉTUDIANTS

Article 39

1. Les conditions d'exposition et la protection opérationnelle des apprentis et des étudiants âgés de 18 ans ou plus visés à l'article 11 paragraphe 1 sont équivalentes à celles des travailleurs exposés de la catégorie A ou B, selon le cas.

2. Les conditions d'exposition et la protection opérationnelle des apprentis et des étudiants âgés de 16 à 18 ans visés à l'article 11 paragraphe 2 sont équivalentes à celles des travailleurs exposés de la catégorie B.

TITRE VII

AUGMENTATION NOTABLE DE L'EXPOSITION DUE AUX SOURCES NATURELLES
DE RAYONNEMENT

Article 40

Application

1. Le présent titre s'applique aux activités professionnelles non couvertes par l'article 2 paragraphe 1 au cours desquelles la présence de sources naturelles de rayonnement entraîne une augmentation notable de l'exposition des travailleurs ou des personnes du public, non négligeable du point de vue de la protection contre les rayonnements.

2. Chaque État membre veille à ce que soient identifiées, à l'aide de relevés ou par tout autre moyen approprié, les activités professionnelles susceptibles d'être concernées. Il s'agit notamment:

a) d'activités professionnelles pendant lesquelles les travailleurs et, le cas échéant, les personnes du public sont exposés à des produits de filiation du thoron ou

du radon, au rayonnement gamma ou à toute autre exposition sur des lieux de travail tels que les établissements thermaux, les grottes, les mines, les lieux de travail souterrains et les lieux de travail en surface dans des zones déterminées;

- b) d'activités professionnelles impliquant l'emploi ou le stockage de matières, non considérées habituellement comme radioactives, mais qui contiennent naturellement des radionucléides, provoquant une augmentation notable de l'exposition des travailleurs et, le cas échéant, des personnes du public;
- c) d'activités professionnelles entraînant la production de résidus, non considérés habituellement comme radioactifs, mais qui contiennent naturellement des radionucléides provoquant une augmentation notable de l'exposition des personnes du public et, le cas échéant, des travailleurs;
- d) de l'exploitation d'avions.

29. 6. 96

FR

Journal officiel des Communautés européennes

N° L 159/15

3. Les articles 41 et 42 s'appliquent dans la mesure où les États membres ont déclaré que les expositions aux sources naturelles de rayonnement dues aux activités professionnelles identifiées conformément au paragraphe 2 devaient faire l'objet d'une attention particulière et devaient être soumises à contrôle.

Article 41

Protection contre l'exposition aux sources naturelles terrestres de rayonnement

Pour chaque activité professionnelle déclarée concernée par les États membres, ceux-ci exigent la mise en place de dispositifs appropriés pour la surveillance de l'exposition et, selon les besoins:

- a) la mise en œuvre d'actions correctives destinées à réduire l'exposition conformément à l'ensemble des dispositions du titre IX ou à certaines d'entre elles;
- b) l'application de mesures de protection contre les rayonnements conformément à l'ensemble des dispositions des titres III, IV, V, VI et VIII ou à certaines d'entre elles.

Article 42

Protection du personnel navigant

Chaque État membre prend les dispositions nécessaires pour que les entreprises exploitant des avions prennent en compte l'exposition au rayonnement cosmique du personnel navigant susceptible de subir une exposition supérieure à 1 mSv par an. Les entreprises prennent les mesures appropriées, afin notamment:

- d'évaluer l'exposition du personnel concerné,
- de tenir compte de l'exposition évaluée pour l'organisation des programmes de travail, en vue de réduire les doses du personnel navigant fortement exposé,
- d'informer les travailleurs concernés des risques pour la santé que leur travail comporte,
- d'appliquer l'article 10 au personnel navigant féminin.

TITRE VIII

MISE EN ŒUVRE DE LA RADIOPROTECTION POUR LA POPULATION EN SITUATION NORMALE

Article 43

Principes fondamentaux

Chaque État membre instaure les conditions nécessaires pour assurer la meilleure protection possible de la population, sur la base des principes énoncés à l'article 6, et pour appliquer les principes fondamentaux régissant la protection opérationnelle de la population.

Article 44

Conditions d'autorisation des pratiques impliquant un risque de rayonnement ionisant pour la population

On entend par protection opérationnelle de la population en situation normale au regard des pratiques soumises à autorisation préalable, l'ensemble des dispositions et contrôles qui servent à dépister et à éliminer les facteurs qui, au cours d'une opération quelconque entraînant une exposition aux rayonnements ionisants, sont susceptibles de créer pour la population un risque d'exposition non négligeable du point de vue de la protection contre les rayonnements. Cette protection comporte l'exécution des tâches suivantes:

- a) l'examen et l'approbation, du point de vue de la radioprotection, des projets d'installations comportant un risque d'exposition ainsi que des sites envisagés pour l'implantation de ces installations sur le territoire concerné;

- b) la réception des installations nouvelles de ce genre, après vérification qu'elles offrent une protection suffisante contre toute exposition ou contamination radioactive susceptible de déborder de leur périmètre, avec prise en compte, s'il y a lieu, des conditions démographiques, météorologiques, géologiques, hydrologiques et écologiques;
- c) examen et approbation des projets de rejet d'effluents radioactifs.

Ces tâches sont exécutées conformément aux règles fixées par les autorités compétentes en fonction du degré de risque d'exposition impliqué.

Article 45

Estimation des doses auxquelles la population est soumise

Les autorités compétentes:

- a) veillent à ce que les doses résultant des pratiques visées à l'article 44 soient estimées de façon aussi réaliste que possible pour l'ensemble de la population et pour les groupes de référence de celle-ci, en tous lieux où de tels groupes peuvent exister;
- b) fixent la fréquence des évaluations et prennent toutes les dispositions nécessaires pour identifier les groupes de référence de la population en tenant compte des

N° L 159/16

FR

Journal officiel des Communautés européennes

29. 6. 96

voies effectives de transmission des substances radioactives;

- c) veillent à ce que, compte tenu des risques radiologiques, les estimations des doses auxquelles la population est soumise incluent les opérations suivantes:
- l'évaluation des doses dues à l'irradiation externe, avec indication, le cas échéant, de la qualité des rayonnements en cause,
 - l'évaluation de l'incorporation de radionucléides, avec indication de leur nature et, au besoin, de leurs états physique et chimique, et détermination de l'activité et des concentrations de ces radionucléides,
 - l'évaluation des doses que les groupes de référence de la population sont susceptibles de recevoir, avec indication des caractéristiques de ces groupes;
- d) imposent la conservation des documents relatifs aux mesures de l'exposition externe, aux estimations des incorporations de radionucléides et de la contamination radioactive ainsi qu'aux résultats de l'évaluation des doses reçues par les groupes de référence et par la population.

Article 46

Inspection

En ce qui concerne la protection sanitaire de la population, chaque État membre crée un système d'inspection

afin de faire respecter les dispositions adoptées conformément à la présente directive et de lancer des opérations de surveillance dans le domaine de la radioprotection.

Article 47

Responsabilités des entreprises

1. Chaque État membre impose à l'entreprise responsable de pratiques visées à l'article 2 de les mettre en œuvre en respectant les principes de protection sanitaire de la population dans le domaine de la radioprotection et, en particulier, d'accomplir les tâches suivantes au sein de ses installations:

- a) atteindre et maintenir un niveau optimal de protection de l'environnement et de la population;
- b) contrôler l'efficacité des dispositifs techniques de protection de l'environnement et de la population;
- c) réceptionner, du point de vue de la surveillance de la radioprotection, le matériel et les procédures de mesure ou d'évaluation, selon le cas, de l'exposition et de la contamination radioactive de l'environnement et de la population;
- d) étalonner périodiquement les instruments de mesure et vérifier périodiquement qu'ils sont en bon état et utilisés correctement.

2. Des experts qualifiés ainsi que, le cas échéant, le service spécialisé de radioprotection prévu à l'article 38 paragraphe 4 sont chargés de l'exécution de ces tâches.

TITRE IX

INTERVENTIONS

Article 48

Application

1. Le présent titre s'applique aux interventions en cas de situation d'urgence radiologique ou en cas d'exposition durable résultant des suites d'une situation d'urgence radiologique ou de l'exercice d'une pratique ou d'une activité professionnelle passée ou ancienne.

2. La mise en œuvre et le périmètre de toute intervention sont considérés dans le respect des principes suivants:

- une intervention n'est entreprise que si la réduction du détriment d'origine radiologique est suffisante pour justifier les préjudices et les coûts, y compris les coûts sociaux, liés à l'intervention,
- le type, l'ampleur et la durée de l'intervention sont optimisés afin que le bénéfice correspondant à la réduction du détriment sanitaire, déduction faite du détriment lié à l'intervention, soit maximal,

- les limites de dose fixées aux articles 9 et 13 ne s'appliquent pas en cas d'intervention; toutefois, les niveaux d'intervention établis en application de l'article 50 paragraphe 2 constituent des indications sur les situations dans lesquelles une intervention est appropriée; en outre, dans les cas d'une exposition à long terme visée à l'article 53, les limites de dose fixées à l'article 9 devraient normalement être appropriées pour les travailleurs participant à des interventions.

Section 1

Intervention en cas de situation d'urgence radiologique

Article 49

Expositions potentielles

Lorsqu'il y a lieu, les États membres exigent:

- que soit envisagée l'éventualité de situations d'urgence radiologique résultant de l'exercice de pratiques sou-

Annexe C. Courrier de l'IPSN à la Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques



Le Directeur

IPSN/97- 1374

Fontenay aux Roses, le 6 MAI 1997

Monsieur le Directeur de la Prévention
des Pollutions et des Risques
Délégué aux Risques Majeurs
Ministère de l'Environnement
20, avenue de Ségur
75302 PARIS 07 SP

Réf. :

Objet : Stockage de résidus de traitement de minerais d'uranium

L'IPSN a été amené à réaliser, au cours des dernières années, trois expertises concernant des stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium. Ces expertises ont montré qu'il est possible de mettre en oeuvre des dispositions permettant d'obtenir un niveau de sûreté démontré de façon satisfaisante pour une période d'une dizaine (ou quelques dizaines d'années), moyennant une surveillance adaptée.

Toutefois, les résultats de ces expertises me conduisent à estimer souhaitable que soit menée dès à présent une réflexion portant sur le devenir à moyen et long termes de ces stockages, en tenant compte des spécificités des différents stockages existants.

Cette réflexion devrait bien entendu être menée en concertation étroite entre les différentes parties concernées (exploitants, organismes réglementaires et organismes d'expertise technique). Aussi, je vous suggère la mise en place -en liaison avec le ministère de l'industrie, responsable du règlement général des industries extractives-, d'un groupe de travail comprenant des représentants de ces différentes parties, chargé d'élaborer des éléments de doctrine sur les questions soulevées par le devenir à moyen et long termes des stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium. Pour sa part, l'IPSN est prêt à participer activement aux travaux correspondants.

Je rappelle à cet égard que, lors d'une récente réunion du Conseil Supérieur de la Sûreté et de l'information Nucléaires, certains membres de ce conseil ont, à l'occasion d'une discussion sur les déchets de très faible activité, émis le voeu que la question des stockages des résidus de traitement de minerais d'uranium y soit prochainement discutée.



Michel LIVOLANT



B.P. 6 - 92065 FONTENAY-AUX-ROSES CEDEX FRANCE
Télex: SURIN 270049 F - Tél. standard: 01.46.54.70.00

Tel: 01.46.54.70.09
Fax: 01.46.54.55.11

26-05-1997 17:09 +33 1 46 54 72 90

P. 02

RÉFÉRENCES : DPRE/SERGD/ 99-42

Annexe D. Convocation de la DPPR à la première réunion du groupe de travail

République Française



MINISTÈRE DE
L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
ET DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION DE LA PRÉVENTION DES
POLLUTIONS ET DES RISQUES

Service de l'environnement industriel
Bureau de la pollution des sols et de l'énergie

Affaire suivie par : Bruno SAUVALLE
Ligne directe : 01 42 19 14 74
N.Réf. : DPPR/SEI/BPSE/BS/MB
(MINERAJ)

Paris, le 28 OCT. 1997

97 - 473

Le directeur de la prévention
des pollutions et des risques

à

Messieurs les destinataires in
fine

Objet : stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium

L'IPSN a été amené à réaliser, au cours des dernières années, des expertises concernant des stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium.

Celles-ci ont montré qu'il est possible de mettre en oeuvre des dispositions permettant d'obtenir un niveau de sûreté démontré de façon satisfaisante pour une période de quelques dizaines d'années, moyennant une surveillance adaptée.

Toutefois, les résultats de ces expertises me conduisent à estimer souhaitable que soit menée une réflexion portant sur le devenir à moyen et long termes de ces stockages, en tenant compte des spécificités des différents stockages existants.

.../...

20, Avenue de Ségur 75302 Paris 07 SP
Tél. 01 42 19 20 21 - Télécopieur 01 42 19 14 67

2

Afin d'examiner les modalités d'élaboration d'éléments de doctrine dans ce domaine, je vous saurais gré de participer ou de vous faire représenter à une réunion qui se tiendra le

18 novembre 1997 à 15 heures
en salle A 26 au sous-sol
Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement
20 avenue de Ségur
75007 PARIS

Le directeur de la prévention
des pollutions et des risques,
délégué aux risques majeurs

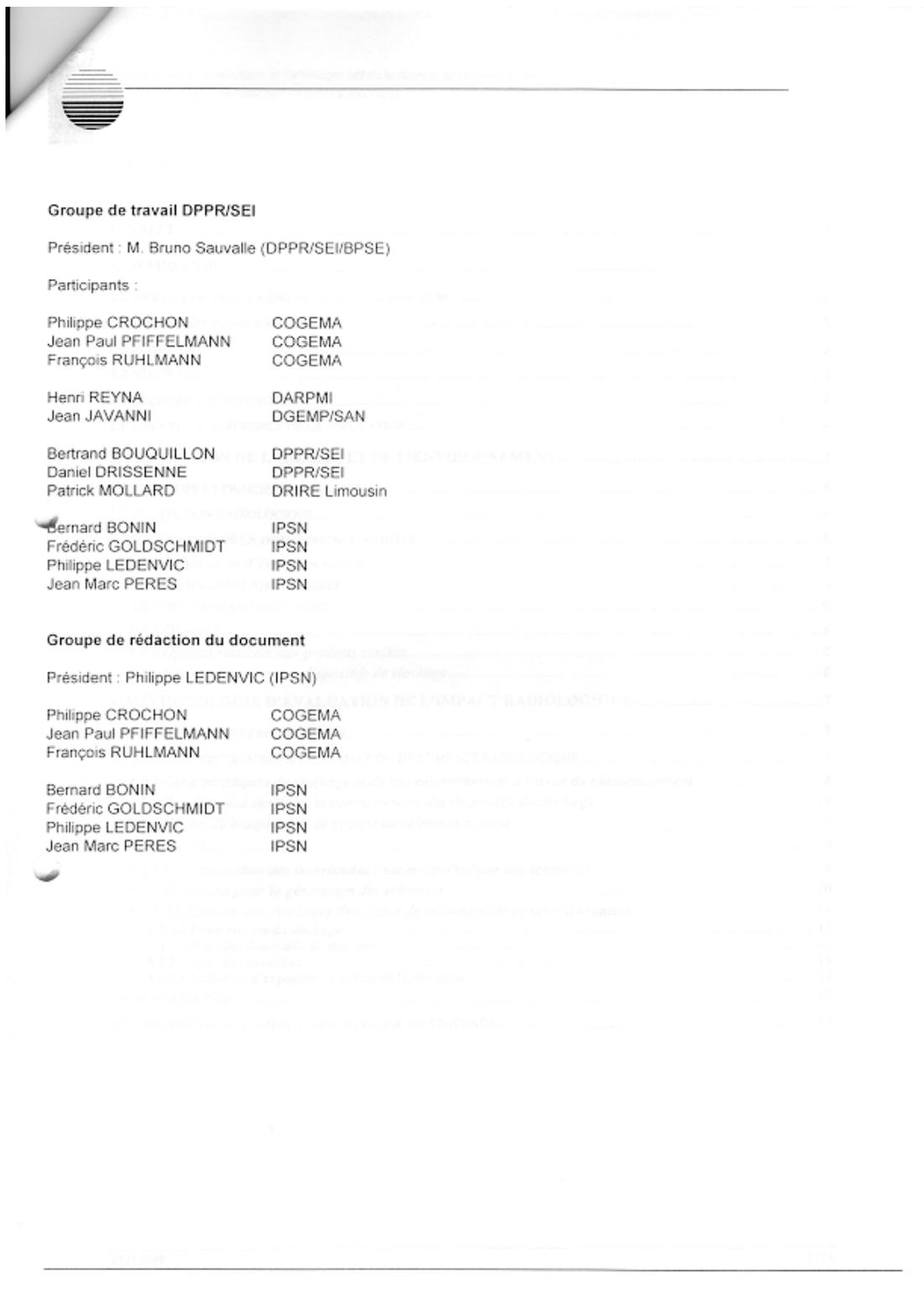


Philippe VESSERON

Destinataires :

COGEMA : M. LAURENT
DGEMP : M. KAHN
DGS : M. PIECHOWSKI
DRIRE Limousin
DRIRE Midi Pyrénées
IPSN : M. LEDENVIC

Annexe E. Participants au groupe de travail IPSN/COGEMA



Annexe F. Courrier d'envoi de la version validée du texte de doctrine

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT DE PROTECTION ET DE SURETE NUCLEAIRE

Le Directeur

IPSN/99- 8 4

Fontenay-aux-Roses, le 11 janvier 1999

Monsieur le Directeur de la Prévention de la
Pollution et des RisquesMinistère de l'Aménagement du Territoire
et de l'Environnement
20, avenue de Ségur
75302 PARIS 07 SP**Objet :** Stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium**Référence :** Votre lettre 97-479 du 28 octobre 1997

Suite à votre lettre citée en référence, un groupe de travail animé par M. Bruno Sauvalle, regroupant des ingénieurs de votre direction, de la COGEMA et de l'IPSN, a élaboré, sur proposition de l'IPSN, un projet de texte visant à présenter des éléments de doctrine dans le domaine du stockage des résidus de traitement de minerais d'uranium.

Vous trouverez, en pièce jointe, le projet de texte résultant des travaux du groupe. Il me semble qu'il serait maintenant intéressant qu'intervienne une discussion plus large, notamment pour vérifier la cohérence des éléments de doctrine concernant les stockages de résidus miniers avec ceux concernant d'autres stockages de déchets ; à ce titre, le groupe permanent chargé des installations de stockage à long terme des déchets radioactifs placé auprès du directeur de la sûreté des installations nucléaires pourrait être utilement consulté.

Il m'apparaît par ailleurs que des compléments pourraient être apportés au projet de texte concernant l'approche générale de sûreté relative aux stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium, y compris la surveillance institutionnelle et l'instauration de servitudes.

D. Quéniart

p/ Michel LIVOLANT

77-83, avenue du Général-de-Gaulle - 92140 CLAMART
B.P. 6 - 92285 FONTENAY-AUX-ROSES Cedex FRANCE
Tél : (33) 01 46 54 76 76

Annexe G. Extrait du compte rendu de la dernière réunion DPPR



**MINISTÈRE DE
L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
ET DE L'ENVIRONNEMENT**

République Française

Paris, le

**DIRECTION DE LA PREVENTION DES
POLLUTIONS ET DES RISQUES**

Service de l'environnement industriel
Bureau de la pollution des sols et de l'énergie
Affaire suivie par : Bertrand BOUQUILLON
Ligne directe : 01 42 19 14 78
N.Réf. : DPPR/SEI/BPSE/BBC05

**REAMENAGEMENTS DES STOCKAGES DE RESIDUS DE TRAITEMENT DES
MINERAIS D'URANIUM**

**COMPTE RENDU DE LA REUNION DU 02 AVRIL 1999 A 14 H 30
AU MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT
20 avenue de Ségur à Paris**

Sous la présidence de M. Bruno SAUVALLE, étaient réunis :

- | | |
|-------------------|------------------|
| MM. P. CROCHON | (COGEMA) |
| J.-L. DAROUSSIN | “ |
| J.-P. PFIFFELMANN | “ |
| F. RUHLMANN | “ |
| B. BONIN | (IPSN) |
| F. GOLDSCHMIDT | “ |
| J.-M. PERES | “ |
| P. MOLLARD | (DRIRE LIMOUSIN) |
| B. BOUQUILLON | (DPPR/SEI) |

---oo0oo---

M. SAUVALLE ouvre la réunion en demandant à l'ensemble des participants s'ils ont des remarques complémentaires sur le texte de doctrine, en matière de réaménagement des stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium, transmis par l'IPSN par courrier du 11 janvier 1999 à la DPPR.

Aucune remarque particulière n'est apportée et ce texte de doctrine est donc validé.

*20, Avenue de Ségur 75302 Paris 07 SP
Tél. 01 42 19 20 21 - Télécopieur 01 42 19 14 67*

Annexe H. Lettre circulaire de DPPR destinée aux préfets des régions concernées

République Française



DIRECTION DE LA PREVENTION DES POLLUTIONS ET DES RISQUES

Paris, le 27 MAI 1999

Service de l'environnement industriel
Bureau de la pollution des sols et de l'énergie
Affaire suivie par : Bertrand BOUQUILLON
Ligne directe : 01 42 19 14 78
N.Réf. : DPPR/SEL/BPSE/BBS97

99 - 332

La ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement

à

Messieurs les préfets

- de l'AVEYRON
- du CANTAL
- de la CREUSE
- de l'HERAULT
- de la LOIRE
- de la LOIRE-ATLANTIQUE
- de la LOZERE
- du PUY-DE-DOME
- du HAUT-RHIN
- de la SAÔNE-ET-LOIRE
- des DEUX-SEVRES
- de la VENDEE
- de la HAUTE-VIENNE

OBJET : installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)
stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium

P.J. : rapport relatif à la doctrine en matière de réaménagement des stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium

Les anciennes installations d'extraction et de traitement de minerais d'uranium ont engendré d'importantes quantités de résidus de traitement de minerais faiblement radioactifs et leur démantèlement produit des déchets divers très faiblement radioactifs.

Il convient de veiller à ce que ces résidus soient éliminés dans le respect de la réglementation. Les stockages de ces résidus de traitement de minerais d'uranium sont soumis à la législation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement et il convient de les réaménager et de les surveiller dans un souci de garantie de la protection de l'homme et de l'environnement.

20, Avenue de Ségur 75302 Paris 07 SP
Tél. 01 42 19 20 21 - Télécopieur 01 42 19 14 67

26/05/99 17:38 F8: 24

MIN ENU DPPR

Fax émis par : 33 142191467

RÉFÉRENCES : DPPE / 98-[Tapez ici le n° du rapport]

Vous trouverez ci-joint, en annexe, une liste de sites miniers liés à l'extraction de minerais d'uranium et contenant des déchets radioactifs. Je vous saurais gré de bien vouloir me faire un point sur ceux de votre département, en indiquant notamment, pour chacun d'entre-eux, l'état d'avancement des démarches de remise en état, le calendrier prévisionnel et les mesures de surveillance qui ont été prises.

Afin de vous assister dans votre démarche vis à vis de ces sites, je vous prie de trouver ci-joint un rapport élaboré par l'Institut de protection et de sûreté nucléaire (IPSN), développant la méthodologie applicable pour l'appréciation des impacts des stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium.

J'appelle notamment votre attention sur les points suivants.

Le respect du principe d'optimisation de la radioprotection et les quantités importantes de déchets produits font que le confinement des déchets, tel qu'il est envisagé dans cette note, apparaît très généralement comme la meilleure solution pour les résidus miniers.

Ce rapport s'attache principalement aux considérations et impacts radiologiques. Il est noté cependant l'importance que revêtent les préoccupations non radiologiques : on peut citer, à titre d'exemple, la nécessité de la bonne tenue des digues de rétention et de leur surveillance, avec notamment le suivi de leur évolution dans le temps et, le cas échéant, leur renforcement.

Il sera fait également, à chaque fois que cela est nécessaire et en application de l'article 7-5 de la loi N° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, usage de servitudes d'utilité publique sur ces sites de stockages, afin d'éviter qu'un changement d'utilisation du site puisse compromettre l'efficacité du dispositif de stockage ou augmente significativement les expositions des personnes vivant à proximité.

En précision du rapport ci-joint, je tiens à rappeler, sur le plan de l'impact radiologique, qu'en situation normale, la réglementation est la suivante : les personnes du groupe de référence ne doivent pas être exposées du fait de l'ensemble des activités industrielles en fonctionnement normal à une dose efficace ajoutée supérieure à la limite annuelle réglementaire, ce critère pouvant être exigé sur la période d'efficacité du stockage démontrée par l'exploitant et dont il est question dans le rapport ci-joint. Cette limite réglementaire est fixée à 1 mSv/an pour le public par la directive 96/29/Euratom du Conseil européen relative aux normes de base de la radioprotection. En tout état de cause et en vertu du principe de l'optimisation, l'exposition doit être, quoiqu'il en soit, maintenue au niveau le plus faible raisonnablement possible, compte-tenu des facteurs économiques et sociaux.

Les cinq autres situations données par ce rapport, dites scénarios altérés, ont pour objectif, notamment dans le cadre du dossier de remise en état, l'appréciation de la gravité des incidents hypothétiques afin d'optimiser les mesures complémentaires qu'il convient de prendre.

J'appelle votre attention sur l'intérêt, en règle générale et en particulier pour le suivi de ces stockages de résidus radioactifs, que représentent la diversité des expertises et une information claire du public.

Pour la ministre,
Le directeur de la prévention
des pollutions et des risques
délégué aux risques majeurs

Philippe VESSERON

ANNEXELISTE DE SITES MINERS LIES A L'EXTRACTION DE MINERAL D'URANIUM
ET CONTENANT DES DECHETS RADIOACTIFS

- BAUZOT à Issy-l'Evêque - les Theurots en SAÔNE-ET-LOIRE
- BELLEZANE à Bessines-sur-Gartempe dans la HAUTE-VIENNE
- BERTHOLENE à Bertholene dans l'AVEYRON
- BOIS NOIRS-LIMOUZAT à Saint-Priest-la-Prugne dans la LOIRE
- BRUGEAUD à Bessines-sur-Gartempe dans la HAUTE-VIENNE (mine à ciel ouvert + verses)
- FANAY à Saint-Sylvestre dans la HAUTE-VIENNE
- GUEUGNON à Gueugnon en SAÔNE-ET-LOIRE
- JOUAC au Bernardan dans la HAUTE-VIENNE
- LA COMMANDERIE aux Treize-Vents en VENDEE et au Temple dans les DEUX-SEVRES
- LA RIBIERE à Domeyrot dans la CREUSE
- LAVAUGRASSE à Bessines-sur-Gartempe dans la HAUTE-VIENNE
- LE CELLIER à Saint-Jean-la-Fouillouse en LOZERE
- L'ECARPIERE à Getigne en LOIRE-ATLANTIQUE
- LODEVE au Bosc dans l'HERAULT
- MARGNAC-PENY à Compreignac dans la HAUTE-VIENNE
- MONTMASSACROT à Bessines-sur-Gartempe dans la HAUTE-VIENNE
- ROPHIN à Lachaux dans le PUY-DE-DOME
- SAINT-PIERRE-DU-CANTAL à Saint-Pierre-du-Cantal dans le CANTAL
- TEUFELSLOCH à Saint-Hippolyte dans le HAUT-RHIN

Annexe I. Doctrine en matière de stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium

La version française de la doctrine a été validée par le groupe de travail IPSN/COGEMA, puis par l'IPSN et le groupe de travail DPPR avant d'être diffusée aux préfets des régions concernées.

La version anglaise associée a été réalisée ultérieurement.

**Doctrines en matière de
réaménagement des stockages de
résidus de traitement de minerai
d'uranium**

Groupe de travail du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de
l'Environnement

Groupe de travail du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement
 Stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium

Sommaire

1. OBJET	3
2. DEFINITIONS	3
2.1 RESIDUS DE TRAITEMENT DE MINERAI D'URANIUM	3
2.2 DISPOSITIFS DE STOCKAGE	3
2.3 BIOSPHERE	3
2.4 STOCKAGE	4
2.5 SCENARIOS D'EXPOSITION	4
2.6 GROUPE DE REFERENCE DE LA POPULATION	4
3. PROTECTION DE L'HOMME ET DE L'ENVIRONNEMENT	4
3.1 OBJECTIFS ET PRINCIPES GENERAUX	4
3.2 PROTECTION RADIOLOGIQUE	4
3.3 EVALUATION DE LA DOSE EFFICACE AJOUTEE	5
3.3.1 <i>En situation d'évolution normale</i>	5
3.3.2 <i>En situations hypothétiques</i>	5
3.4 OPTIONS DE REAMENAGEMENT	6
3.4.1 <i>Objectifs</i>	6
3.4.2 <i>Options relatives aux produits stockés</i>	6
3.4.3 <i>Options relatives aux dispositifs de stockage</i>	6
4. METHODOLOGIE D'EVALUATION DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE	7
4.1 CONSIDERATIONS PRELIMINAIRES	7
4.2 DONNEES NECESSAIRES A L'EVALUATION DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE	7
4.2.1 <i>Caractéristiques du stockage et de son environnement à l'issue du réaménagement</i>	8
4.2.2 <i>Résultats des contrôles et comportement des dispositifs de stockage</i>	8
4.2.3 <i>Notion de biosphère et de groupe de référence associé</i>	9
4.3 SCENARIOS	9
4.3.1 <i>Caractérisation des incertitudes : nécessité d'utiliser des scénarios</i>	9
4.3.2 <i>Démarche pour la génération des scénarios</i>	10
4.3.3 <i>Application aux stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium</i>	11
4.3.3.1 <i>Phases de vie du stockage</i>	11
4.3.3.2 <i>Etats des dispositifs de stockage</i>	11
4.3.3.3 <i>Activités humaines</i>	11
4.3.3.4 <i>Scénarios d'exposition résultant de la démarche</i>	12
4.4 MODELISATION	12
4.5 EVALUATION DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE DU STOCKAGE	13

1. Objet

L'objet de ce document est de présenter les options actuelles de réaménagement d'un stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium ainsi que les principes et les méthodes permettant d'en apprécier l'efficacité afin de garantir la protection de l'homme et de l'environnement.

Sans préjudice de la réglementation nationale existante, ce document prend en compte les prescriptions de la directive européenne 96/29/Euratom du 13 mai 1996 ainsi que les recommandations émises par les organisations internationales techniquement compétentes : Commission internationale de protection radiologique (C.I.P.R.), agence internationale de l'énergie atomique (A.I.E.A.), agence de l'énergie nucléaire de l'organisation de coopération et de développement économique (O.C.D.E.). Il reprend également les réflexions menées entre les autorités, COGEMA et l'IPSN, dans le cadre du groupe de travail constitué sur ce thème.

2. Définitions

2.1 Résidus de traitement de minerai d'uranium

Les résidus de traitement de minerai d'uranium sont constitués par l'ensemble des produits résiduels solides et liquides résultant du traitement mécanique puis chimique d'extraction de l'uranium. Suivant le procédé de traitement appliqué, ces résidus solides radioactifs ont les formes suivantes :

- sables argileux généralement en pulpe pour la lixiviation dynamique acide ou basique des minerais;
- blocs bruts hétérogranulaires ou blocs calibrés pour les minerais concassés traités par lixiviation statique acide ;

Leur sont annexés :

- les boues résiduaires de traitement chimique des effluents liquides avant rejet;
- les produits de démantèlement des installations minières et de traitement des minerais.

2.2 Dispositifs de stockage

On entend par dispositifs de stockage :

- les réceptacles d'accueil existants ou créés;
- les digues de rétention filtrantes et drainées en sable ou en terre et enrochement;
- la couverture finale constituée de matériaux solides ou sous forme de lame d'eau;
- les drains de protection et de collecte sélective des eaux;
- les procédés de stabilisation chimique des résidus de traitement.

2.3 Biosphère

La biosphère est constituée de la partie de l'environnement proche du stockage facilement accessible aux activités de l'homme et susceptible d'être une voie de transfert des polluants entraînant une exposition interne par inhalation, ingestion, ou une exposition externe.

Elle comprend :

- les eaux souterraines et de surface susceptibles d'avoir été affectées par le stockage ;
- les sols susceptibles d'être irrigués ou inondés par ces eaux ;
- la production végétale ou animale destinée à la consommation humaine ;
- l'atmosphère.

2.4 Stockage

Le stockage correspond à la zone dédiée au dépôt des résidus de traitement de minerai d'uranium et des produits annexés. Il comprend les produits stockés et les dispositifs de stockage.

2.5 Scénarios d'exposition

Un scénario d'exposition représente un ensemble d'hypothèses réalistes décrivant une situation d'exposition de l'homme dans son environnement à des polluants provenant du stockage. Un scénario présente les données de base nécessaires à l'évaluation d'un impact.

Pour un stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium, on retient :

- une situation initiale connue ou estimée correspondant à l'état du stockage avant son exploitation industrielle ;
- une situation dite actuelle correspondant à l'état du stockage et de son environnement à l'issue des travaux de réaménagement ;
- des situations futures basées sur des évolutions normales et hypothétiques du stockage.

2.6 Groupe de référence de la population

Groupe homogène comprenant des individus dont l'exposition à une source est assez uniforme et représentative de celle des individus qui, parmi la population, sont plus particulièrement exposés à ladite source. La localisation, la composition, la taille et les modes de vie d'un groupe de référence sont choisis de façon réaliste pour une situation donnée.

3. Protection de l'homme et de l'environnement

3.1 Objectifs et principes généraux

Le réaménagement d'un site de stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium a pour objectif la protection durable des personnes et de l'environnement.

Les options retenues pour le réaménagement d'un stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium doivent permettre de limiter l'impact radiologique et chimique actuel à des niveaux aussi faibles qu'on puisse raisonnablement atteindre par les meilleures techniques disponibles et à un coût économiquement acceptable.

Il convient de s'assurer de l'efficacité des réaménagements dans toutes les situations futures à retenir. On supposera la constance des caractéristiques de l'homme : sensibilité aux rayonnements, habitudes alimentaires, conditions de vie et de travail.

3.2 Protection radiologique

L'évaluation de l'impact radiologique du stockage des résidus de traitement de minerai d'uranium est basée sur la détermination de la dose efficace ajoutée résultant de l'exposition du groupe de référence.

Groupe de travail du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement
Stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium

La dose efficace ajoutée correspond à la différence entre la dose efficace estimée actuelle ou future et la dose efficace estimée de la situation initiale.

Les personnes du groupe de référence ne doivent pas être exposées du fait de l'ensemble des activités industrielles en situation d'évolution normale à une dose efficace ajoutée supérieure à la limite annuelle réglementaire (soit 5 mSv/an selon le décret 66-450 du 20 juin 1966 modifié par le décret 88-521 du 18 avril 1988 et le décret 90-222 du 9 mars 1990 et 1 mSv en moyenne annuelle sur 5 ans selon la directive 96/29 Euratom du 13 mai 1996).

Par application du principe d'optimisation l'exploitant veillera à ce que l'impact radiologique soit maintenu au niveau le plus faible raisonnablement possible compte tenu des facteurs économiques et sociaux.

3.3 Evaluation de la dose efficace ajoutée

La dose efficace ajoutée est évaluée à l'issue du réaménagement ainsi que pour les expositions pouvant résulter de l'évolution normale du stockage et les expositions potentielles susceptibles de résulter d'événements aléatoires (situations hypothétiques de probabilité d'occurrence non négligeable) pouvant perturber cette évolution normale.

3.3.1 En situation d'évolution normale.

L'évolution normale du comportement du stockage (dispositifs de stockage et produits stockés), de la circulation des eaux souterraines et de surface, ainsi que du transfert éventuel des radionucléides seront appréciés par l'utilisation de modèles dont on vérifiera l'adaptation en fonction de l'expérience acquise.

Des estimations quantifiées des valeurs de dose efficace ajoutée devront être faites de façon à vérifier que le relâchement estimé des radionucléides ne conduise pas à une valeur de dose efficace ajoutée inacceptable. Les résultats des prévisions devront être présentés avec leurs incertitudes.

La période d'efficacité des dispositifs de stockage doit être évaluée au regard des problèmes de stabilité géotechnique, sur la base des données existantes à l'issue du réaménagement et celles obtenues pendant la surveillance du stockage. Cette efficacité doit au minimum être garantie sur une durée de 300 ans et reposer sur les meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable. Une période de 1000 ans paraît envisageable, compte tenu des performances que l'on peut attendre des meilleures techniques d'ingénierie disponibles.

Au-delà de la période d'efficacité démontrée des dispositifs de stockage, les incertitudes sur l'évolution du stockage augmentent progressivement avec le temps. Les estimations de dose devront être alors complétées par des appréciations qualitatives des facteurs d'évolution des dispositifs de stockage et des produits stockés.

3.3.2 En situations hypothétiques.

Les situations hypothétiques prennent en compte certains événements aléatoires, d'origine naturelle ou associés à des actions humaines, pouvant perturber l'évolution normale du stockage et éventuellement conduire à des doses efficaces ajoutées plus élevées.

Pour tenir compte du caractère aléatoire de ces situations hypothétiques, chaque fois que cela est possible, on associe à la situation concernée sa probabilité d'occurrence de manière à permettre une estimation du risque. Toutefois, la limitation du risque ne sous-entend pas une équivalence entre réduction de la probabilité et réduction de la dose efficace ajoutée.

Dans ces conditions, le caractère acceptable des doses efficaces ajoutées sera apprécié en fonction de la probabilité d'occurrence et des caractéristiques des situations aléatoires prises en compte, de la durée et de la nature des transferts de radionucléides dans la biosphère, des caractéristiques des voies

d'atteinte de l'homme et de l'importance et du caractère réaliste du ou des groupes de référence considérés.

De façon conservatrice, l'hypothèse d'interventions éventuelles en vue de limiter les conséquences des situations conduisant à des doses efficaces ajoutées plus élevées que celles associées à l'évolution normale du stockage ne sera pas retenue pour l'évaluation de l'impact radiologique.

3.4 Options de réaménagement

3.4.1 Objectifs

Quelles que soient les options de réaménagement retenues, leur objectif est de ralentir et minimiser le transfert vers la biosphère des polluants éventuellement relâchés par les produits stockés.

3.4.2 Options relatives aux produits stockés

La nature et les propriétés physiques et chimiques des produits stockés influent sur le choix des options de réaménagement mises en oeuvre pour assurer la stabilité mécanique et géochimique du stockage. Il conviendra de vérifier que l'évolution de ces propriétés est favorable, compte tenu des caractéristiques des milieux avec lesquels les produits stockés sont en contact.

Dans le cas où cette démonstration ne serait pas suffisamment probante, les propriétés mécaniques et la capacité de rétention des polluants devront être améliorées par des mesures de stabilisation adaptées aux objectifs de protection.

Après mise en place de la couverture, une attention particulière devra être apportée à la surveillance du tassement prévisible des produits stockés et à ses conséquences sur :

- le drainage des eaux superficielles, et le cas échéant des eaux d'infiltration;
- la stabilité des dispositifs de stockage (couverture, digue).

3.4.3 Options relatives aux dispositifs de stockage

Une approche prudente doit être retenue : elle consiste à choisir ou à concevoir chacun des dispositifs de stockage aussi efficace que raisonnablement possible compte tenu, d'une part, de son rôle dans la limitation de l'impact du stockage, d'autre part, de l'état des connaissances, des techniques disponibles et des facteurs économiques du moment.

Les options actuelles de réaménagement mettent en oeuvre les principaux dispositifs de stockage suivants :

- **Les digues**, édifiées pour barrer une dépression, augmenter la capacité de stockage d'une mine à ciel ouvert ou constituer des bassins de stockage en superstructure. Elles doivent assurer la rétention des produits stockés afin d'éviter leur dispersion dans l'environnement. Une attention particulière devra être apportée aux facteurs d'instabilité des digues à long terme comme la pente, les propriétés mécaniques des matériaux utilisés, les risques sismiques, les variations du niveau hydrostatique dans le stockage, le colmatage des drains et le fonctionnement des évacuateurs de crue quand ils existent.
- **La couverture** solide ou liquide: sa conception doit permettre de limiter les risques d'intrusion humaine et animale, d'érosion, de dispersion des produits stockés, d'exposition externe au rayonnement gamma et d'exhalation du radon. Le choix des matériaux et du modèle topographique d'une couverture solide dépend des matériaux disponibles sur le site et doit tenir compte de l'évolution du tassement des produits

Groupe de travail du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement
Stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium

stockés afin de garantir une morphologie favorisant le ruissellement des eaux de surface tout en limitant l'érosion et l'infiltration.

- Le réceptacle dont les propriétés sont liées à celles du substrat géologique. Ses caractéristiques pétrographiques, minéralogiques, structurales et hydrogéologiques qui définissent ses propriétés mécaniques et hydrauliques doivent être étudiées pour évaluer sa capacité à limiter le transfert par les eaux souterraines, des polluants vers la biosphère. Une attention particulière sera portée aux zones d'interface entre les produits stockés et le substrat.

Des études sur l'évolution des dispositifs de stockage en fonction des différentes agressions susceptibles de les affecter (notamment, l'altération, l'érosion) doivent être effectuées en vue d'évaluer leur taux de dégradation dans le temps et leur perte éventuelle d'efficacité.

La configuration définitive des différents dispositifs de stockage ne pourra être arrêtée qu'à l'issue d'un processus itératif intégrant l'expérience acquise en cours d'exploitation et pendant la surveillance du stockage, ainsi que les résultats de l'étude de son évolution. Des mesures correctives devraient être mise en oeuvre si les propriétés des dispositifs de stockage ne garantissaient pas les objectifs de protection.

4. Méthodologie d'évaluation de l'impact radiologique

4.1 Considérations préliminaires

La capacité d'isolement des stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium dépend de l'efficacité d'un ensemble de dispositifs de stockage, ouvrages ou naturels, interposés entre les substances radioactives et l'homme.

L'efficacité à court terme de ces dispositifs de stockage est contrôlée, pendant la phase de surveillance du stockage et de son environnement, par des moyens adaptés (réseaux de contrôle). A plus long terme, cette démonstration directe d'efficacité n'est plus possible du fait de l'échelle de temps. Il conviendra alors d'évaluer la capacité d'isolement du stockage par une modélisation prévisionnelle, qui pourra être affinée, si nécessaire, en fonction de l'acquisition de nouvelles données.

Quelle que soit la période de temps considérée, la démarche suivie pour démontrer la limitation de l'impact comprend plusieurs étapes itératives :

- la description et la compréhension du comportement des différents dispositifs composant le stockage, incluant la démarche du choix de l'option de réaménagement retenue en fonction des objectifs préalablement définis ;
- la sélection de scénarios d'exposition réalistes dérivés d'événements ou processus représentatifs d'un risque potentiel de dégradation des dispositifs de stockage ;
- une analyse des effets induits par ces processus et événements sur l'efficacité et la stabilité des dispositifs de stockage, l'évolution de son environnement ainsi qu'une évaluation des conséquences radiologiques en fonction des scénarios d'exposition retenus.

4.2 Données nécessaires à l'évaluation de l'impact radiologique

L'évaluation de l'impact radiologique et de son évolution nécessite une bonne connaissance du stockage réaménagé, de son environnement, des résultats des contrôles disponibles et de l'étude du comportement des dispositifs de stockage.

4.2.1 Caractéristiques du stockage et de son environnement à l'issue du réaménagement

Les éléments descriptifs du stockage et de son environnement depuis l'état initial jusqu'à celui actuel comprennent :

- un inventaire par natures et quantités des produits stockés ;
- les caractéristiques des résidus de traitement de minerai : nature et teneur des minerais traités, processus de traitement des minerais, traitement des résidus avant stockage, conditions de mise en stockage, quantité de résidus stockés, composition minéralogique, caractéristiques chimiques et radiologiques, granulométrie, propriétés mécaniques, paramètres hydrauliques (notamment les perméabilités et les porosités), caractérisation des eaux relâchées à la sortie du stockage;
- les caractéristiques des dispositifs de stockage : description géologique (pétrographie, tectonique) et hydrogéologique du réceptacle, position et configuration des produits stockés, étude prévisionnelle des tassements, description des ouvrages de confinement et de drainage, le cas échéant, principes et dispositifs de traitement des effluents ;
- la description de l'environnement proche du stockage : météorologie locale et dispersion atmosphérique, topographie, géologie, tectonique, géomorphologie, hydrologie et hydrogéologie, sismologie régionale. La description hydrogéologique devra être abordée dans sa globalité (stockage et son environnement) : perméabilité, rôle des discontinuités structurales, gradients hydrauliques dans le massif encaissant, sens des écoulements, nature, localisation et caractéristiques des exutoires ;
- la description de la population locale (localisation, densité) et de son mode de vie (habitat, temps de présence, régime alimentaire et sources d'approvisionnement, etc....) au regard des voies d'exposition potentielle ;
- la description du réseau et des dispositifs de contrôle et de surveillance radiologique des eaux de surface et souterraines, de l'air et des organismes vivants dans l'environnement. La dispersion des radionucléides dans l'environnement pourra être évaluée par des bio-indicateurs choisis en fonction de leur qualité de marqueurs, qu'ils appartiennent ou non à la chaîne alimentaire locale.

4.2.2 Résultats des contrôles et comportement des dispositifs de stockage

Les contrôles et études réalisés durant la phase d'exploitation et lors de la phase de surveillance du stockage après réaménagement, permettront d'apprécier le comportement au cours du temps des différents dispositifs de stockage, sous les aspects géotechnique, géologique, hydrogéologique et géochimique. Les principaux critères permettant d'apprécier l'efficacité du réaménagement sont les suivants :

- présentation des résultats et de l'évolution des contrôles effectués sur le stockage et dans son environnement, depuis le début de l'exploitation jusqu'à la situation actuelle :
 - pour le transfert par la voie atmosphérique : concentrations en radon, activité des poussières transportées sous forme d'aérosols et exposition externe,
 - pour le transfert par la voie eau : caractéristiques physico-chimiques et radiologiques des eaux superficielles et souterraines ;
- description des dispositions prises ou prévues en matière de restriction d'usage pour éviter les activités humaines liées à l'utilisation du sol (par exemple : interdiction de construction d'habitations, d'ouverture de carrières ou de réalisation de captage d'eau sur le stockage...);

- moyens mis en oeuvre pour assurer l'entretien et la stabilité des dispositifs de stockage et de ceux destinés aux contrôles ;
- stabilité géotechnique à court terme (jusqu'à quelques dizaines d'années) en liaison avec les tassements, y compris différentiels, évolution des pentes et des matériaux en place (modification de la porosité, migration des fines, changement de volume ou pertes de cohésion), les fluctuations du niveau piézométrique (risque de saturation) ;
- stabilité géotechnique à moyen terme (de quelques dizaines à plusieurs centaines d'années) pour laquelle les facteurs de risque relèvent surtout d'événements climatiques et de leurs conséquences en terme d'érosion, et d'altération des matériaux constitutifs ;
- stabilité géologique à long terme : elle relève de l'histoire géologique connue, des éléments de géoprospective disponibles et des phénomènes géodynamiques associés susceptibles de modifier le réaménagement du stockage. Compte tenu de l'échelle de temps et des incertitudes inhérentes, elle ne pourra être envisagée qu'à titre indicatif ;
- description des processus de transfert des radionucléides en fonction de leur spéciation, de l'hydrologie et l'hydrogéologie du stockage et de son environnement ainsi que des conséquences induites par l'évolution géotechnique.

4.2.3 Notion de biosphère et de groupe de référence associé

L'impact radiologique évalué pour des groupes de référence signifie implicitement que l'on s'affranchit de l'existence de comportements individuels extrêmes pouvant conduire à des expositions radiologiques non représentatives.

L'évaluation de l'impact radiologique actuel reposera sur un groupe de référence réaliste, représentatif des individus susceptibles de recevoir les doses les plus élevées dans l'environnement proche du stockage. Le degré d'autarcie adopté devra être défini au regard des modes de vie locale actuels, et en particulier de l'origine des ressources en eau et de leur utilisation.

L'évaluation de l'impact radiologique futur résultant des relâchements éventuels de radioactivité dans l'environnement se fondera sur un niveau technologique et des modes de vie actuels dans des conditions climatiques européennes tempérées. En effet, toute extrapolation des conditions de vie dans un avenir lointain aurait un caractère largement spéculatif. Les relâchements de radionucléides dans la biosphère ne devront supposer aucun traitement préalable des effluents. Deux groupes de référence hypothétiques, représentatifs de deux biosphères types seront considérés en fonction de la variabilité des ressources en eau :

- ressources en eau suffisantes, pour un groupe d'individus vivant avec un fort degré d'autarcie centré sur la même ressource en eau (usage quotidien et boissons), associées à une exploitation agricole de type polyculture-élevage (végétaux irrigués et élevage laitier et viande);
- approvisionnement en eau limité (faible débit de cours d'eau ou faible potentiel d'extraction par puits), on s'orientera alors vers une autarcie limitée correspondant à une biosphère de type jardin potager irrigué, exploité par une ou quelques familles.

4.3 Scénarios

4.3.1 Caractérisation des incertitudes : nécessité d'utiliser des scénarios

Comme pour tout type de stockage de déchets, les évaluations d'impact associées aux stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium comportent des incertitudes importantes dues à des sources diverses :

- les **modèles conceptuels** se limitant à une représentation schématisée de la relation des éléments constitutifs du stockage et de son environnement. Ils traduisent l'état de connaissance que l'on a du stockage et des processus en cause;
- les **modèles physiques** traduisant en équations mathématiques les précédents. Ils nécessitent des simplifications et des approximations numériques. Leur précision est aussi conditionnée par les limites et les erreurs dans les programmes de calcul;
- les **valeurs des données d'entrée** des modèles physiques, leur précision est soumise à la représentativité des mesures disponibles;
- la **connaissance de l'évolution du stockage et de son environnement**, les changements qui peuvent être la cause de perturbations externes ou internes sont extrêmement délicats à prévoir étant donné les échelles de temps considérées.

Dans le cadre d'une approche déterministe, les difficultés relatives à la prévision de l'évolution du stockage peuvent être abordées via l'étude de scénarios. Leur choix repose sur l'analyse exhaustive des processus et des événements d'origine naturelle ou humaine qui peuvent influencer sur l'évolution du stockage et de son environnement, de leurs effets induits, sur leur probabilité d'occurrence, ainsi que sur leurs possibles interactions et combinaisons.

4.3.2 Démarche pour la génération des scénarios

Jusqu'à présent un certain nombre de scénarios conventionnels ont été étudiés. Leur choix relève d'un consensus sur la base de jugements d'experts. Cependant, l'argumentaire qui a conduit à ce choix est peu clair ou pas archivé et ne leur donne pas toujours le caractère « enveloppe » qu'ils devraient posséder.

La diversité des événements, de leurs séquences ou de leurs combinaisons pouvant perturber la capacité de confinement à long terme du stockage, conduit à un système complexe à analyser.

Afin de faciliter les choix, ainsi que l'archivage des argumentaires développés, et d'éviter la connotation de "sélection arbitraire" de scénarios, une démarche systématique de génération de scénarios peut être adoptée. Elle s'appuie schématiquement sur les cinq étapes suivantes :

1. identification et établissement d'un inventaire des processus et événements à retenir parmi l'ensemble de ceux possibles, en fonction de leur origine (naturelle ou liée à l'activité humaine), de leur probabilité d'occurrence, et des effets qu'ils induisent sur l'intégrité du stockage;
2. définition des différents états possibles et de leurs combinaisons afin de tendre vers une analyse aussi exhaustive que possible de l'évolution potentielle du stockage;
3. élimination de certaines combinaisons d'états en fonction de leur incompatibilité ou de leur manque de pertinence au regard des événements ou processus qui pourraient les induire;
4. regroupement des combinaisons d'états en familles, en fonction du mode d'exposition engendré, de la localisation du groupe de référence intéressé ou de la difficulté à modéliser spécifiquement certaines configurations;
5. génération et définition de scénarios d'exposition stylisés qui enveloppent chacune des familles de combinaisons d'états descriptives du stockage et des activités humaines.

La démarche permet ainsi de déduire un nombre limité de scénarios d'exposition stylisés représentatifs de différentes familles d'événements ou séquences d'événements dont les conséquences radiologiques associées sont estimées les plus élevées parmi celles des situations de la même famille.

4.3.3 Application aux stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium

4.3.3.1 Phases de vie du stockage

La probabilité d'occurrence des événements d'origine naturelle et humaine d'une part, l'évolution de leurs conséquences dans le temps d'autre part, conduisent à définir les phases de vie du stockage suivantes :

- une phase dite de « surveillance active » du stockage (a priori de quelques dizaines d'années), se caractérisant par l'entretien régulier du stockage, la maintenance des dispositifs ouvrés de stockage et des installations de traitement, le cas échéant, ainsi que par la surveillance du respect des restrictions d'usage (décisions administratives);
- une phase dite de « surveillance passive » du stockage (a priori quelques centaines d'années), pendant laquelle les restrictions d'usage sont toujours connues, mais avec arrêt des interventions d'entretien et de maintenance des moyens de contrôle et de traitement à partir du moment où elles ne sont plus nécessaires;
- une période pendant laquelle la surveillance du stockage ne peut être garantie. C'est au cours de cette période que les conséquences sur l'intégrité du stockage des possibles interventions humaines deviennent prépondérantes.

4.3.3.2 Etats des dispositifs de stockage

Quels que soient les processus et événements retenus, leurs conséquences en matière de perte d'intégrité des dispositifs de stockage sont à étudier. Elles sont résumées en trois familles d'états :

- **Présence de couverture** : l'épaisseur de la couverture est un paramètre important de son efficacité. Elle peut varier dans le temps sous l'effet des processus et événements dégradants;
- **Absence de couverture** : les processus et événements d'origine naturelle ou humaine peuvent entraîner sa disparition plus ou moins rapide;
- **Perte d'intégrité de la digue** : quand ce dispositif existe, ses fonctions peuvent être altérées par les processus naturels ou des événements d'origine naturelle ou humaine.

4.3.3.3 Activités humaines

Les activités humaines sont regroupées en quatre familles d'états précisant le type de résidence, de loisir, le mode de consommation ou autarcie et le travail :

- **Résidence** : elle correspond à la résidence sur le stockage et dans son environnement proche;
- **Autarcie** : les ressources alimentaires des groupes de référence peuvent provenir complètement ou partiellement d'exploitation de type agricole ou vivrière utilisant la ressource en eau locale (puits, rivière) pouvant être affectée par les radionucléides provenant du stockage. Le degré d'autarcie d'un groupe de référence définit la proportion de nourriture produite et consommée localement (eau, viande, fruits, légumes, oeufs);
- **Loisirs** : cette famille regroupe les activités de loisir sur le stockage comme la promenade ou le jeux, ainsi que le bain si la configuration du stockage le permet;
- **Travail** : les événements considérés sont les activités de bureau sur le site et celles liées à des travaux de terrassement et de creusement sur le stockage.

4.3.3.4 Scénarios d'exposition résultant de la démarche

La combinaison des familles d'états relatives : aux phases de vie du stockage, aux dispositifs de stockage et aux activités humaines, telles que décrites dans les chapitres précédents, permet de générer six scénarios d'exposition dont les caractéristiques sont résumées dans le Tableau 1.

Ces scénarios sont classés en deux types selon la nature des événements et des processus considérés au chapitre 3.3 :

- un scénario de référence correspondant à une situation d'évolution normale du stockage qui devra considérer :
 - l'évolution normale du milieu naturel en présence du stockage;
 - l'ensemble des événements naturels qui peuvent conduire, pour des raisons diverses, à la modification lente dans le temps du niveau de performance et de la stabilité des dispositifs de stockage et des produits stockés.
- cinq scénarios altérés correspondant à des situations hypothétiques liées à des événements aléatoires, qui peuvent être soit de même nature que ceux retenus dans la situation de référence, mais d'ampleur exceptionnelle, soit des événements très incertains quant à leur date d'occurrence et leur déroulement. Ces cinq scénarios visent à prendre en compte les dégradations des éléments constitutifs du stockage et de son environnement suite à deux causes principales :
 - un phénomène naturel, mais d'ampleur exceptionnelle;
 - une intervention humaine, source de danger pour les intervenants ou source de dégradation des dispositifs de stockage;

Certains événements pourront, selon les cas ne pas être retenus après analyse justificative en considérant leur probabilité d'occurrence et l'appréciation qualitative de leurs conséquences sur l'état du stockage. Les scénarios correspondants n'auront pas à être évalués.

4.4 Modélisation

Le stockage et son environnement constituent un système complexe à analyser. La modélisation du comportement du stockage devant s'intéresser à différentes échelles d'espace et de temps, il convient de décomposer le stockage et son environnement en deux compartiments dans lesquels sont à étudier les deux voies de transfert des radionucléides (la voie eau, la voie air):

- le champ proche, qui comprend les produits stockés, les dispositifs de stockage, notamment la partie du substrat géologique directement en contact avec les produits stockés;
- le champ lointain, qui est la partie du substrat géologique non directement affectée par la présence du stockage;

La pertinence du choix des modèles spécifiques retenus pour chacun de ces compartiments devra pouvoir être appréciée au regard des références documentaires produites.

L'adoption de modèles simplifiés des transferts des radionucléides intégrant un minimum d'événements et couplant les processus prépondérants doit être préférée.

Ainsi, l'influence et l'importance en fonction du temps de certains événements ou processus pourront être abordées de manière qualitative ou semi-quantitative. Dans ce cas on s'attachera à montrer que :

- les modifications de certaines variables ou paramètres sont incluses dans les fourchettes d'incertitudes associées aux données retenues dans le traitement d'un scénario;

- ces modifications peuvent être éventuellement favorables;
- les performances des différents dispositifs de stockage ne sont pas altérées par les processus et événements dégradants.

4.5 Evaluation de l'impact radiologique du stockage

Les conséquences radiologiques des scénarios retenus seront appréciées à partir de la dose efficace ajoutée individuelle résultant de la modélisation des transferts vers l'homme, des radionucléides susceptibles d'être relâchés par le stockage. Ces évaluations s'appuieront autant que possible, et en particulier à court terme, sur les résultats de mesure effectués sur le stockage et dans son environnement proche.

L'évaluation de la dose efficace ajoutée comprend :

- l'exposition externe;
- les expositions internes dues à l'incorporation par inhalation et ingestion de ces radionucléides.

Ces évaluations devront être accompagnées :

- des simplifications géométriques et/ou phénoménologiques adoptées en montrant leur caractère conservatif;
- d'études de sensibilité permettant d'identifier les phénomènes et les paramètres importants, contribuant ainsi à la justification des simplifications adoptées et le cas échéant à l'amélioration des modèles utilisés;
- de l'estimation des fourchettes d'incertitude.

Dans la mesure du possible, les conséquences radiologiques en terme de dose ajoutée par le stockage devront être appréciées par rapport à celles qu'aurait engendré le site sans stockage. Pour ce faire, l'exploitant fera référence aux données d'origine lorsqu'elles sont disponibles. Dans le cas contraire, la dose efficace naturelle d'origine sera évaluée à partir des mesures réalisées à proximité du stockage, dans un environnement aux caractéristiques comparables à celles du site où le stockage est implanté. La variabilité de la dose naturelle, estimée ou mesurée, sera mentionnée.

Les hypothèses retenues pour définir la situation initiale, actuelle ou future, devront être cohérentes afin d'éviter des évaluations de la dose efficace ajoutée se résumant à la variabilité de la dose naturelle.

L'impact radiologique du stockage sera apprécié pour les scénarios de référence à partir de la dose efficace ajoutée calculée pour une durée au moins égale à la période d'efficacité démontrée des dispositifs de stockage telle que précisée au chapitre 3.3.1. Pour cette période, la valeur des résultats pourra être attestée sur la base d'incertitudes explicites. Au delà, ces résultats auront une valeur indicative et devront être complétés par des appréciations qualitatives des facteurs d'évolution des dispositifs de stockage et des produits stockés. Les doses efficaces ajoutées devront respecter les limites définies au chapitre 3.2.

Afin de maintenir une cohérence entre la limitation de dose efficace ajoutée appliquée aux scénarios de référence et les évaluations de dose résultant du traitement des scénarios altérés, il peut être envisagé d'utiliser la notion de risque. Ainsi, y aura lieu chaque fois que possible, de compléter les évaluations de dose efficace ajoutée résultant du traitement des scénarios altérés par l'appréciation de la probabilité d'occurrence des situations hypothétiques considérées.

Tableau 1 : Scénarios d'exposition à considérer pour évaluer l'impact radiologique du stockage des résidus de traitement de minerai d'uranium.

Phase de vie du stockage	Etat des dispositifs de stockage				Activités humaines			
	Surveillance active	Surveillance passive	Surveillance non garantie	Surveillance non garantie	Résidence	Autarcie	Loisir	Travail
Scénario de référence								
<i>Scénario évalué systématiquement pour une durée au moins égale à la période d'efficacité élémentaire de stockage. Les personnes du groupe de référence ne doivent pas être exposées de fait de l'ensemble des activités autorisées en situation d'évolution normale à une dose efficace ajoutée supérieure à la limite annuelle réglementaire (3,3 2).</i>								
SC1 « Evolution normale »	Présence de couverture	Caractéristiques actuelles du stockage	Hors stockage	Actuelle	Promenade sur le stockage possible	Promenade sur le stockage possible	Promenade sur le stockage possible	Activité de bureau sur le stockage possible
	Présence de couverture passive	Caractéristiques liées à la modélisation de l'évolution du stockage	Hors stockage	Actuelle	Promenade sur le stockage possible	Promenade sur le stockage possible	Promenade sur le stockage possible	Activité de bureau sur le stockage possible
	Surveillance non garantie	Présence de couverture	Hors stockage	Hypothétique liée à la ressource en eau et à la biosphère de référence	Promenade, jeux, bains sur le stockage	Promenade, jeux, bains sur le stockage	Promenade, jeux, bains sur le stockage	Activité de bureau sur le stockage
Scénarios altérés								
Les évaluations des doses efficaces ajoutées résultant du traitement des scénarios altérés seront complètes, chaque fois que possible, par l'appréciation de la probabilité d'occurrence de la situation hypothétique considérée.								
SC2 « Perte de couverture »	Surveillance passive	Absence de couverture du fait d'événements naturels exceptionnels	Hors stockage	Actuelle	Promenade sur le stockage	Promenade sur le stockage	Promenade sur le stockage	Activité de bureau sur le stockage possible
	Surveillance non garantie	Absence de couverture du fait d'événements naturels exceptionnels, d'activités humaines ponctuelles ou de défauts de conception	Hors stockage	Hypothétique, liée à la ressource en eau et à la biosphère de référence	Promenade, jeux, bains sur le stockage	Promenade, jeux, bains sur le stockage	Promenade, jeux, bains sur le stockage	Activité de bureau sur le stockage possible
SC3 « Perte d'intégrité de la digue »	Surveillance passive	Perte d'intégrité de la digue avec absence de couverture et entraînement des produits stockés selon la topographie locale	Hors stockage	Actuelle	Promenade sur le stockage	Promenade sur le stockage	Promenade sur le stockage	Pas d'activité de bureau sur le stockage
	Surveillance non garantie	Perte d'intégrité de la digue avec absence de couverture et entraînement des produits stockés selon la topographie locale	Hors stockage	Hypothétique, liée à la ressource en eau et à la biosphère de référence	Promenade, jeux, bains sur le stockage	Promenade, jeux, bains sur le stockage	Promenade, jeux, bains sur le stockage	Pas d'activité de bureau sur le stockage
SC4 « Résidence sur le stockage avec couverture »	Surveillance non garantie	Présence de couverture	Sur le stockage	Hypothétique, liée à la ressource en eau et à la biosphère de référence	Promenade, jeux, bains sur le stockage	Promenade, jeux, bains sur le stockage	Promenade, jeux, bains sur le stockage	Pas d'activité de bureau sur le stockage
SC5 « Chantier de terrassement ou de creusement sur stockage »	Surveillance non garantie	Absence de couverture du fait des travaux	Sur le stockage	Hypothétique, liée à la ressource en eau et à la biosphère de référence	Pas de loisir sur le stockage	Pas de loisir sur le stockage	Pas de loisir sur le stockage	Pas d'activité de bureau sur le stockage, chantier sur le stockage
SC6 « Résidence sur le stockage sans couverture »	Surveillance non garantie	Absence de couverture	Sur le stockage	Hypothétique, liée à la ressource en eau et à la biosphère de référence	Promenade, jeux, bains sur le stockage	Promenade, jeux, bains sur le stockage	Promenade, jeux, bains sur le stockage	Pas d'activité de bureau sur le stockage

Doctrine en matière de stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium

Tableau 1 : Scénarios d'exposition à considérer pour évaluer l'impact radiologique du stockage des résidus de traitement de minerai d'uranium.

	Phase de vie du stockage	Etat des dispositifs de stockage	Activités humaines		
			Résidence	Autarcie	
<u>Scénario de référence</u>	<i>Scénarios évalués systématiquement pour une durée au moins égale à la période d'efficacité démontrée du stockage. Les personnes du fait de l'ensemble des activités industrielles en situation d'évolution normale à une dose efficace ajoutée supérieure à la limite annuelle introuvable.)</i>				
SC1 « Evolution normale »	Surveillance active	Présence de couverture Caractéristiques actuelles du stockage	Hors stockage	Actuelle	Promer possible
	Surveillance passive	Présence de couverture Caractéristiques liées à la modélisation de l'évolution du stockage	Hors stockage	Actuelle	Promer possible
	Surveillance non garantie	Présence de couverture Caractéristiques liées à la modélisation de l'évolution du stockage	Hors stockage	Hypothétique liée à la ressource en eau et la biosphère de référence	Promer le stock
<u>Scénarios altérés</u>	Les évaluations des doses efficaces ajoutées résultant du traitement des scénarios altérés seront complétées, chaque fois que possible, situation hypothétique considérée.				
SC2 « Perte de couverture »	Surveillance passive	Absence de couverture du fait d'événements naturels exceptionnels	Hors stockage	Actuelle	Promer le stock
	Surveillance non garantie	Absence de couverture du fait d'événements naturels exceptionnels, d'activités humaines ponctuelles ou de défauts de conception	Hors stockage	Hypothétique, liée à la ressource en eau et à la biosphère de référence	Promer le stock
SC3 « Perte d'intégrité de la digue »	Surveillance passive	Perte d'intégrité de la digue avec absence de couverture et entraînement des produits stockés selon la topographie locale	Hors stockage	Actuelle	Promer le stock
	Surveillance non garantie	Idem	Hors stockage	Hypothétique, liée à la ressource en eau et à la biosphère de référence	Promer le stock
SC4 « Résidence sur le stockage avec couverture »	Surveillance non garantie	Présence de couverture	Sur le stockage	Hypothétique, liée à la ressource en eau et à la biosphère de référence	Promer le stock
SC5 « Chantier de terrassement ou de creusement sur stockage »	Surveillance non garantie	Absence de couverture du fait des travaux	Sur le stockage	Hypothétique, liée à la ressource en eau et à la biosphère de référence	Pas de stock
SC6 « Résidence sur le stockage sans couverture »	Surveillance non garantie	Absence de couverture	Sur le stockage	Hypothétique, liée à la ressource en eau et à la biosphère de référence	Promer le stock

RÉFÉRENCES : DPRE / 99-42

RÉFÉRENCES : DPRE / 98-[Tapez ici le n° du rapport]

