

P10. APPLICATION DE LA DEMARCHE ALARA SUR LES OPERATIONS DE CONTROLES RADIOLOGIQUES DES EMBALLAGES DE MATIERES NUCLEAIRES ENTREPOSES EN CELLULE AU MAGASIN CENTRAL DES MATIERES FISSILES (MCMF, INB 53) DU CENTRE CEA DE CADARACHE

**N. Karouby-Cohen (DGI/ASR), O. Cail (DGI/SEM/LEM),
Ch. Icard (DGI/STDE), F. Beltritti (U2S/SPR).
CEA/DEN/Cadarache/Département de Gestion des Installations**

1. PRESENTATION DE L'INB 53 ET SON FONCTIONNEMENT :

Le Magasin Central de Matières Fissiles (INB 53) a pour fonction l'entreposage, dans différentes cellules, de matières fissiles (uranium et plutonium) non irradiées. Ces matières sont conditionnées dans des aménagements internes (conteneurs cylindriques) disposés dans des emballages de type 'transport'. Parmi les opérations effectuées pour des besoins d'exploitation ou des exigences de sûreté et de sécurité, 3 d'entre elles nécessitent l'ouverture de ces emballages :

- les contrôles de non-contamination des aménagements internes des emballages contenant du plutonium (exigence sûreté),
- les transferts d'aménagements internes entre deux emballages (besoins d'exploitation),
- les mesures physiques effectuées pour contrôler les matières (exigences sûreté et sécurité).

L'examen du passé dosimétrique des agents de l'INB 53 confirme que ces 3 opérations sont les plus dosantes (~ 38 HmSv par an).

2. DEMARCHE ALARA :

2.1. OBJECTIF OPERATIONNEL

En fonctionnement normal (non ouverture des aménagements internes), le risque d'exposition interne sur cette INB est nul. Aussi l'étude ALARA porte essentiellement sur le risque d'exposition externe ($\gamma+n$) corps entier. L'objectif dosimétrique opérationnel retenu, par l'installation, en première approche est fixé à **2 HmSv par campagne** ; en moyenne 11 campagnes sont effectuées chaque année.

2.2. ETAT DE REFERENCE

La première étape de cette étude a été d'établir une démarche prévisionnelle, centrée sur l'examen de la pratique à l'origine de l'exposition (temps d'intervention, nombre d'agents, dose individuelle, dose collective, etc..). Cette étape conduit, pour ces 3 opérations, à l'état de référence à partir duquel est bâtie une réflexion d'optimisation de la radioprotection. Cet état se base donc sur le retour d'expérience de plusieurs années d'exploitation de l'INB 53.

2.2.1. Spectre de la source

Les cellules contiennent principalement des colis :

- ◆ d'uranium enrichi à plus de 10%
- ◆ de plutonium datant de 20 ans, hypothèse : spectre de l'UNGG.

Spectre d'émission γ : étendu de 15 keV à 3 MeV avec en moyenne 60 keV.

Spectre d'émission neutrons : centré sur une énergie de 2 MeV [2] (neutrons de fissions spontanées + réaction (α,n)).

2.2.2. Intervenants :

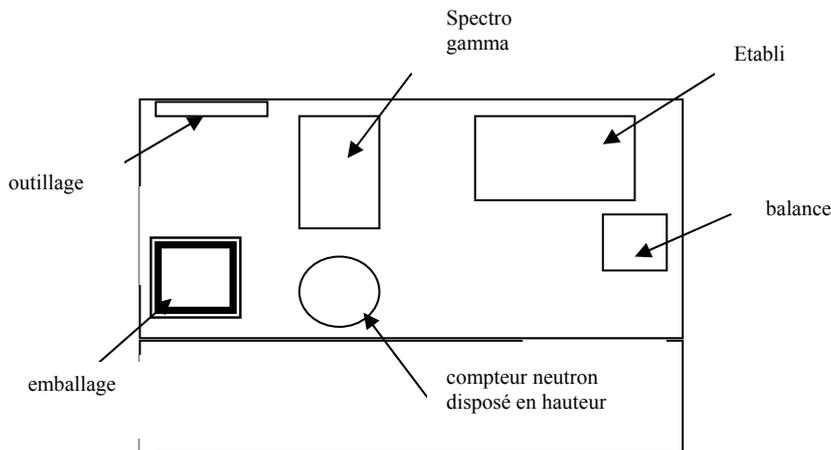
Pour effectuer les 3 opérations décrites précédemment, il faut une équipe constituée de 3 agents :

- ◆ **Agent 1 MCMF** : Manutention et surveillance des opérations de transfert d'emballage
- ◆ **Agent 2 MCMF** : Sortie des aménagements internes de leur emballage en vue des opérations de mesure.
- ◆ **Agent 3 SPR** : Contrôles radiologiques au cours de l'ouverture du colis et sur les aménagements internes.

2.2.3. Les postes de travail :

Les postes de travail ont fait l'objet d'un phasage décrivant les opérations effectuées (nom de l'opération, temps moyen, doses maximales)

- ◆ **Agent 1** : L'agent procède à la recherche dans une cellule de l'emballage à contrôler. Le taux de remplissage de la majorité des cellules et avant cellules étant maximal, il en résulte une ambiance dosimétrique significative.
- ◆ **Agents 2 et 3** : Plan de la salle de confinement



2.2.4. Evaluation dosimétrique

Comme évoqué précédemment, les postes de travail concernant les 3 opérations nécessitant l'ouverture d'emballages représentent 85% de la dose collective en 2000. Dans ce contexte, l'étape suivante de la démarche ALARA est d'envisager la mise en place de moyens de protection optimisés et de limiter autant que raisonnablement possible les expositions.

Cette évaluation prend en compte pour ces 3 opérations : leur périodicité, leur durée, le type de matière fissile et la permutation des 3 agents sur ces opérations.

- ◆ Doses individuelles annuelles calculées

	Dose efficace gamma+ neutron (mSv)	Dose efficace neutron (mSv)	Dose efficace gamma (mSv)
Agent 1	19,76	16,12	3,64
Agent 2	11,2	6,1	5,1
Agent 3	7,28	3,9	3,38

◆ Dose collective annuelle calculée

	Nombre d'opérations	Dose efficace gamma+ neutron	Dose efficace neutron	Dose efficace gamma
Toutes opérations confondues	260	38 HmSv	26HmSv	12HmSv

2.3. DEMARCHE D'OPTIMISATION

La deuxième étape permet de lister l'ensemble des options (axes d'amélioration) envisagées au niveau des postes de travail :

- Option 1 : alvéole d'entreposage (remplacement des emballages actuels, type cage centrée)
- Option 2 : surveillance des opérations à partir du poste de repli
- Option 3 : protection biologique entre l'aménagement interne et l'opérateur
- Option 4 : pilotage partiel des opérations de la salle de confinement à partir du poste de repli
- Option 5 : optimisation de l'organisation du travail
- Option 6 : détecteurs (gamma et neutron) fixes avec report des mesures au poste de repli

Une évaluation qualitative et quantitative de chaque option est ensuite réalisée sur la base de l'analyse de plusieurs critères répondant à des impératifs d'exploitation, de sûreté et de radioprotection. Pour chaque critère défini, les performances de chaque option sont évaluées de manière qualitative (bon, mauvais ou neutre). Le résultat de l'analyse multicritère est alors la somme des performances précédemment évaluées et doit permettre d'effectuer le choix des options « raisonnables ».

2.3.1. Analyse de l'option 1 : Alvéole d'entreposage

L'état de référence montre que les opérations les plus dosantes sont les opérations de recherche de l'emballage dans les cellules, les mesures sur les aménagements internes en salle de confinement et le retour de ces emballages dans les cellules. L'option proposée va agir directement sur la source de rayonnements mais aussi sur la durée de l'intervention.

2.3.2. Description

L'alvéole d'entreposage est constituée par un châssis supportant un corps cylindrique amovible dans lequel viennent se loger un ou plusieurs aménagements internes contenant la matière fissile. Le châssis repose au sol et reste fixe, seul le corps est manutentionné. Le corps cylindrique de l'alvéole est constitué par deux viroles en acier inoxydable entre lesquelles est coulé du béton à la colémanite. Le corps est fermé en partie supérieure par un bouchon amovible lui-même garni de béton à la colémanite. Les alvéoles sont disposées verticalement au sol sur un seul niveau, elles sont maintenues entre elles par assemblage des châssis (boulonnage), l'ensemble constituant un massif compact et régulier d'alvéoles sur lequel les opérateurs peuvent circuler pour effectuer les opérations de manutention et de contrôles.



2.3.3. Quantification des critères de l'option 1

2.3.3.1. Evaluation dosimétrique :

a) Situation de référence : Les phases concernées sont la récupération de l'emballage dans une cellule et le transit de celui-ci vers la salle de confinement et vice versa après la réalisation des opérations en salle de confinement.

Le coût dosimétrique annuel calculé pour 11 campagnes soit pour 260 emballages est donc : **13,6 HmSv**.

b) Dose collective annuelle après mise en place de l'option :

La réduction du temps d'intervention, du débit de dose entraîne un coût dosimétrique de l'opération avec option : **1,6 HmSv**

c) Coût dosimétrique pour la mise en place de cette option :

La mise en place de l'option est effectuée par les agents d'exploitation du MCMF. Le coût dosimétrique de la mise en place correspond au coût dosimétrique d'un transfert d'aménagement interne entre emballage et alvéole : 147 H μ Sv. Soit $380 \times 147 = 55,9$ HmSv (380 est le nombre d'alvéoles).

d) Gain dosimétrique

Ce gain est calculé sur 60 ans, ce qui correspond au temps d'amortissement de l'option.

	Dose exploitation (HmSv)	Coût dosimétrique de mise en place (HmSv)	Dose totale sur 60 ans (HmSv)
Avec option1	95	56	151
Sans option 1	814	0	814

La mise en place de cette option entraîne donc un **gain dosimétrique de l'ordre de 81%**.

Le gain dosimétrique annuel est : $(814 - 151) / 60 = 11$ HmSv

Les autres critères pris en compte pour cette démarche sont :

- le coût financier,
- la tenue au séisme,
- le confinement de la matière,
- la sécurité matières nucléaires,
- l'équité des doses.

2.4. ANALYSE MULTICRITERE : EXEMPLE OPTION 1

Options	Coût dosimétrique à l'année (HmSv)	Critère financier	Critère de tenue au séisme	Critère confinement	Critère sécurité matières nucléaires	Critère équité de dose	Somme des effets
Option actuelle : Cages centrées:	-	+	-	-	-	-	-
Option 1 : Alvéole d'entreposage:	+	-	+	+	+	+	+

Légende : 0 : neutre - : mauvais + : bon

Suite à cette analyse, les améliorations apportées par l'alvéole d'entreposage en terme de tenue au séisme, de confinement et de sécurité conduisent à retenir cette option.

2.5. CHOIX DES OPTIONS :

L'option 2 (surveillance des opérations à partir du poste de repli) et l'option 5 (optimisation de l'organisation du travail) sont retenues d'office au titre des bonnes pratiques compte tenu du gain dosimétrique apportée et du coût financier faible.

A partir des résultats de l'analyse multicritère, l'option 1 (alvéole d'entreposage) et l'option 4 (pilotage partiel des opérations de la salle de confinement à partir du poste de repli) sont retenues.

Bien que le résultat de l'analyse multicritère de l'option 3 (protection biologique entre l'aménagement interne et l'opérateur) soit négatif, cette option est adoptée compte tenu du gain dosimétrique annuel apporté par celle-ci.

L'option 6 (détecteurs fixes avec report des mesures au poste de repli) n'est pas retenue conformément aux résultats de l'analyse multicritère.

2.6. GAINS DOSIMETRIQUES DES DIFFERENTES OPTIONS :

Les gains dosimétriques annuels apportés par les options retenues sont donnés dans le tableau suivant :

	Gain moyen dosimétrique annuel
Option 1 : alvéole d'entreposage	11 HmSv
Option 2 : surveillance des opérations à partir du poste de repli	0,2 HmSv
Option 3 : protection biologique entre l'aménagement interne et l'opérateur	2,5 HmSv
Option 4 : pilotage partiel des opérations de la salle de confinement à partir du poste de repli	2,2 HmSv
Option 5 : optimisation de l'organisation du travail	1,1 HmSv
Total des options	17 HmSv

La mise en place de l'ensemble de ces options doit conduire à une nouvelle dose collective annuelle de (38 HmSv - 17 HmSv) soit 21 HmSv.

Il s'agit donc d'une réduction de dose collective de **45%**. Ces valeurs sont calculées sur la base de 11 campagnes par an avec un nombre maximum de 25 emballages par campagne. On a donc une dose par campagne de

$21 \text{ HmSv}/11 = 1.91 \text{ HmSv}$, **l'objectif dosimétrique par campagne de 2 HmSv est atteint.**

3. CONCLUSION

Cette étude ALARA sur une opération d'exploitation courante va permettre :

- d'une part de limiter autant que raisonnablement possible les doses des agents les plus exposés, sans pour cela effectuer un transfert de risque sur les autres travailleurs,
- d'autre part d'améliorer le niveau de sûreté de l'installation.

Cette étude a aussi permis de valider, d'un point de vue radiologique, une options d'entreposage pour la matière fissile non irradiée.