

APPROCHE ALARA LORS DU DÉMANTÈLEMENT DE LA CELLULE CHAUDE M2 DE L'INSTALLATION LHMA AU SCK•CEN

Philippe ANTOINE, Michel ESTAS, Fernand VERMEERSCH

SCK•CEN
Boeretang 200, B-2400 Mol Belgique
philippe.antoine@sckcen.be

1. Introduction

Le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire belge SCK•CEN est un organisme fédéral pour la recherche scientifique dans le domaine des applications sûres et pacifiques de l'énergie nucléaire à usage industriel et médical. Parmi les installations de ce centre de recherche les Laboratoires de Hautes et Moyennes Activités permettent de manipuler, dans diverses séries de cellules chaudes, des sources hautement radioactives dans le cadre de programmes de suivi des aciers de cuve de réacteur ou concernant les combustibles.

2. Description Cellule M2

La cellule M2, forme avec la cellule M1 un ensemble de cellules chaudes destinées à l'étude de combustibles irradiés. La cellule M1 est toujours utilisée afin de réaliser des études non destructives post-irradiation (scanning rayonnements γ , inspection visuelle, documentation stéréophotographique, mesures par courant de Foucault, photos RX, ...) sur des éléments combustibles.

La cellule M2, qui n'était plus opérationnelle depuis plusieurs années au début du projet de démantèlement, était équipée afin de réaliser différentes découpes sur des éléments combustibles irradiés afin de pouvoir être analysés dans la cellule M1. Pour ce faire, la cellule était équipée de différents équipements tels un tour mécanique, une fraiseuse et des appareils de découpe. Une table pouvant bouger horizontalement, ainsi qu'une autre bougeant verticalement formaient les surfaces de travail.

Le volume intérieur de la cellule est de 3 x 3 x 5 m. Cette cellule dispose d'une protection radiologique en béton baryté dans lequel des billes de plomb ont été rajoutées à la construction afin d'augmenter la densité. L'épaisseur de béton sur le devant et au niveau du sol est de 1 m, dans les autres directions de 0,6 à 0,8 m. Un liner en acier inoxydable est présent à l'intérieur de la cellule.

La cellule M2 est équipée de 2 télémanipulateurs et dispose de 3 canaux de stockage verticaux de 1,5 m de profondeur. Un pont roulant présent à l'intérieur de la cellule permettait de manipuler des charges jusqu'à 3 t.

A l'arrière des cellules M1/M2 une zone d'intervention α permanente existe. Cette zone qui est ventilée donne accès à des portes (porte blindée suivie d'une porte α), permettant d'accéder à l'intérieur de chaque cellule.

Un accès via le toit (1,6 x 2,1 m) existait également. La cellule M2 était équipée d'un sas La Calhène, permettant de connecter des containers, ainsi que d'un sas vers la cellule M1.

3. Etat initial au début du démantèlement

L'état initial de la cellule aussi bien au niveau mécanique, qu'au niveau radiologique était très mauvais.

D'un point de vue mécanique, les deux tables existantes étaient bloquées, les différents appareils présents présentaient différentes défaillances. Une accumulation de différents déchets existait. Il était également impossible de réaliser des transferts via le sas La Calhène (protection Pb et sas bloquées). Les 2 ventilations normales de la cellule étaient hors-service. Seule la ventilation de secours était encore fonctionnelle. Il n'était également pas possible d'y accéder, du fait des tables de travail bloquant le passage.

D'un point de vue radiologique, la situation n'était pas meilleure. Les niveaux de doses au sein de la cellule variaient de 140 à 180 mGy/h avec différents Hot Spots jusqu'à 4 Gy/h. Une ancienne expérience, présente dans un des canaux de stockage présentait un débit de dose de 8 Gy/h à 30 cm de sa protection en plomb.

La contamination $\beta\gamma$ a été estimée à 27,5 GBq/dm². Les isotopes prépondérants étaient le ¹³⁷Cs, le ¹³⁴Cs, l'¹⁵⁴Eu, l'²⁴¹Am, le ¹⁰⁶Ru le ⁵⁷Co, l'¹⁵⁵Eu, le ⁶⁰Co,...

La contamination α était de l'ordre de 1,88 GBq/dm². Les isotopes présents étaient ²⁴²Cm, ²³⁸Pu, ²⁴¹Am, ^{239/240}Pu, ...

4. Stratégie et déroulement du démantèlement

Le présent projet s'est toujours limité au démantèlement/décontamination de l'intérieur de la cellule M2, le blindage autour de la cellule restant toujours opérationnel. Le but final est de pouvoir réutiliser la cellule à terme pour de nouvelles applications.

La première stratégie de démantèlement étudiée consistait à réaliser des décontaminations à distance des différentes pièces présentes et ensuite de les transférer, via l'ouverture dans le toit de la cellule, vers une zone d'intervention à construire où ces pièces seraient découpées manuellement et évacuées dans des fûts de déchets. Une décontamination par projection de glace carbonique avait été envisagée, afin de minimiser les déchets secondaires au sein de la cellule. Cette stratégie avait été étudiée, car elle avait déjà été appliquée dans le passé (sauf décontamination) pour une autre cellule (HC 41), ayant contenu du combustible. En comparaison avec la cellule M2, la cellule 41 était cependant beaucoup plus petite et les niveaux de dose plus faibles.

Il est cependant apparu que la décontamination à distance des différentes pièces présentait des difficultés pour s'assurer que les niveaux de doses soient acceptables pour les opérateurs dans la zone d'intervention au-dessus de la cellule. Cette première stratégie a dès lors été abandonnée.

Une nouvelle stratégie a dès lors été définie. Elle a principalement consisté à rétablir le fonctionnement de l'infrastructure de support comme le sas La Calhène et la ventilation normale de la cellule, à réaliser les découpes de tous les équipements présents dans la cellule à distance (via les télémanipulateurs), en développant à chaque fois des outils spécifiques pour ce faire et en créant de nouvelles voies d'évacuation pour les déchets.

Le concept de zone d'intervention, au-dessus de la cellule a été adapté afin de pouvoir transférer à distance les déchets, découpés dans la cellule et rassemblés dans un panier de 220 l, vers un fût de 400 l DDS (système à double couvercle) et un container de stockage en béton BPIII, vu la catégorie des déchets produits (MAVA – Déchets Moyennement Actifs – jusque 200 mGy/h).

Toutes ces opérations se déroulant à distance, les niveaux de dose résultants pour les opérateurs ont dès lors été limités.

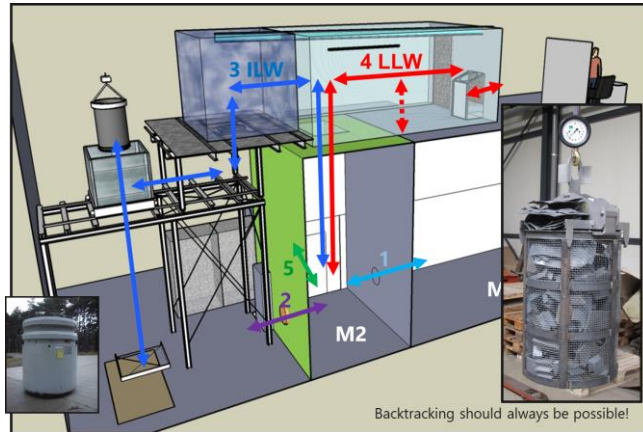


Fig. 1 Nouvelle voies évacuation déchets

Lorsque la cellule a entièrement été vidée de son contenu, une phase de décontamination à distance (via les manipulateurs) a dès lors pu commencer. Un produit tensioactif et moussant a été envoyé à basse pression sur les différentes surfaces à décontaminer. Après une durée d'environ ½ h à 1 h, le produit était rincé avec de l'eau à la même pression (du fait de l'utilisation des télémanipulateurs).

Le choix de ce processus avait cependant comme implication que le volume d'eau utilisé soit à chaque fois soit limité. Le volume produit moussant/eau produit était après chaque opération rassemblé dans un fût dans lequel des résistances électriques étaient présentes. Cette manière de faire permettait d'évaporer l'eau et de concentrer l'activité dans le fût.

Les différentes opérations de décontamination à distance ont permis de réduire progressivement les niveaux de dose au sein de la cellule. A partir d'un débit de dose moyen de 2 mSv/h dans la cellule, la décision a été prise de poursuivre les opérations de décontamination avec de la haute pression en intervenant directement dans la cellule. Afin d'accéder à la cellule via la zone α derrière les cellules M1/M2, des interventions ont cependant dû avoir lieu afin de réparer la porte d'accès à la cellule, qui était bloquée et dont les joints étaient détériorés.

Lorsque la cellule a été accessible via la porte arrière, les opérations de décontamination se sont poursuivies mais maintenant sous haute pression. Un échafaudage a été construit afin d'atteindre le haut de la cellule et le pont roulant a été démantelé. Des phases de décontamination manuelle ont également eu lieu.

5. Résultats dosimétriques

Comme nous pouvons le constater dans le tableau n°1 ci-dessous, le démantèlement du contenu de la cellule M2 entre 2010 et 2018 a entraîné une dose collective globale de 45,654 man.mSv (47,125 en tenant compte de la préparation du projet avant 2010). Le fait d'avoir évacué la majorité de l'activité présente (143 TBq) à distance (avec une dose collective résultante de 0,959 man.mSv) a permis de réduire fortement les doses reçues par les opérateurs lors de la phase ultérieure d'intervention dans la cellule.

La construction de la zone d'intervention au-dessus de la cellule a entraîné une dose collective de 1,544 man.mSv. Les opérations dans la zone d'intervention au-dessus de la cellule n'ont également entraîné que de faibles doses (1,963 man.mSv). La grosse majorité des doses reçues (41,188 man.mSv) l'ont été pendant les interventions dans la cellule lors des opérations de décontamination sous haute pression, lors des décontamination manuelles, lors de la construction de l'échafaudage et du démantèlement du pont roulant.

Tableau n°1

Période	Nature travail	Hp(10) man.mSv	Hs(0,07) man.mSv	Rapport Hs/Hp	Dose moyenne mSv/p	DIM mSv
Avant 2010	Préparation du projet -	1,471	1,421	0,99	0,368	0,522
2010 - 2012	Construction zone intervention au-dessus cellule	1,544	1,567	1,02	0,031	0,193
2010 - 2015	Découpe à distance dans la cellule	0,959	1,062	1,11	0,031	0,219
	Zone intervention : entre autres :	1,963				
2012	Mise en service zone intervention au-dessus cellule et évacuation 1er fût de déchet	0,136	0,144	1,05	0,0097	0,026
2012 - 2018	Evacuation déchets MAVA via zone d'intervention et système DDLS	1,724	4,612	2,67	0,082	0,658
	Intervention dans cellule M2 : entre autres :	41,188				
2015-2018	Intervention cellule M2 via zone α derrière cellule	6,336	27,619	4,36	0,453	0,904
2015 - 2018	Intervention cellule M2 - Décontamination via nettoyage haute pression	18,959	64,717	3,41	1,264	1,829
2015 - 2018	Echafaudage dans cellule M2	4,781	15,697	3,28	0,598	1,092
2016	Démantèlement chariot du pont roulant dans cellule M2	1,413	2,567	1,82	0,202	0,557
2016 - 2017	Démantèlement pont roulant dans cellule M2	7,965	38,427	4,82	0,664	1,861
2016 - 2018	Décontamination intérieur cellule M2	1,081	4,281	3,96	0,154	0,336
	Total général 2010 - 2018 man.mSv	45.654	162,069	3,47		

Il est également intéressant d'observer le rapport entre Hp(10) et Hs(0,07). Tant que les opérations avaient lieu en dehors de la cellule ce rapport se situait autour de 1. Ce rapport varie de 3 à 5 pour toutes les interventions dans la cellule. Cela s'explique par la forte composante β de la contamination présente, résultant des manipulations ayant eu lieu dans le passé sur du combustible irradié.

6. Conclusions

Le projet de démantèlement de la cellule M2 consistait à démanteler le contenu de celle-ci. L'état initial de la cellule était mauvais aussi bien du point de vue mécanique que radiologique (ambiance de 140 à 180 mGy/h, hot spots de 4 Gy/h). La stratégie ALARA suivie afin de réduire les doses pour le personnel a consisté à réaliser différentes opérations à distance: démantèlement du contenu de la cellule, transfert des différentes pièces découpées in fine vers un container de stockage en béton et à réaliser une première décontamination. Une fois le niveau de dose fortement réduit (2 mSv/h), des interventions dans la cellule ont pu avoir lieu afin de poursuivre la décontamination avec de la haute pression et démanteler le pont roulant. Une dose collective globale de 45,654 man.mSv a été reçue entre 2010 en 2018 dans la réalisation de ce projet de démantèlement.