

Accidents survenus au WIPP en février 2014

Synthèse des actions effectuées

Le WIPP¹, centre de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde situé au Nouveau-Mexique (Etats-Unis), est conçu pour accueillir au sein de cavités creusées dans du sel à environ 660 mètres de profondeur, 176 000 m³ de déchets dits transuraniens (contenant notamment de l'américium et du plutonium), issus d'activités nucléaires de défense américaine (recherches militaires et production d'armes nucléaires). Après quinze ans d'exploitation, ce centre de stockage a connu, au mois de février 2014, deux événements notables : un incendie dans la zone nord de l'installation souterraine puis, 9 jours plus tard, un relâchement de matières radioactives dans la zone sud.

Ce point complète celui paru le 12 mars 2014 sur le site internet de l'IRSN [1], en tenant compte des principales enquêtes effectuées sur les causes des accidents. Les informations rassemblées ci-après proviennent en particulier des documents publiés par les comités d'enquête (AIB²) et par l'équipe d'évaluation technique (TAT³), mandatés par le responsable de cette installation (DOE⁴) pour instruire l'origine et les conséquences des événements survenus, ainsi que d'articles de presse.

Pour l'IRSN, l'analyse de ces événements met en lumière la nécessité :

- d'exiger du colis de déchets qu'il constitue une barrière de confinement robuste, ce qui implique en particulier d'en maîtriser le contenu, notamment en termes de réactivité chimique ;
- de prévoir les dispositions de surveillance pour détecter suffisamment tôt une anomalie afin d'agir avant qu'un rejet de matières radioactives ne se produise ;
- de tenir compte, dans la démonstration de sûreté, que des dérives dans la maîtrise de l'exploitation sont possibles et de prévoir à la conception de l'installation les dispositions qui permettront d'en limiter les conséquences. Ces dispositions doivent viser en particulier à rendre possible une intervention et à rétablir des conditions de sûreté et de radioprotection acceptables pour la reprise de l'exploitation de l'installation.

Incendie

Le 5 février 2014, un camion utilisé pour évacuer du sel excavé a pris feu dans la zone nord de l'installation souterraine du WIPP, à proximité du puits de gestion du sel excavé. La zone de stockage des déchets est située à plusieurs centaines de mètres du lieu de l'incendie (cf. Figure 1) ; aucun colis de déchets ne se trouvait à proximité du foyer. L'ensemble du personnel a évacué l'installation souterraine. Six employés ont été transférés à l'hôpital en raison d'une possible inhalation de fumées. Les causes de l'accident et de son développement ont été très largement imputées par l'AIB [2] à une série de négligences du DOE et des organisations sous-traitantes, concernant notamment la maintenance du camion, l'inadéquation des procédures d'urgence en cas d'incendie, l'insuffisance de l'équipement en moyens d'extinction dans l'installation

¹ Waste Isolation Pilot Plant

² Accident Investigation Board

³ Technical Assessment Team

⁴ Department of Energy

souterraine ainsi que la formation du personnel. Les recommandations du comité d'enquête émises à l'issue de son instruction sont dans le rapport d'enquête de l'AIB [2] publié peu de temps après l'incendie.

Relâchement de matières radioactives

Le 14 février 2014, la balise de surveillance de la contamination située à proximité de la zone de stockage 7 (*panel 7*) dans l'installation souterraine s'est déclenchée sous l'effet d'un relâchement d'activité [3]. Environ $3,7 \cdot 10^7$ Bq (1 mCi) d'américium 241 et de plutonium 239 et 240 ont été rejetés à l'extérieur de l'installation pendant une quinzaine d'heures (données CEMRC⁵, [4]). Ce relâchement a été détecté à l'extérieur du site, à des niveaux qui ont atteint un peu plus de $80 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ de plutonium 239 et 240 et de $5 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ d'américium 241 à plusieurs centaines de mètres [4]. Parmi les travailleurs présents dans l'installation de surface du WIPP lors du relâchement, 22 personnes ont montré une contamination interne due à l'américium 241. Sur la base de modélisations, le DOE [4] a estimé au plus à $100 \mu\text{Sv}$ la dose individuelle maximale qu'aurait pu recevoir un travailleur exposé au rejet. Les examens médicaux réalisés sur les personnes contaminées n'ont pas contredit cette estimation. Au-delà du site, le DOE [4] a estimé que la dose maximale potentielle pour la personne la plus exposée (bordure du site au nord-ouest du puits d'extraction d'air) était au plus de l'ordre de $10 \mu\text{Sv}$. L'EPA⁶ [6], autorité de radioprotection, a validé cette estimation. De son côté, le CEMRC [4], organisme impliqué dans la surveillance de l'environnement, a indiqué que le relâchement n'a eu « *aucun effet mesurable* » sur la population habitant à proximité du WIPP.

Des robots puis des expéditions successives d'équipes d'intervention du DOE, munies d'appareils de protection contre l'inhalation de particules radioactives (cf. Figure 2), ont été envoyés dans l'installation souterraine à partir du 2 avril 2014 afin de s'approcher progressivement de la source supposée de contamination tout en assurant les opérations de maintenance essentielles de l'installation (remplacement des boulons pour assurer la stabilité mécanique des galeries par exemple) [3]. Lors de l'une de ces expéditions en mai 2014, un fût de déchets endommagé (cf. Figure 3) a été identifié dans la chambre 7 de la zone de stockage 7 et plusieurs prélèvements d'échantillons provenant de ce fût ont été effectués entre mai et août 2014. Les photographies ont montré que certains matériaux avaient fondu, ce qui atteste qu'une température élevée (de l'ordre de la centaine de degrés autour du fût incriminé et jusqu'à $1\,000^\circ\text{C}$ à son contact) a été atteinte dans cette chambre [7].

Le fût endommagé fait partie d'un lot de fûts de déchets provenant du laboratoire national de Los Alamos (LANL). Ces déchets étaient réputés incompatibles avec les critères d'acceptation du WIPP s'ils ne faisaient pas l'objet d'un traitement préalable, notamment en raison de la présence soupçonnée de liquides [7]. Aussi, le LANL a mis au point en 2007 une procédure spécifique décrivant le processus de reconditionnement de tels déchets. En 2012, une modification de cette procédure a conduit à prescrire, par erreur, l'utilisation d'un absorbant organique (de la litière de chat) en lieu et place de l'absorbant habituel et qui s'est avéré chimiquement incompatible avec les sels de nitrate contenus dans les déchets [7]. Le fût endommagé avait été reconditionné selon cette procédure le 4 décembre 2013, puis acheminé au WIPP et finalement stocké le 31 janvier 2014 dans la zone de stockage 7. L'AIB [7] et le TAT [8] ont conclu, sur la base d'expérimentations et de modélisations, que des réactions chimiques exothermiques entre l'absorbant organique et les sels de nitrate ont eu pour conséquence la montée en température et en pression du fût, la rupture de son couvercle et le relâchement d'une partie des substances radioactives qu'il contenait. La possibilité d'un lien entre l'incendie du 5 février et le relâchement d'activité a été écartée par l'AIB [7] et le TAT [8] sur la base de simulations

⁵ Carlsbad Environmental Monitoring & Research Center (division of the College of Engineering at New Mexico State University)

⁶ Environmental Protection Agency

destinées à investiguer plusieurs hypothèses (pic thermique direct, propagation de produits de combustion, réduction de la ventilation pour la gestion de l'incendie).

Le DOE [9] a attribué la part de radioactivité rejetée dans l'environnement aux performances insuffisantes du système de filtration de l'air extrait, situé en surface. Ce système présentait des fuites au niveau de deux registres qui ont été vraisemblablement aggravées par des phénomènes de corrosion liés à l'atmosphère saline de l'air extrait de l'installation souterraine et qui n'ont pas été détectées du fait de l'insuffisance de contrôles préalables de maintenance de l'installation de ventilation. En effet, selon l'AIB [9], les contraintes de contrôle du système ont été relâchées par le DOE du fait qu'il n'a plus considéré, à compter de 2008, qu'il devait être classé comme important pour la sûreté de l'installation. Le DOE [3] a annoncé avoir colmaté la fuite des registres à l'aide d'une mousse de haute densité le 10 mars 2014.

Des fuites résiduelles de contamination vers l'extérieur ont été observées par le CEMRC [10] à plusieurs reprises depuis le 14 février 2014, lors d'opérations de maintenance (quatre relâchements de trois ordres de grandeur inférieur à celui du 14 février 2014, d'après les relevés effectués à la sortie du puits d'extraction d'air). Le DOE [3] indique à ce sujet qu'il pourrait s'agir de particules restées bloquées dans le système de ventilation depuis l'accident du 14 février 2014 et qui auraient été libérées lors de ces opérations.

Programme de réhabilitation de l'installation - travaux en cours et à venir

Depuis l'incendie du 5 février 2014, la livraison des colis à destination du WIPP a été suspendue. Les fûts provenant du LANL qui devaient être acheminés au WIPP sont soit restés dans ce laboratoire [11], soit ont été évacués vers un centre d'entreposage au Texas [3]. Parmi ces fûts, les fûts de même nature que le fût incriminé dans le relâchement de radioactivité font actuellement l'objet d'un programme de surveillance (mesures de la température notamment, dégagements de gaz...).

Au-delà de la révision de la documentation relative à la sûreté (maîtrise des incendies, procédures d'urgence, formation des travailleurs...) pour tenir compte des recommandations émises par l'AIB [2] [7] [9], les grands axes du programme de réhabilitation [12] publié par le DOE en septembre 2014 sont les suivants.

Décontamination de l'installation souterraine

Au cours des expéditions dans l'installation souterraine, le DOE a identifié et caractérisé les zones contaminées et a entrepris de décontaminer certaines d'entre elles (cf. Figure 4) [3]. La décontamination est réalisée par projection d'eau sur les parois afin de dissoudre le sel en surface et piéger les radionucléides dans les cristaux de sel qui se reforment au sol (cf. Figure 5). Un revêtement de polyéthylène est ensuite posé au sol, puis recouvert de sel concassé non contaminé. Ceci permet, selon le DOE [13], d'atténuer la contamination des parois de 95%. Un fixateur est pulvérisé sur les parois où la contamination est la plus importante [14]. Le DOE ne prévoit pas d'assainir les chambres 6 et 7 de la zone de stockage 7, en raison de leur trop grande contamination ; ces chambres seront donc fermées sans être décontaminées (cf. ci-dessous) [3]. Le puits d'extraction d'air ne sera pas non plus décontaminé compte tenu de la difficulté technique des opérations à réaliser [12]. Le DOE [15] précise que ceci implique pour l'exploitation future de l'installation, qui devra tenir compte de la présence de parties contaminées et d'autres non contaminées, de maintenir en permanence la filtration de l'air extrait par ce puits contaminé et de compléter le système de ventilation (cf. ci-dessous).

Fermeture anticipée de parties du stockage

Le DOE [16] a présenté un plan de fermeture préliminaire pour les parties du stockage (zone 6 et chambre 7 de la zone 7) où des fûts du même lot que le fût incriminé avaient déjà été stockés, conformément à la demande du département de l'environnement du Nouveau-Mexique [17]. Les opérations prévues dans ce plan consistent notamment en la pose d'une cloison métallique doublée d'un revêtement étanche (cf. Figure 6) [16]. L'obturation de ces espaces se trouve à l'entrée de la zone de stockage 6 et à l'entrée de la chambre 7 de la zone 7 (cf. Figure 7) ; le DOE compte en effet remplir de déchets le reste de la zone 7, actuellement contaminée [16]. Ces opérations ont été achevées début juin 2015 [3]. Selon un article de presse [18], le département de l'environnement du Nouveau-Mexique (NMED) a indiqué qu'un système de fermeture plus durable tel qu'un mur anti-explosion devra être réalisé.

Modification du système de ventilation

Le DOE [12] a indiqué que le débit d'air actuel dans l'installation souterraine (environ 100 000 m³/h), réduit à cause de la filtration de l'air extrait, est inadapté à la reprise de l'exploitation. Aussi, le DOE procède actuellement à l'installation en plusieurs étapes de systèmes de ventilation supplémentaires afin de rétablir le débit nécessaire aux opérations de stockage de colis de déchets et de creusement (environ 722 000 m³/h de débit total). L'installation d'un premier jeu de ventilateurs devrait permettre selon le DOE [12] d'augmenter le débit d'air (jusqu'à 194 000 m³/h) ; la séparation des flux d'air provenant des parties contaminées et non contaminées de l'installation sera assurée par la mise en place de barrières dans les galeries de l'installation [15] dont la conception n'est pas précisée dans les documents disponibles. Une ventilation dite « finale » non définie à ce stade devrait permettre d'atteindre le débit total nécessaire.

A ce jour, le DOE prévoit de reprendre les activités de stockage au WIPP fin 2016 [3].

Premiers enseignements tirés par l'IRSN

L'amélioration de la sûreté des installations nucléaires est une priorité constante, qui passe notamment par l'analyse des événements qui s'y déroulent. Il importe pour l'IRSN de prendre en compte le retour d'expérience (REX) issu des deux accidents survenus au WIPP dans l'évaluation de la sûreté des opérations de gestion des déchets radioactifs, notamment celles concernant le stockage des déchets en formation géologique profonde. L'IRSN [19] a ainsi fait valoir les premiers enseignements tirés des accidents du WIPP dans son rapport d'expertise de la maîtrise des risques en exploitation au niveau esquisse du projet Cigéo, projet de stockage de déchets de haute et moyenne activité à vie longue actuellement développé en France par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra). Il est à noter que la conception de Cigéo présente des différences notables (roche argileuse, types de déchets, principes de sûreté...) en comparaison de celle du WIPP, ce qui conduit à axer l'analyse des accidents sur les éléments transposables.

En outre, l'importance du colis de déchets comme première barrière de confinement est clairement réaffirmée. A ce sujet, les efforts doivent porter avant tout sur la connaissance des déchets (caractérisation, contrôle) afin notamment d'évaluer la réactivité chimique des déchets. A cet égard, la maîtrise des réactions pouvant entraîner une montée en température des colis, à l'origine de l'accident du WIPP, est un point particulièrement important. Par ailleurs, le conditionnement doit être élaboré de manière à limiter la dissémination de substances radioactives hors du colis en cas d'incident ou d'accident d'exploitation.

De plus, la surveillance reste, en complément de dispositions de prévention prises dès la conception de l'installation de stockage, une des dispositions de sûreté fondamentale à mettre en œuvre. A cet égard, l'IRSN a recommandé que soit établi, pour le projet Cigéo, un programme de surveillance permettant de détecter au

plus tôt une montée progressive de la température des colis de stockage présentant des risques de réactions exothermiques (cas des colis de déchets bitumés notamment). Cette détection précoce, suivie de la mise en œuvre d'actions correctives, devrait viser à éviter l'atteinte du seuil de température au-delà duquel un risque d'emballement de réactions exothermiques existe.

Par ailleurs, les deux accidents survenus au WIPP montrent que, malgré l'ensemble des dispositions de sûreté qui peuvent être conçues et la volonté des différents acteurs de l'exploitation d'un stockage géologique de les mettre en œuvre, la relaxation de ces dispositions avec le temps ne peut être exclue, et ce d'autant plus que la durée d'exploitation envisagée pour une telle installation est longue. La démarche de sûreté pour ce type d'installation doit donc impérativement inclure des scénarios mettant en jeu des combinaisons de défaillances de ces dispositions, même lorsqu'elles apparaissent improbables, afin de renforcer la capacité de l'installation de stockage dès sa conception à faire face aux aléas d'exploitation. Ceci peut conduire à considérer des scénarios extrêmes. A cet égard, l'IRSN a recommandé que l'Andra postule un scénario d'emballement de réactions exothermiques à l'intérieur de plusieurs colis de boues bitumées et, sur cette base, identifie le cas échéant des dispositions complémentaires nécessaires pour éviter l'occurrence d'un rejet à l'extérieur de l'installation ou en limiter les conséquences.

Si enfin une situation accidentelle venait à se produire malgré toutes les dispositions de prévention retenues, le cas du WIPP montre qu'il existe en milieu souterrain des difficultés particulières liées à l'intervention et à la caractérisation de l'accident lui-même, en particulier si les ouvrages sont contaminés : ceci peut conduire à une durée importante d'arrêt de l'exploitation avec des conséquences qui peuvent être importantes à la fois sur la sûreté de l'installation et sur celle de l'ensemble des filières de gestion de déchets en amont du stockage. L'IRSN estime ainsi que dans la conception d'un stockage géologique, il est nécessaire d'identifier les situations accidentelles qui sont de nature à modifier profondément le fonctionnement ultérieur de l'installation (cas par exemple d'une contamination de galeries de liaison ou d'accès à des alvéoles de stockage dans Cigéo), et de prévoir des dispositions pour éviter ce type de situation. Au-delà de la prévention des situations accidentelles, l'intervention et la réhabilitation de l'installation doivent être anticipées dès la conception de l'installation, en vue notamment de préserver des possibilités d'actions ayant fait l'objet d'évaluations au préalable. La définition de dispositions permettant la récupération des colis endommagés ainsi que de circonscrire la contamination dans l'installation, puis de réhabiliter la zone affectée est un élément important pour laisser les choix ouverts quant au devenir de l'installation en cas d'accident sérieux.

Références

- [1] Note de l'IRSN du 12 mars 2014 :
http://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Pages/20140314_Incidents-WIPP-Nouveau-Mexique.aspx
- [2] AIB investigation report - Fire investigation report :
<http://www.wipp.energy.gov/Special/AIB%20Report.pdf>
- [3] DoE News Release & Updates :
<http://www.wipp.energy.gov/wipprecovery/recovery.html>
- [4] An independent assessment of the February, 14th 2014 underground radiation release event at the Waste Isolation Pilot Plant, CEMRC : <http://www.cemrc.org/wp-content/uploads/2015/02/2014-CEMRC-Wipp-Rad-Release-Event-Final-Rev-1.pdf>
- [5] « Radiological Modeling Results » sur la page du site web du DOE sur l'accident du WIPP :
http://www.wipp.energy.gov/wipprecovery/accident_desc.html
- [6] Consequence Assessment Review Summary for the February 2014 Radiological Emission Release at the Waste Isolation Pilot Plant - EPA Air Docket A-98-49, Item II-B1-33, août 2014 :
<http://www2.epa.gov/radiation/consequence-assessment-review-summary-february-2014-radiological-emission-release-waste>
- [7] AIB investigation report - Phase 2 - Radiological release event at the Waste Isolation Pilot Plant on February 14, 2014 :
http://www.wipp.energy.gov/Special/AIB_WIPP%20Rad_Event%20Report_Phase%20II.pdf
- [8] Technical Assessment Team report :
http://www.wipp.energy.gov/Special/TECHNICAL_ASSESSMENT_TEAM_REPORT.pdf
- [9] AIB investigation report - Phase 1 - Radiological release event at the Waste Isolation Pilot Plant on February 14, 2014 :
http://www.wipp.energy.gov/Special/AIB_Final_WIPP_Rad_Release_Phase1_04_22_2014.pdf
- [10] CEMRC Station A & B Fixed Air Samplers data : <http://www.cemrc.org/2014-wipp-release/station-b-fas-data/>
- [11] Article de l'Albuquerque Journal du 20 avril 2015 : <http://www.abqjournal.com/572419/news/doe-says-radioactive-waste-in-drums-at-los-alamos-are-stable.html>
- [12] WIPP Recovery Plan, revision 0 : http://www.wipp.energy.gov/wipprecovery/plans_reports.html
- [13] Article du Current Argus du 3 avril 2015 :
<http://www.currentargus.com/story/news/local/2015/04/03/public-gets-glimpse-at-activities-underground/32452345/>
- [14] Retranscription de l'audience du Defense Nuclear Facility Safety Board du 29 avril 2015 à Carlsbad :
<http://www.dnfsb.gov/board-activities/public-hearings/waste-isolation-pilot-plant-public-hearing>
- [15] Town Hall Meetings, DOE : <http://www.wipp.energy.gov/wipprecovery/townhallmeeting.html>
- [16] Waste Isolation Pilot Plant - Nitrate Salt Bearing Waste Container Isolation Plan - revision 1 :
http://www.wipp.energy.gov/library/Information_Repository_A/Responses_to_Administrative_Order/14-2614_WIPP_Nitrate_Salt_Bearing_Waste_Container_Isolation_Plan_2014%20Redacted.pdf
- [17] New Mexico Environment Department Administrative Order :
https://www.env.nm.gov/wipp/documents/NMED_AO_2_27_14.pdf
- [18] Article de l'Albuquerque Journal du 2 juin 2015 : <http://www.abqjournal.com/555711/news/roof-collapses-pose-safety-risk-at-wipp.html>
- [19] Page web de l'IRSN - Dossier « esquisse » du projet Cigéo :
http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_gp/gp-dechets/Pages/GPD-GPU_Rapport-IRSN-Cigeo-exploitation_122014.aspx

Figures

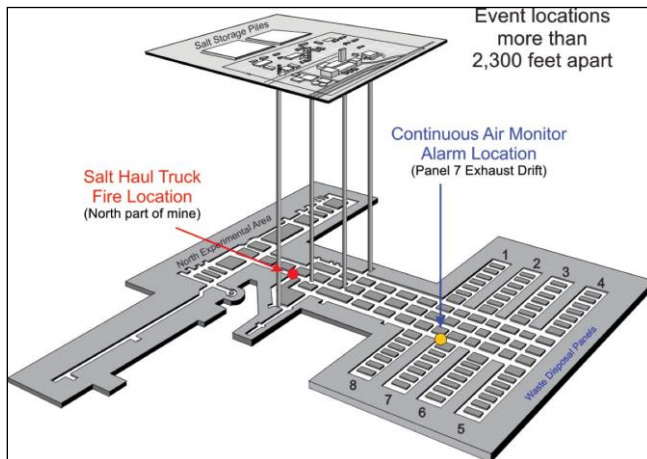


Figure 1 : schéma d'ensemble du WIPP. En rouge : lieu de l'incendie (partie nord, zone d'expérimentations). En jaune : localisation de la balise qui s'est déclenchée le 14 février 2014 [<http://www.wipp.energy.gov/special.htm>]



Figure 2 : personnel de DOE intervenant dans l'installation souterraine en mars 2015 [<http://www.wipp.energy.gov/wipprecovery/townhallmeeting.html>]



Figure 3 : photo de colis de déchets stockés pris du dessus. Le fût incriminé dans la fuite de radioactivité est au milieu à gauche de la photo [<http://www.wipp.energy.gov/pr/nr.htm>]

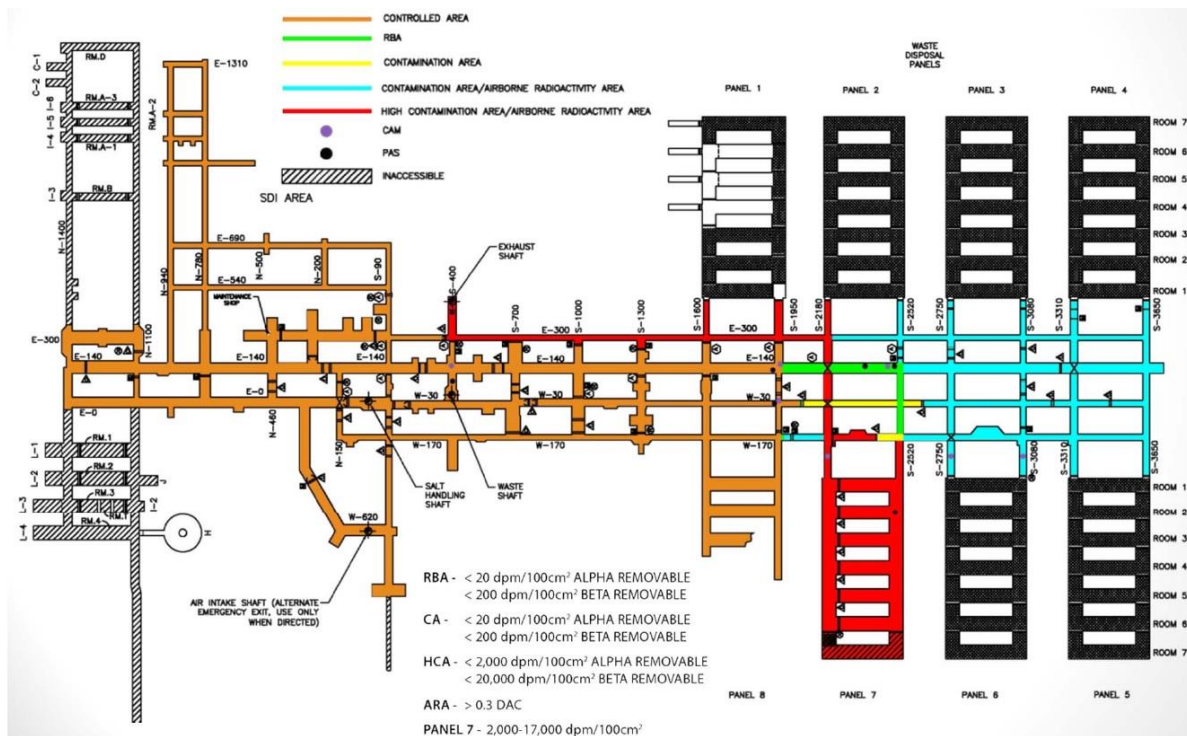


Figure 4 : schéma de l'étendue de la contamination de l'installation souterraine en août 2015. En jaune, bleu et rouge : zones contaminées ou fortement contaminées. En marron : zones contrôlées. En vert : zone radiologique tampon. [<http://www.wipp.energy.gov/wipprecovery/townhallmeeting.html>]



Figure 5 : projection d'eau sur les parois de l'installation souterraine, extrait vidéo [http://www.wipp.energy.gov/Video/Mitigating_Contamination.mp4]



Figure 6 : photos des cloisons métalliques à l'entrée de la zone de stockage 6 (à gauche) et de la chambre 7 de la zone de stockage 7 (à droite) [<http://www.wipp.energy.gov/pr/nr.htm>]

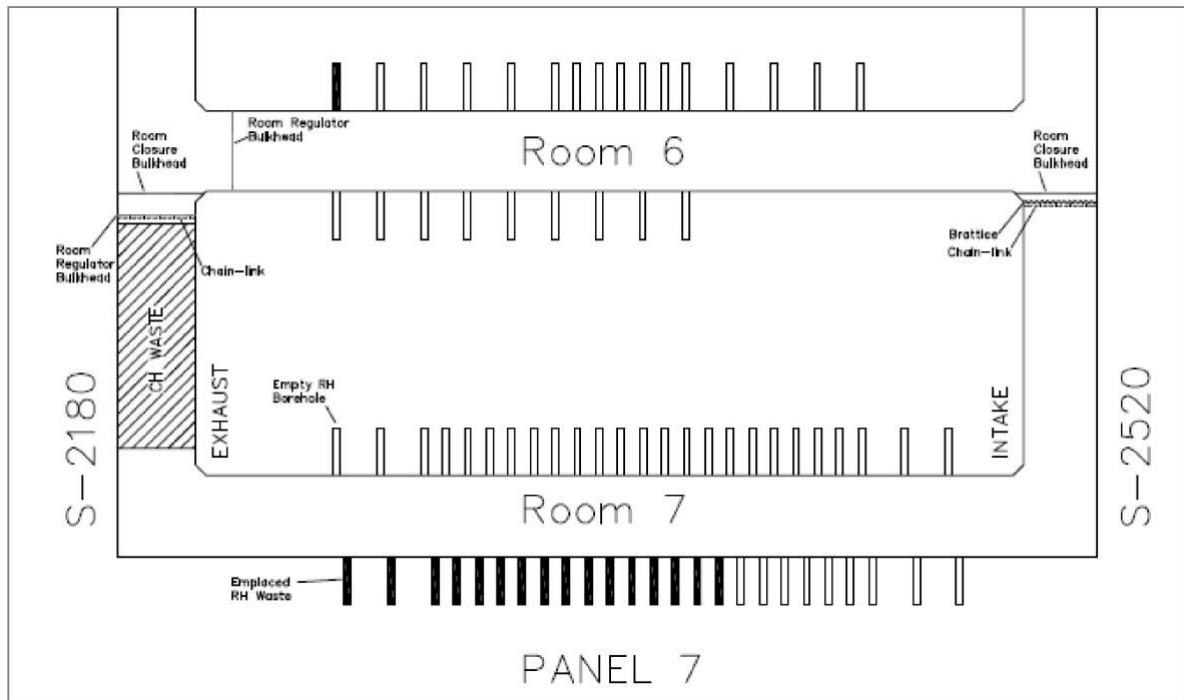


Figure 7 : cloisons installées en vue de la fermeture définitive de la chambre 7 de la zone 7
 [http://www.wipp.energy.gov/library/Information_Repository_A/Responses_to_Administrative_Order/14-2614_WIPP_Nitrate_Salt_Bearing_Waste_Container_Isolation_Plan_2014%20Redacted.pdf]