

Annexe 5

Rapport présenté dans le cadre du mandat du COPIL StocaMine

StocaMine :

Fermeture du site de stockage de déchets de catégorie 0 et 1, étude des variantes et développement durable

1er juillet 2011

par Marcos Buser¹ et Walter Wildi²

¹ Marcos BUSER, Dipl.geol. ETH, Gutachten & Projekte, Funkackerstrasse 19, CH-8050 Zurich, marcos.buser@bluewin.ch

² Prof. Walter WILDI, Institut F.A.Forel, Université de Genève, 10 route de Suisse, CH-1290 Versoix, walter.wildi@unige.ch

StocaMine : Fermeture du site de stockage de déchets de catégorie 0 et 1, étude des variantes et développement durable

Rapport présenté dans le cadre du mandat du COPIL StocaMine

Par Marcos Buser et Walter Wildi

Préambule

La « Directive 2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil » (19 novembre 2008) fournit le cadre général concernant la gestion des déchets en précisant notamment (art. 13, protection de la santé humaine et de l'environnement) : « Les Etats membres prennent les mesures nécessaires pour assurer que la gestion des déchets se fait sans mettre en danger la santé humaine et sans nuire à l'environnement, et notamment:

a) sans créer de risque pour l'eau, l'air, le sol, la faune ou la flore;

... »

Cette directive s'inscrit dans une politique de gestion intégrée des ressources, visant à maîtriser la consommation de ressources naturelles, notamment en réduisant la production de déchets, puis en favorisant leur réutilisation, le recyclage et la valorisation (<http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/introduction.vm>; voir aussi : OFEV 1986 : « Lignes directrices pour la gestion des déchets en Suisse »).

Si cette politique prend de plus en plus forme pour la plupart des déchets ménagers et certains déchets industriels, elle peine à s'imposer pour les déchets dangereux, où le stockage direct, sans autre tri, réutilisation ou valorisation domine le marché depuis plusieurs décennies, et continue de nos jours, surtout par le biais de la décharge dans d'anciennes mines de sel et sur des décharges aménagées en surface. Ces solutions se sont soldées au cours des dernières années par de nombreux échecs et par la suite par des projets d'assainissements engendrant souvent des coûts exorbitants.

Le cas de StocaMine se situe dans cette même logique : La mine a été excavée pendant les années 1990, dans le but d'accueillir des déchets de classe 0 et 1 destinés à un dépôt final, sans réel traitement ou conditionnement au préalable, donc à bas coût. Bien que l'autorisation administrative du stockage ait été liée à la garantie d'une possible réversibilité pendant une durée de 30 ans, peu ou rien n'a été fait pour assurer celle-ci. En conséquence il a suffi, après le stockage de 14% de la quantité de déchets initialement prévue, d'un incendie dans une des galeries de la mine pour arrêter l'accueil de déchets et pour que le détenteur du site postule une stabilité réduite des galeries de la mine, rendant le retrait des déchets risqué, voir dangereux.

Avec l'intention déclarée du détenteur de fermer la mine, on se trouve devant une situation, où expertise minière et hydrologique sont demandées pour trouver une issue. En attendant, malgré 15 ans d'exploitation de la mine, les connaissances du site restent très lacunaires. En effet, aucune surveillance systématique des mines et galeries abandonnées par MDPA n'a été mise en place, et seules des données ponctuelles concernant les venues d'eau et l'envoyage du domaine minier ont été récoltées. En conséquence, l'analyse de sécurité pour un scénario de fermeture de la mine par convergence et envoi des galeries, est essentiellement basée sur un modèle théorique, construit par « avis d'expert ». Le résultat de cette modélisation reste invérifiable et ne pourrait être validé que par une mise en scène du scénario en question et une observation pendant des décennies ou des siècles.

Il va de soi, qu'une telle éventualité ne correspond en rien aux exigences de la directive européenne de gestion des déchets, en matière de sécurité pour la population et l'écosystème. **Dans ce rapport, élaboré dans le cadre du mandat confié au COPIL, il s'agit donc de proposer une solution durable qui offre les garanties de sécurité à long terme exigées.**

1. Introduction

La société StocaMine, créée en 1991, est contrôlée depuis 2005 par les MDPA³ en tant qu'unique actionnaire. La société a été autorisée par arrêté préfectoral du 3 février 1997 à exploiter à Wittelsheim un stockage souterrain réversible de déchets industriels pendant une durée de 30 ans. A l'issue de cette période, l'exploitant devait soit retirer les déchets, soit déposer une demande d'autorisation pour prolonger l'activité du site ou pour le transformer en stockage à durée illimitée. La capacité totale autorisée portait sur 320'000 tonnes de déchets.

44'000 tonnes de déchets de classe 0 et 1⁴ y ont finalement été stockés, notamment des déchets arsénisés, chromiques, mercuriels ou amiantés et des REFION⁵ (annexe 1). Le stockage est aménagé dans les galeries creusées dans les couches de sel sous-jacentes au gisement de potasse exploité antérieurement par les MDPA.

Le 10 septembre 2002, un incendie s'est déclaré et a consumé les déchets et endommagé en partie les galeries du bloc de stockage n° 15. L'activité de stockage a alors été suspendue. Depuis le sinistre, le site n'accepte plus de déchets, mais reste en exploitation en tant que site minier. Il incomberait notamment d'assurer la maîtrise des déchets et la réversibilité du stockage. La maintenance et l'entretien minier sont sous-traités depuis 2007 à la société polonaise KOPEX.

Actuellement StocaMine est soumise à la réglementation suivante (G. Wolf, communication écrite):

- La société Stocamine exploite un stockage souterrain de déchets industriels, autorisé par arrêté du préfet du Haut-Rhin N° 970157 en date du 03 février 1997, pris en application des articles R 512- 28 et suivants du Code de l'Environnement.
- Cet arrêté, accordé pour une durée de 30 ans (article R 512-35 du CdE) à compter de la date de notification, soit jusqu'en 2027, est toujours valide et les prescriptions relatives à la sécurité et à la surveillance du dépôt de déchets sont toujours applicables.
- En ce qui concerne le code minier, la société Stocamine n'est pas soumise aux dispositions de cette réglementation qui s'applique aux MDPA (Mines de potasse d'Alsace) qui ont créé des cavités spécifiques exploitées par Stocamine, à environ 600 mètres sous terre, dans les bancs de sel gemme situés sous la couche de sylvinites dans un rectangle de 1000 m par 850 mètres.
- Les installations (au jour et au fond) de Stocamine relèvent de la législation générale du travail et non du code minier. Les installations de Stocamine ne sont pas soumises au RGIE.⁶

Concernant la situation actuelle du site de stockage, DREAL ALSACE mentionne dans son rapport d'avril 2010 :

- Une déformation des galeries qui augmente les risques pour les travailleurs et rend plus difficile l'accès aux déchets.
- Une corrosion des fûts, sans conséquences apparentes à ce jour.
- Des entrées d'eau très limitées et sans conséquences à ce jour.
- Une absence de garanties financières pour la surveillance du site et le maintien de la sécurité de l'installation.
- Un fonds de garantie insuffisant pour couvrir les frais de remontée des déchets.

Concernant les perspectives, la DREAL constate:

- La convergence naturelle des galeries rend plus difficile l'accès aux déchets, les travaux au fond et en particulier la mise en place du scénario de réversibilité.
- Les coûts de maintenance et d'entretien des infrastructures augmentent.
- Après la fin des MDPA et le transfert de 100% de l'actionnariat de StocaMine à l'Etat :
 - Le régime minier est à maintenir.
 - Des mesures sont à prévoir pour éviter les risques de pollution à très long terme suite à l'engorgement naturel.

³ MDPA : Mines de Potasse d'Alsace

⁴ Classification des déchets : Classe 0 : déchets obligatoirement destinés au stockage souterrain ; Classe 1 : déchets pouvant être éliminés dans un Centre d'Enfouissement Technique de classe 1 (CET 1).

⁵ REFION : Résidus d'Épuration des Fumées d'Incinérations des Ordures Ménagères

⁶ RGIE : « Règlement Général des Industries Extractives »

Pour l'avenir du site de stockage, la DREAL cite les hypothèses développées par StocaMine:

- Nécessité du confinement des déchets du bloc 15, endommagé par l'incendie de 2001.
- Faisabilité de la réversibilité pour les autres déchets, pour un montant de 80 à 100 M€.
- La préférence pour un stockage illimité par ennoyage, puis d'une surveillance du site, y compris de la nappe alluviale, au moins jusqu'à la fin du remplissage.

Concernant ces hypothèses, la DREAL ALSACE constate:

- Un scénario de réversibilité trop vite écarté par StocaMine.
- La nécessité d'un bilan écologique qui apportera un éclairage pertinent sur l'intérêt de ce scénario et qui devrait constituer une base d'évaluation de l'opération.
- L'irréversibilité du bloc 15 ne doit pas constituer un à priori. Une telle décision devrait être motivée.
- « Un stockage à durée illimitée aux conséquences et aux modalités insuffisamment analysées. Ce scénario pose la question de la garantie à long terme de l'absence d'impact environnemental sur la base de modélisations de phénomènes géologiques. L'expérience locale doit conduire l'administration et l'exploitant à faire preuve de modestie dans l'utilisation de ces outils prédictifs. »

« L'étude de BMG Engineering AG conclut en cas d'évolution normale du stockage, que les risques pour l'homme et l'environnement sont acceptables. En revanche, en fonctionnement dégradé (rupture d'un bouchon par exemple), les risques pourraient être importants, notamment du fait du lessivage des déchets pouvant conduire à des dépassements des seuils d'acceptabilité. La probabilité associée à cette hypothèse devrait être analysée. »

« Les moyens permettant de prévenir ou de maîtriser ces risques devraient être clairement étudiés. Les moyens de surveillance ne sont pas suffisamment abordés et explicités. »

« L'abandon des déchets mérite l'analyse de différentes options : Compartimentage des galeries, inertage ou encapsulage des déchets . . . sont autant de solutions alternatives à la solution minima présentée, les barrages de sel. »

« L'étude d'impact sur les enjeux à long terme est insuffisante. »

Dans la suite de l'évolution du dossier, à l'occasion de la réunion de la CLIS STOCAMINE du 16 septembre 2010, après avoir pris connaissance du rapport de Caffet et Sauvalle (2010), il a été décidé la création d'un comité de pilotage (COFIL) dont les membres sont mandatés par chaque collège de CLIS, complétés par deux experts désignés par les représentants du personnel, un président de comité, un représentant du bureau d'étude réalisant les tierces-expertises et un secrétaire. Le comité de pilotage est chargé d'analyser les éléments du dossier élaboré par la société StocaMine, relatif au projet de fermeture. Ses missions consistent à :

- réaliser une analyse critique de la pertinence et de l'exhaustivité des scénarios et des variantes qui ont été envisagés,
- établir une méthodologie pour les évaluer et les comparer,
- identifier et exploiter le travail déjà réalisé par StocaMine et en particulier les études réalisées par l'INERIS,
- rédiger le cahier des charges pour une expertise tiers des dossiers élaborés par StocaMine :
 - les travaux nouveaux à réaliser
 - les compléments par rapport aux études INERIS à réaliser
 - les études INERIS à tiers-expertiser,
 - réaliser une synthèse du travail du comité qui présentera une récapitulation des scénarios envisagés et l'évaluation qu'en fait le comité.

Le COFIL s'est réuni une première fois le 19 novembre 2010 à Strasbourg. Depuis cette première séance, jusqu'à la séance du 23 mai 2011 il a centré ses travaux essentiellement sur la question des difficultés du retrait des déchets des galeries de StocaMine et de leur transfert éventuel dans une mine de sel en Allemagne. Les autres questions posées par la DREAL ALSACE (2010), et notamment celles concernant les aspects du risque à long terme en cas de stockage illimité (ennoyage de la mine et transformation du site en dépôt final) ont été reléguées clairement en deuxième position de l'ordre du jour. Une demande de la part des auteurs du présent rapport concernant l'urgence de l'établissement d'une l'expertise par des entreprises spécialisées dans le

domaine du stockage profond de déchets spéciaux et des possibilités de déstockage n'a pas été prise en compte par le COPIL.

Le présent rapport a été rédigé dans le but d'exprimer un avis sur les risques environnementaux à long terme et les stratégies à développer en vue d'une fermeture du site dans le cadre d'une politique de développement durable.

2. Documentation

Les membres du COPIL ont profité dès le début de leur travail de la liste bibliographique fournie par StocaMine (annexe 2, références [1] à [46]) et des rapports (en forme électronique) figurant sur cette liste. Les résultats des travaux réalisés par INERIS, soit à la demande de StocaMine, soit demandés par le COPIL, ont été présentés au cours des séances du COPIL et mis à sa disposition sous forme de présentations *power point*. Les rapports détaillés, justifiant les thèses et hypothèses de l'INERIS, n'ont été mis à disposition que tardivement et partiellement, et n'ont en conséquence pas pu être expertisés correctement par le COPIL, ni par d'autres experts, contrairement à la demande exprimée par la CLIS. Le COPIL ne disposait pas non plus des projets concrets de fermeture de la mine de StocaMine.

3. Etat des déchets

Les 44'000 tonnes de déchets énumérés dans l'annexe 1 ont été déposés dans les galeries de stockage dans les emballages et colis suivants (BMG 2006, p. 10, [34]). :

- Big-bags en tissu synthétique, avec une capacité de 1000 ou 1500 kg, posés sur des palettes (1 big-bag par palette). Total : 53'900 big-bags, dont 19'000 de la classe 0.
- Fûts métalliques, le plus souvent de 200 l, avec une housse interne en polyéthylène (à l'exception des fûts pour sel de trempe). Les fûts sont fermés par un bouchon, soit en plâtre, soit en béton, charbon actif ou encore en polyuréthane. Un type de fût comporte un deuxième fût interne en polyéthylène, de 120 litres ; l'espace entre les deux est rempli de béton. Quatre (exceptionnellement trois) fûts sont regroupés sur une palette. Total : 8'800 palettes, dont 7'800 de classe 0.
- Palettes filmées, avec déchets en vrac ou en « pièces » (ex. tuyaux ou autres matériaux contenant de l'amiante). Total : 1'300 palettes toutes de classe 1.
- Conteneurs métalliques de 120 x 120 x 110 cm, fermés hermétiquement, en partie avec une housse interne en polyéthylène. Total : 200 conteneurs, de classe 0.

Les déchets n'ont subi aucun traitement spécifique (traitement thermique, conditionnement en béton ou autre). Ils se trouvent le plus souvent en vrac (poudres, débris, pièces), ou éventuellement en masse compacte (sels de trempe). A leur acceptation, les déchets ont été étiquetés et inventoriés, échantillonnés et analysés de façon aléatoire (à l'exception des déchets amiantés), et leur emplacement a été cartographié.

Dans son rapport de 2006, BMG (p. 13, [34]) mentionne une possible altération et fragilisation des big-bags. 10% des colis auraient subi des déchirements lors d'un essai de déstockage de déchets à PCB dans le bloc 13 en 2001-2002, mais sans utilisation d'outils spécialement conçus à cet effet. Le taux élevé d'atteintes (blessures) aux big-bags lors du déstockage demande une explication.

En revanche, l'état visuel des big-bags stockés sur le front des galeries ne relève pas d'anomalie. De même, les fûts peuvent montrer des gonflements à hauteur des bouchons de plâtre, mais sont autrement manifestement en bon état. Ce constat est confirmé par l'absence d'émanation de gaz polluants dans l'air (op. cit. p. 7). Les palettes en bois des rangées supérieures ont souvent cédé sous le poids des big-bags supérieurs et du fait de la faible cohésion des big-bags inférieurs sur lesquels reposent ces palettes. Un deuxième phénomène relatif à ces mouvements de palettes induits par des mouvements du mur doit être considéré. L'évaluation de l'importance de ces mouvements demanderait cependant une information cartographique de l'état de la surface du sol au moment de la mise en place des déchets.

4. Etat et évolution des galeries d'accès et de stockage

A leur excavation, les galeries avaient les profils suivants :

- Voies d'accès : 3.8 m de largeur, 2.8 m de hauteur
- Allée : 5.5 m de largeur, 2.8 m de hauteur
- Recoupe : 5.5 m de largeur, 2.8m de hauteur

La convergence horizontale par fluage du sel était évaluée à 3.5 à 9.5 cm/an, soit entre 0.64 et à 1.7%/an (BMG, 2006, p.7, [34]) ; ce taux serait également valable pour la convergence verticale. Selon l'INERIS (exposé au COPIL, décembre 2010), les mesures in situ donnent cependant actuellement des vitesses distribuées entre 0,35% et 1,3% par an, donc significativement plus petites.

Concernant les processus de convergence, deux situations différentes sont observées :

- Dans les galeries creusées à 25 m sous le niveau de potasse (blocs 15, 16, 25 et 26), plusieurs bancs de sel localisés dans le toit, fortement stratifiés et séparés par des niveaux de marnes, se sont partiellement décollés, cassés et peuvent s'écrouler dans les galeries, vides de déchets, à l'exception de celles d'une partie du bloc 15.
- Dans les galeries creusées à 23 mètres sous le niveau de potasse (ce sont celles qui contiennent la plupart des déchets), toit et mur peuvent également montrer des phénomènes de décollement local, mais bien plus faibles et sans cassure de la roche. Les galeries contiennent en général deux couches superposées de big-bags, ou alors de fûts. Dans certaines galeries, les parements peuvent être au contact des colis de la couche supérieure de big-bags. De façon générale, les galeries montrent une stabilité satisfaisante et conforme aux attentes dans ce genre de mine.

Dans les deux cas mentionnés ci-dessus, les fractures dans les piliers contribuent de façon significative à la convergence horizontale.

Processus de fluage et processus cassants et de décollement jouent donc un rôle important dans la convergence horizontale et verticale des galeries, sans qu'il soit possible pour l'instant de quantifier correctement la part de chacun des deux processus.

5. Option du stockage final par ennoyage de la mine : le chemin vers un dépôt final

Critères de la fermeture et transformation en dépôt final :

Simple fermeture minière de StocaMine ou la fermeture définitive en présence de déchets toxiques de catégorie 0 et 1 représentent deux cas de figure très différents :

- Dans le cas de la **fermeture d'une mine**, il s'agit essentiellement d'assurer la stabilité des terrains de surface, et de limiter l'écoulement de saumure de sel dans la nappe phréatique. Bien qu'un tel écoulement puisse être dommageable pour la qualité de l'eau potable, il s'agit à priori plus d'une gêne que d'un danger. De plus, les contacts naturels entre couches salines (zone salifère supérieure) et quaternaire occasionnent une salinisation supplémentaire des eaux de surface (cf. profil en p. 59 du rapport Mica [28]).
- Dans le cas d'une **fermeture définitive en présence de déchets toxiques** il s'agit de la transformation d'une mine en un **dépôt final** où, à l'exemple des déchets nucléaires, l'exigence de base est la sécurité à long terme (dans le cas présent : sans limite de temps), afin de préserver santé et vie humaine ainsi la qualité des écosystèmes, dans l'esprit du développement durable (préservation des chances et équité avec les générations futures). Ceci implique notamment que les conditions suivantes soient remplies :
 - Garantie du confinement des substances toxiques par un système de barrières naturelles et techniques robustes, résistant aux différents processus de mobilisation et de transfert des substances du dépôt vers la biosphère.

- Situation géologique et hydrogéologique stable : Protection de l'érosion par des couches hydrogéologiques de faible perméabilité, suffisamment épaisses, absence de rentrées d'eau dans les zones de stockage par des anciens puits d'exploitation, des sondages ou des zones hydrauliquement affaiblies par l'exploitation.
- Stabilité à long terme des mesures de protection, principalement stabilité géo - mécanique et géochimique des remplissages des puits, galeries d'accès et galeries de stockage, garantie de fermeture étanche du système souterrain.
- Garantie de la non - réactivité des déchets au contact de saumures (formation de gaz, formation de pâtes boueuses, réactivités au niveau de la chimie des déchets, rhéologie des pâtes etc.)

La durabilité de ces conditions de stockage doit être démontrée et validée par des procédures scientifiquement robustes. La validation de la fermeture étanche des puits et des entrées des galeries de stockage nécessite une méthodologie qui n'a encore été développée nulle part dans les projets de stockage profond de déchets toxiques ou radioactifs.

Dans le cas présent, les déchets déposées dans les galeries de la mine ne sont protégés que par leur emballage (big-bag ou fût), et par la barrière de la roche encaissante, le sel. Cette dernière constitue en conséquence la seule barrière substantielle à moyen et long terme. Les experts mandatés par StocaMine et les experts du COPIL conviennent dans leur appréciation qu'un ennoyage de la mine par l'arrivée d'eau le long des anciens puits (ou autres cheminements non encore identifiés ?) est inévitable à terme (cf. ci dessous).

Risque environnemental :

A l'occasion de la séance du COPIL du 23 mai 2011, INERIS a présenté les scénarios de fermeture du site de stockage, sans retrait des déchets. Le scénario de base serait le suivant :

- Les puits d'accès sont fermés par des bouchons de faible perméabilité.
- Les galeries de stockage sont fermées par des barrières ouvragées en bentonite et contournées par des courts-circuits hydrauliques.
- Fermeture des vides miniers par fluage et ennoyage naturel des vides miniers restants (à l'exception des galeries de stockage), en un délai d'environ 300 ans.
- Expulsion de la saumure dans la Nappe d'Alsace en fonction de la fermeture des vides miniers par fluage.
- Remplissage des galeries de stockage en quelques milliers d'années et expulsion de la saumure contaminée dans la Nappe d'Alsace.

Malgré les dispositions de fermeture prévues, les calculs d'INERIS indiquent qu'une pollution de la Nappe d'Alsace n'est pas évitable, si l'ennoyage se produit avant une période de 1000 ans. Même si des doutes pèsent toujours sur le bien-fondé de tels modèles et de tels calculs, un déstockage partiel ou complet des déchets paraît inévitable afin de prévenir cette pollution.

Aucune autre étude concernant les risques liés à la transformation du site en dépôt final (voir ci-dessus) n'a été réalisée à ce jour.

6. Option du déstockage total ou partiel

Le rapport BMG (2006, [34]) fournit une analyse de la variante du déstockage. Le COPIL s'est ensuite préoccupé de cette question tout au long de ses travaux. Il est admis à ce jour que le déstockage s'impose dans les conditions suivantes (COPIL):

- a) Si le risque environnemental, notamment de pollution de la Nappe de l'Alsace, est trop élevé (cf. ci dessus).
- b) Si une autre raison d'intérêt supérieur l'exige (cf. chapitre 7).

Dans le scénario du déstockage il convient d'analyser en particulier les aspects suivants :

- Expériences existantes sur le déstockage de déchets spéciaux en mine.
- L'inventaire des déchets à déstocker, ou à laisser éventuellement dans la mine.
- Les conditions de risques miniers spécifiques durant les opérations de déstockage
- Les conditions techniques et de sécurité des travailleurs pendant les travaux de déstockage.
- Le devenir des déchets après déstockage (tri, transport, conditionnement, retraitement, restockage).
- Les conditions d'autorisation pour les installations de surface et le transport des déchets.
- Les aspects financiers et l'organisation de l'opération, du déstockage au dépôt final.

Expériences existantes sur le déstockage de déchets spéciaux en mine :

Le déstockage de déchets spéciaux en mine a été couramment pratiqué sur les sites suivants:

- a) Dépôt de déchets spéciaux dans l'ancienne mine de sel de Herfa-Neurode: Depuis 1972, près de 3 millions de tonnes de déchets spéciaux du même type que ceux stockés à StocaMine ont été entreposés à Herfa-Neurode. Les galeries de Herfa-Neurode sont beaucoup plus larges que celles de StocaMine et environ 2 fois plus hautes. Le dimensionnement de la mine par chambres et piliers assure des conditions de stabilité. Pour des motifs de sécurité de travail, des mesures d'ancrage ont été réalisées.

Les principes de stockage ont été copiés par StocaMine sur le modèle de Herfa-Neurode. Sur le site Allemand les déchets sont également conditionnés dans des big-bags et des fûts. Un tri des déchets par catégories dans des galeries spécifiquement aménagées à cet effet n'a pas été réalisé. En général, les fûts et big-bags sont posés sur des palettes dès l'arrivée dans les galeries de stockage. L'emplacement de chaque lot de déchets est ensuite répertorié, de façon à le retrouver aisément en cas de besoin.

Au cours de la dernière décennie, 30'000 tonnes de déchets spéciaux ont été à nouveau déstockés, ce qui a nécessité le déstockage et restockage d'un important nombre de colis. Il existe à Herfa-Neurode une grande expérience du déstockage et du restockage de big-bags et fûts sur palettes et une importante expérience des techniques de récupération des risques associés à ces opérations. La protection des travailleurs dans ces programmes de récupération de déchets est assurée.

- b) Déchets spéciaux entreposés dans la mine de calcaire à St-Ursanne: Entre 1998 et 2007 d'importants travaux d'assainissement ont été réalisés dans l'ancienne mine de calcaire de St-Ursanne. Les mines de St-Ursanne avec des galeries de 12 à 15 m de hauteur en moyenne ont présenté des risques miniers importants lors de l'évacuation des déchets qui avaient été entreposés durant plusieurs décennies. Plusieurs étapes d'assainissement ont été réalisés, principalement sur des déchets galvaniques stabilisés et des déchets galvaniques en vrac, des lots de big-bags avec divers déchets stabilisés ou des fûts avec huiles minérales entreposées dans des masses de déchets divers. Au total, plus de 100'000 m³ de matériel ont été retravaillés. Après assainissement complet, la mine a été remblayée avec près de 900'000 m³ de déblais propres, provenant de la construction autoroutière. Le site est aujourd'hui entièrement assaini. Aucun accident humain ne s'est produit. Toutes les opérations de déstockage et d'élimination de déchets ont été menées dans le respect des lois, tout particulièrement en ce qui concerne les dispositions pour la protection des travailleurs.

Les soussignés ont présenté au COPIL les deux projets cités. Concernant Herfa-Neurode, il a été proposé de faire venir les spécialistes de ce site à StocaMine dans le but d'évaluer la faisabilité et les risques d'un déstockage. Toutefois à notre connaissance, cette invitation n'a jamais été adressée à Herfa-Neurode.

Il convient de signaler que le site de Herfa-Neurode n'a pas été retenu dans le rapport Feuga (2010). Sur proposition des soussignés, le site de Herfa-Neurode a fait l'objet d'une évaluation des risques à long terme dans la présentation d'INERIS à l'occasion de la séance du COPIL du 23 mai 2011. INERIS estime qu'il y a équivalence entre la fermeture de StocaMine avec barrières et le restockage à Herfa-Neurode. Nous reviendrons sur ce point dans le chapitre 7.

Inventaire des déchets à déstocker :

Tous les déchets actuellement présents en fond de mine seraient à déstocker, à l'exception éventuelle des déchets suivants :

- Déchets amiantés : Déchets sur palettes filmées ; év. déchets dans des big-bags, contrôlés pour l'occasion par des personnes autorisées.
- Déchets du bloc 15, consommés partiellement par incendie. L'option d'un déstockage reste toutefois ouverte tant que ce bloc n'a pas fait l'objet d'une investigation détaillée.

Il est noté que les problèmes de la manipulation des big-bags avec des déchets amiantés sont similaires que ce soit pour un déstockage ou pour une réorganisation dans les galeries en vue de leur dépôt final à StocaMine, pour autant que les big-bags ne soient pas endommagés. Un travail en équipement de protection fermé permet de gérer ce type de risque, mais alourdit évidemment les opérations. Notons que ces risques existaient déjà lors de mise en stockage.

Conditions techniques et de sécurité des travailleurs :

- Compartimentage de la mine en zones de sécurité et de contamination admise (zones blanche, grise, noire).
- Mise en place d'un dispositif de sécurité, selon la législation en cours.
- Organisation des travaux selon deux métiers (ou compétences) :
 - *Risques miniers* : (a) analyse des risques miniers et recommandations pour la gestion des risques miniers; (b) sécurisation des galeries avant et pendant le déstockage par du personnel spécialisé (pose d'ancrages) ;
 - *Déstockage* : déstockage par des équipes spécialisées, de préférence dirigées par des cadres expérimentés en déstockage (ex. Herfa Neurode). Le nombre d'équipes nécessaires à un travail en continuité dépendra des conditions de protection à choisir (surtout de la nature des déchets déstockés).
- Travail sous protection adéquate selon le type de déchets à déstocker ou à déplacer dans la mine et selon les dispositions requises pour la protection de la santé.
- Dispositif de ventilation adapté aux travaux en cours ; aspiration rapprochée si nécessaire.

Devenir des déchets après déstockage :

Les problèmes rencontrés pour une éventuelle acceptation de la transformation du site de StocaMine en dépôt final sont le fruit de la politique européenne en matière d'élimination des déchets spéciaux au cours des dernières décennies. En effet, l'attribution « généreuse » d'autorisations de stockage de déchets toxiques dans des mines de sel (principalement en Allemagne) a conduit, d'une part à l'établissement de décharges souterraines très importantes, mais dont la preuve de faisabilité d'un stockage final selon des critères de sécurité stricts reste difficile, voir impossible. D'autre part, cette offre de stockage bon marché a fait disparaître beaucoup de techniques et installations de traitement de déchets. Même la recherche sur ces techniques a été sérieusement affectée. En conséquence, les problèmes rencontrés à StocaMine se poseront sur la plupart des sites de stockage en mine profonde à moyen et long terme⁷.

Concernant les déchets déstockés à StocaMine, les scénarios suivants peuvent être considérés :

- a) Reconditionnement et tri des déchets -> évacuation vers des sites de stockage pour déchets de Classe 1 en France et de Classe 0 en Allemagne ou même évacuation intégrale des déchets vers l'Allemagne -

⁷ L'existence actuelle de grands centres de stockage qui permettent de concentrer en un nombre limité de sites de grandes quantités de déchets a au moins l'avantage de permettre sur ces sites une surveillance adéquate, puis de prévoir l'application de mesures globales en matière de traitement des déchets et leur évacuation vers des dépôts finaux.

> éventuellement restockage provisoire dans des centres d'accueil spécialisés aménagés sur des décharges en surface (C1), ou dans des anciennes mines de sel (C1 et C0). Dans cette hypothèse, le traitement des déchets en vue de leur inertisation, et leur conditionnement pour stabilisation sont remis à plus tard. En revanche, l'entreposage dans des sites de stockage plus importants que celui (avorté par accident) de StocaMine, permettra une surveillance des déchets et de l'environnement à la hauteur des exigences les plus strictes. Le site de stockage de Herfa Neurode (Allemagne) offre à notre connaissance les meilleures conditions pour la réalisation de cette variante pour les déchets de Classe 0. Par ailleurs, le déstockage se pratique couramment dans cette installation, par exemple en vue d'un recyclage de certaines substances.

b) A terme: Tri des déchets et mise en place d'une stratégie de gestion durable :

- Extraction et recyclage des substances utilisables.
- Traitement thermique à haute température et inertisation des déchets spéciaux restants (incinération des produits phytosanitaires) ; si possible vitrification.
- Dépôt final des fractions restantes dans un site approprié.

Conditions d'autorisation pour les installations de surface et le transport des déchets :

La nature et le contenu des autorisations nécessaires à la procédure de déstockage, de traitement, de transport et de restockage des déchets ne pourront être définie que lorsque le choix de la variante sera arrêté.

Organisation de l'opération et aspects financiers :

L'organisation de l'opération et les moyens techniques mis à disposition seront déterminants pour le calendrier de réalisation du déstockage. Un travail en équipes permettrait d'accélérer les opérations de déstockage. Un plan hygiène et santé au travail (PHS) devrait être établi afin de préciser le déroulement technique détaillé et les moyens de protection mis en œuvre selon les dispositions légales en vigueur. Le suivi et la surveillance des opérations de déstockage doivent de même être assurées.

Le coût des opérations dépendra dans une large mesure de l'organisation des travaux. En conséquence l'expertise et l'expérience des entreprises impliquées joueront un rôle majeur. Un cahier des charges établi par un groupe d'experts pourrait servir de base pour un appel d'offres.

7. Autres enjeux majeurs

Plusieurs enjeux majeurs sont à considérer dans le cadre du dossier StocaMine.

1. *Effets d'une décision de confinement des déchets à StocaMine sur les programmes nucléaires:* Dans le cas où le déstockage à StocaMine serait abandonné, d'importants effets sur les programmes de stockage profond de déchets nucléaires sont à prévoir. En effet, l'option de réversibilité d'un stockage de déchets nucléaires ne sera plus crédible au vu de l'échec de StocaMine. Il est à rappeler que StocaMine avait garanti la réversibilité pendant les 30 premières années d'exploitation. Or, nous sommes actuellement dans la 15^{ème} année d'exploitation.
2. *Effet d'un assainissement du dépôt de déchets nucléaire à Asse (Allemagne):* Des études sont actuellement en cours sous la conduite de l'Office fédéral Allemand de la protection contre les radiations (BfS) en vue d'assainir le dépôt de déchets radioactifs dans l'ancienne mine de sel d'Asse. Dans cette mine, les conditions de sécurité sont de loin plus dramatiques et la manipulation des déchets radioactifs de moyenne activité, respectivement de déchets radioactifs non conditionnés pose des enjeux de sécurité d'une toute autre dimension que dans le cas présent. Dans le cas de la réalisation de l'assainissement de la mine d'Asse, la crédibilité des institutions scientifiques et politiques autour du cas StocaMine serait sérieusement affectée.
3. *Effet des assainissements d'anciennes décharges de déchets spéciaux:* Le scénario d'une fermeture définitive de StocaMine sans un assainissement au préalable apparaîtrait également comme peu

- crédible en face des assainissements de décharges de déchets spéciaux réalisés en Suisse et ailleurs (p.ex. en Suisse: décharges de Koellikon et Bonfol, décharges de la chimie bâloise autour de Bâle).
4. *Changement des bases légales*: Dans le passé, le cadre légal dans le domaine de la gestion des déchets a été systématiquement renforcé du fait de nouvelles connaissances scientifiques. Il est probable que cette tendance persiste. Dans le cas d'une fermeture de StocaMine sans assainissement au préalable, un assainissement ultérieur, beaucoup plus difficile, plus risqué et plus coûteux que ce qui paraît actuellement faisable se dessinerait à l'horizon.
 5. *Concentration des déchets sur des sites majeurs* : La re-concentration de déchets spéciaux issus de dépôts mineurs sur quelques grands sites de dépôt ne résout pas le problème de l'enfouissement de déchets spéciaux dans le sous-sol géologique. Mais il concentre les déchets sur quelques points et facilitera les travaux à prévoir pour l'établissement d'un dépôt final: sites définitivement assainis d'un côté, concentration sur d'autres sites de l'autre, avec la possibilité d'intervention globales plus importantes. De même, la surveillance, les questions relatifs aux conflits de ressources et à la mémoire seront plus faciles à résoudre (cf. ci dessous).
 6. *Conflits de ressources* : Avec un déstockage intégral, tous les conflits de ressource naturelle issus de StocaMine sont résolus: Absence de conflit de ressource, soit absence d'impact de la ressource naturelle sur la sécurité du dépôt final, absence d'impact du dépôt final sur la disponibilité des ressources. Les ressources naturelles en question sont notamment les suivantes : eaux de surface et eaux souterraines, espace et espace habitable, géothermie, sel gemme, potasse, espace de stockage (séquestration) de CO₂, hydrocarbures.
 7. *Surveillance* : Dans le cas de la fermeture du site en tant que dépôt final, la mise en place et la maintenance d'un programme de surveillance intense seront nécessaires pour le site de StocaMine. La validation des modèles actuellement considérés sera nécessaire. De nouveaux problèmes pourraient surgir dans le cas où les validations ne pourraient pas être apportées, ou si les prédictions des modèles théoriques actuels s'avéraient fausses. On reviendrait alors, de façon involontaire, à un scénario de dilution des substances dans la Nappe de l'Alsace.
 8. *Mémoire*: Pour les dépôts finaux, la mémoire doit être assurée sur le long – terme. Des programmes de ce type sont en voie de développement dans le cadre du stockage des déchets nucléaires, mais restent inconnus dans le cas des déchets spéciaux. Les incertitudes en relation avec la garde de la mémoire sont considérables.

8. Conclusions et recommandations

- Suivant les exigences développées aux chapitres 5 et 7, l'option du stockage final par ennoyage n'est pas envisageable à StocaMine dans les conditions actuelles. En effet, la seule barrière du sel, ou la combinaison de cette barrière avec des fermetures de galeries en bentonite, ne pourraient garantir la protection de la Nappe de l'Alsace et ainsi le respect des exigences de protection de la santé et de la vie humaine, de même que de la protection des écosystèmes à long terme. Avec le sel comme seule barrière réelle, il existe par ailleurs un risque potentiel de conflit de ressources (mise en danger du stockage par l'utilisation de ressources naturelles, ou alors limitation de l'accès aux ressources naturelles par la présence du dépôt final), et ainsi un risque de contamination accidentelle supplémentaire.
- Dans ces circonstances, le déstockage total ou partiel paraît incontournable, en respectant un certain nombre de précautions, afin de garantir à long terme la protection en matière de santé au travail. Les déchets amiantés devront faire l'objet d'une attention particulière lors des opérations de déstockage. Le devenir des déchets du bloc 15, consommés partiellement par l'incendie n 2001, reste à clarifier. L'application de techniques robotisées est à examiner.
- Avant leur acceptation dans un dépôt final, les déchets déstockés seront à traiter selon les principes de gestion durable, comprenant le tri, le recyclage ou autre revalorisation des substances, la destruction des substances de synthèse (produits phytosanitaires) et finalement l'inertisation et stabilisation des déchets restants.
- Ce processus serait à engager, de préférence, au déstockage de StocaMine ; le stockage, probablement temporaire avant un traitement définitif, dans un grand centre de stockage (mine de Herfa Neurode) est une alternative envisageable.

Recommandations :

Afin d'avancer avec diligence dans le projet de fermeture de StocaMine, avec l'intention affirmée d'une solution respectant la sécurité de la population et de l'environnement, nous recommandons aux autorités et à la société StocaMine de procéder comme suit :

- 1) Invitation d'entreprises spécialisées dans le déstockage sur le site de StocaMine et demandes d'offres pour le déstockage intégral du site
- 2) Dans le cas où un déstockage intégral du site est considéré comme réalisable par les spécialistes: préparation d'un projet de déstockage intégral et d'un plan final de fermeture. L'étanchéité de la fermeture (puits galeries) ne sera plus nécessaire.
- 3) Dans le cas où un déstockage intégral est considéré comme trop risqué (bloc 15): préparation d'un projet de déstockage partiel et d'un plan final de fermeture. L'étanchéité de la fermeture (puits galeries) sera à valider par un programme de suivi de la fermeture et une surveillance appropriée du site.

Nous recommandons vivement de considérer le cas de StocaMine comme dossier clé en ce qui concerne les options de réversibilité, aussi bien dans le cadre des déchets spéciaux que dans celui des déchets radioactifs. Renoncer au déstockage des déchets de StocaMine - alors que le projet était parti sur la base d'une promesse de faisabilité d'une telle option - pourrait avoir des conséquences graves sur la crédibilité de projets concrets de stockage de déchets nucléaires dans le sous-sol géologique en France et ailleurs.

Zürich et Versoix, 2 juin 2011

Marcos BUSER et Walter WILDI

Références bibliographiques

Ouvrages cités (autres références, voir annexe 2) :

BMG Engineering AG 2006 : Stockage souterrain de Wittelsheim : évaluation technique de la variante de la mise en œuvre de la réversibilité, juin 2006.

Caffet, M. et Sauvalle, B. 2010 : Fermeture du stockage de déchets ultimes de Stockamine Haut Rhin). Rapport , Ministère de l'environnement, Conseil général de l'environnement N° 005950-1, 33 p.

DREAL ALSACE, 10 avril 2010 : Devenir du site de StocaMine à Wittelsheim (Haut Rhin) – Stockage de déchets dangereux. Rapport

Feuga, B. 2010 : Comparaison entre les conditions d'isolement des déchets dans le site de stockage de Stocamine et dans quelques sites allemands de stockage en mines de sel ou de potasse. Rapport

INERIS 2011 : Etude complémentaire de comparaison des scénarios de gestion des déchets et du site StocaMine après la fermeture et Mesures de Maîtrise des Risques pour réduire l'impact des déchets de StocaMine sur la Nappe d'Alsace. COPIL du 23 mai 2011. Présentation orale.

MICA Environnement 2004 : Etude géologique, hydrogéologique et géotechnique du centre de stockage de StocaMine, Wittelsheim (Haut-Rhin). Rapport.

OFEV 1986 : Lignes directrices pour la gestion des déchets en Suisse, 41 p., Office fédéral de l'environnement, Berne.

Selon le mode de publication (annexe au rapport StocaMine), les annexes ci-dessous ne seront pas nécessaires

Annexe 1: Quantités de déchets selon la catégorie. Par ailleurs, 1775 tonnes de déchets étaient stockées dans le bloc 15 avant l'incendie de 2001 (BMG, 2006).

Catégorie		Classe	Type de colis	Quantité totale livrée (tonnage)	%
A1	Sels de trempe	0	fûts	2'076	5%
A2	Sels de trempe non cyanurés	0	fûts	1'204	3%
B3	Déchets arséniés	0	big-bag	6'957	17%
C4	Déchets chromiques	0*	fûts	428	1%
B5	Déchets mercuriels	0	fûts	2'276	5%
B6	Terres polluées	0	93% big-bag, 4% fûts, 3% conteneur	5'120	12%
D7	Résidus de l'industrie	0	fûts	127	0.3%
C8	Déchets de galvanisation	0*	fûts	599	1.4%
E9	Résidus d'incinération	1	95% big-bag / 5% fûts	19'706	47%
B10**	Produits phytosanitaires	0	fûts	128	0.3%
D11	Catalyseurs usés			0	0.0%
D12	Déchets de laboratoire	0	conteneur	76	0.2%
E13	Déchets amiantés	1	85% big-bag / 15% palette filmée	3'315	8%

Annexe 2 : Liste bibliographique fournie par StocaMine

- 1) Le stockage en mine de déchets industriels, StocaMine, février 1996.
- 2) Etude de sûreté d'un projet de stockage de déchets toxiques dans la mine Amélie. Aspects mécaniques du problème, G. VOUILLE, Ecole des Mines de Paris, document non daté (antérieur à février 1997).
- 3) Estimation des mouvements sismiques à la cote 500m, Institut de physique du globe de Strasbourg, document non daté (antérieur à février 1997).
- 4) Etude de sûreté d'un projet de stockage de déchets toxiques dans la mine Amélie. Approche des problèmes liés à l'hydrologie, P. COMBES, E. LEDOUX, Ecole des Mines de Paris, document non daté (antérieur à février 1997).
- 5) Stockage profond : évaluation des flux de déchets admissibles, Agence Nationale pour la Récupération et à l'Élimination des Déchets (ANRED, juillet 1990).
- 6) Stockage profond de déchets industriels : études des dangers, Projet Etudes Conseils Services Industrie Environnement (PECSIE), 27 mars 1991.
- 7) Mines de Potasse d'Alsace : tenue au séisme du cuvelage du puits Joseph, Electricité de France, 11 mars 1991.
- 8) Etude de sécurité chimique, J. MULLER, G. KILLE, Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse, 30 novembre 1990.
- 9) Etude de sécurité chimique sur le projet MDPA de stockage profond des déchets industriels dans la mine Joseph-Else à Wittelsheim, comportement à long terme, G. KILLE, S. WALTER, Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse, document non daté.

- 10) Stockage en mine de déchets toxiques : déchets à exclure, Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), 14 septembre 1993.
- 11) Stockage en mine de déchets toxiques : déchets à exclure, INERIS, 21 septembre 1993.
- 12) Etude de sécurité chimique, procédure d'acceptation et de suivi des déchets, Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse, 21 janvier 1991.
- 13) Avis d'expert relatif à la demande de création d'un stockage souterrain de déchets industriels ultimes, INERIS, octobre 1996.
- 14) Réalisation d'un état initial du site de stockage de déchets industriels de StocaMine, INSA division Polden, décembre 1998.
- 15a) Etude de comportement hydraulique de l'obturation d'un puits par un bouchon de cendres volantes, étude bibliographique, INERIS, 21 décembre 2001.
- 15b) Etude de comportement hydraulique de l'obturation d'un puits par un bouchon de cendres volantes, synthèse (projet), INERIS, 15 octobre 2002.
- 16a) Evaluation des risques sanitaires : site de Wittelsheim, bilan des émissions au jour et en fond de mine, ERM France, 20 février 2003.
- 16b) Evaluation des risques sanitaires : site de Wittelsheim, ERM France, 30 mars 2003.
- 17) StocaMine : rapport final d'expertise, Experts nommés par la Commission Locale d'Information et de Surveillance (CLIS), 24 juillet 2003.
- 18) Audit triennal de StocaMine, 1999-2002, INERIS, septembre 2003.
- 19) Suivi des lots, StocaMine, février 1999 à septembre 2002.
- 20) Analyses environnementales courantes, extraits, StocaMine.
- 21) Suivi minier, température et analyses des gaz, StocaMine et MDPA.
- 22) Arrêtés préfectoraux du 03/02/1997, 10/07/2001, 12/09/2002, 17/12/2002, préfecture de Haut-Rhin.
- 23) Rapport d'activité, StocaMine, décembre 1999 à décembre 2002.
- 24) Manuel Qualité/Environnement, StocaMine, 02 juillet 2002.
- 25) Plan des travaux du fond et aérage, MDPA.
- 26) Affaissement et dégâts de surface dans le bassin potassique alsacien, MDPA, 07 juillet 1999 et juillet 2007.
- 27) Caractérisation des cendres volantes, MDPA, 30 mars 2004.
- 28) Etude géologique, hydrogéologique et géotechnique du centre de stockage de StocaMine, Wittelsheim (Haut-Rhin), MICA Environnement, avril 2004.
- 29) Détermination des dangers, Institut Suisse pour la Promotion de la Sécurité, juillet 2004.
- 30) Stockage souterrain de Wittelsheim : évaluation des risques suite au confinement de déchets dans la mine. Risques dus aux substances chimiques, BMG Engineering AG, juillet 2004.
- 31) Etude d'impact, rapport de synthèse, Institut Suisse pour la Promotion de la Sécurité, juillet 2004.
- 32) Etude de sécurité au travail et de protection de la santé dans le cadre de la mise en œuvre de la réversibilité, Institut Suisse pour la Promotion de la Sécurité, juin 2006.
- 33) Rapport de synthèse Etude approfondie de la variante de la mise en œuvre de la réversibilité, Institut Suisse pour la Promotion de la Sécurité, juin 2006.
- 34) Stockage souterrain de Wittelsheim : évaluation technique de la variante de la mise en œuvre de la réversibilité, BMG Engineering AG, juin 2006.
- 35) Actualisation de l'étude de stabilité du stockage de déchets toxiques dans la mine Amélie, F. HADJ-HASSEN, M. TIJANI, Ecole des Mines de Paris, février 2006.
- 36) Etude technique détaillée du confinement complémentaire du bloc 15, StocaMine, SOLETANCHE-BACHY, juillet 2006.
- 37) Synthèse sur l'ennoyage de la mine de potasse Secteur Ouest, CESAME, septembre 2006.
- 38) Plan d'Urgence Interne, StocaMine.
- 39) L'ennoyage des Mines de Potasse. Dossier commun : secteurs Est et Ouest, CESAME, avril 2008.
- 40) Rapport final ERCOSPLAN, 02 septembre 2008.
- 41) Rapport GEOSTOCK
- 44) Modes opératoires du laboratoire de StocaMine, juin, août, et octobre 2000.
- 45) Dossier santé, sécurité (DSS) des MDPA, juin 2008.
- 46) Bibliographie