

Stocamine

Stockage souterrain de Wittelsheim : évaluation technique de la variante de la mise en œuvre de la réversibilité

Document du 27 juin 2006



Effizienz- und Risiko-Engineering

BMG ENGINEERING AG

Hauptsitz Zürich:
Ifangstrasse 11
CH-8952 Schlieren-Zürich
Tel. 044 732 92 92 • Fax 044 730 66 22
bmg@bmgeng.ch
www.bmgeng.ch

Büro Basel:
Grammetstrasse 14
CH-4410 Liestal
Tel. 061 927 55 99 • Fax 061 923 25 80
bmgbasel@bmgeng.ch

Labors:
Ifangstrasse 11
CH-8952 Schlieren-Zürich
Tel. 044 732 92 92 • Fax 044 732 92 21
labors@bmgeng.ch

Contenu

1	Introduction	1
1.1	Situation initiale.....	1
1.2	Investigations précédentes et données disponibles	1
1.3	Objectifs poursuivis.....	2
1.4	Procédure suivie	3
2	Caractérisation du site et de son infrastructure.....	4
2.1	Situation.....	4
2.1.1	Situation générale, système des mines, puits.....	5
2.1.2	Galeries, allées, recoupes, voies principales.....	5
2.1.3	Aérage (entrée et sortie d'air, possibilités de réglage)	7
2.2	Situation des déchets stockés.....	8
2.2.1	Aperçu des déchets stockés (catégories, quantités).....	8
2.2.2	Colis: type et données techniques.....	10
2.2.3	Nombre de colis par classe de déchet.....	11
2.2.4	Procédure (et séquence) du stockage.....	12
2.3	Situation actuelle de la mine et des colis.....	13
2.3.1	Etat actuel des galeries et des colis	13
2.3.2	Etat du bloc n° 15 (zone rouge).....	13
2.3.3	Etat actuel des colis	13
2.3.4	Autres particularités.....	14
2.4	Situation actuelle de l'infrastructure au jour.....	15
3	Conditions cadres pour l'exercice de la réversibilité	16
3.1	Possibilité de valorisation des déchets.....	16
3.1.1	Critères d'acceptation pour CET1.....	16
3.1.2	Critères d'acceptation dans les mines allemandes (classe 0).....	16
3.2	Cadre réglementaire	18
3.3	Exigences de santé et sécurité	19
3.4	Contraintes de l'infrastructure	19
3.5	Autres contraintes	19
4	Déroulement technique du déstockage	20
4.1	Concept de base.....	20
4.2	Travaux préparatoires (phase 1).....	21
4.2.1	Travaux préparatoires administratifs (phase 1a).....	21
4.2.2	Travaux préparatoires techniques (phase 1b)	23
4.3	Déstockage et réemballage des déchets (phase 2).....	23
4.3.1	Identification du colis.....	24
4.3.2	Adaptation des mesures de sécurité	24
4.3.3	Prise du colis.....	24
4.3.4	Réemballage.....	26

4.4	Transport souterrain jusqu'au stockage intermédiaire près du puits Joseph (phase 3)	28
4.5	Stockage intermédiaire au fond (phase 4).....	28
4.6	Remontée des déchets (phase 5)	28
4.7	Stockage intermédiaire au jour et préparation au transport (phase 6)	28
4.7.1	Section des déchets de classe 0	29
4.7.2	Section des déchets de classe 1	29
4.8	Transport et élimination des déchets (phase 7).....	29
5	Système d'aéragé supplémentaire	30
5.1	Exigences pour le système d'aéragé.....	30
5.1.1	Débit d'air nécessaire pour le fonctionnement des engins et la dilution des effluents gazeux	30
5.1.2	Débit d'air nécessaire pour les exigences d'hygiène du travail (amiante).....	31
5.1.3	Exigences pour la qualité de l'air expulsé (filtration)	31
5.1.4	Conclusion	31
5.2	Solutions techniques pour l'aéragé supplémentaire	32
5.3	Concept d'aéragé supplémentaire avec « aspiration à la source ».....	34
5.3.1	Concept de base	34
5.3.2	Surveillance.....	36
5.3.3	Préparatifs nécessaires	36
5.3.4	Début et progression du déstockage	36
5.3.5	Situations particulières	38
5.3.6	Avantages et inconvénients.....	38
5.4	Concept d'aéragé avec « aspiration en bout de bloc »	39
5.4.1	Concept de base	39
5.4.2	Surveillance.....	39
5.4.3	Préparatifs nécessaires	39
5.4.4	Début et progression du déstockage	41
5.4.5	Situations particulières	41
5.4.6	Avantages et inconvénients.....	42
5.5	Comparaison des deux variantes d'aéragé supplémentaire	43
6	Déroulement logistique et capacités.....	45
6.1	Déroulement logistique du déstockage	45
6.2	Capacités.....	46
6.2.1	Activités limitantes.....	46
6.2.2	Personnel et engins.....	46
6.2.3	Besoin d'adaptation de l'infrastructure existante.....	48
6.3	Traçabilité des colis	48
7	Mesures complémentaires	50
8	Calendrier / Plan des délais.....	51
9	Conclusions.....	52

Tableaux

Tab. 2.1 :	Mesures des polluants gazeux dans l'air en retour du stockage (29.9.2005)	7
Tab. 2.2 :	Quantités de déchets à déstocker selon la catégorie (sans le bloc n° 15).....	9
Tab. 2.3 :	Estimation approximative des colis à déstocker (sans le bloc n° 15).....	12
Tab. 4.1 :	Nombres de colis et type de réemballage	27
Tab. 6.1 :	Besoins en personnel et en engins, ainsi que cadences de travail de déstockage (avec deux chantiers de déstockage et deux postes).....	47
Tab. 7.1 :	Mesures complémentaires pour les divers évènements possibles lors du déstockage	50

Figures

Fig. 2.1 :	Emplacement du stockage (rectangle rouge) et des puits de la mine Amélie, échelle env. 1 : 25'000.	4
Fig. 2.2 :	Situation de Stocamine avec le futur système d'aérage (puits Else remblayé)..	6
Fig. 2.3 :	Plan d'un bloc du stockage (bloc n° 11). Les déchets sont symbolisés par la couleur verte.....	6
Fig. 2.4 :	Quantités des différentes catégories de déchets, sans le bloc n° 15 (total : 42'011 t).....	9
Fig. 4.1 :	Schéma du déroulement de l'exercice de la réversibilité (sans travaux préparatoires administratifs)	20
Fig. 4.2 :	Phases de l'exercice de la réversibilité	22
Fig. 4.3 :	Prise des big-bags avec un engin équipé de pince (p.ex. dans la mine Herfa-Neurode en Allemagne).	25
Fig. 5.1 :	Dimensions de l'installation mobile d'aspiration/filtration : l'air sera filtré avec des pré-filtres (horizontaux, en vert clair) et des filtres HEPA (verticaux, en vert foncé).....	33
Fig. 5.2 :	Concept général des deux variantes pour l'aérage supplémentaire.	33
Fig. 5.3 :	Concept de l'aspiration à la source : (a) début du déstockage d'un bloc; (b) situation au milieu du déstockage.	35
Fig. 5.4 :	Concept de l'aspiration en bout de bloc. (a) début du déstockage d'un bloc; (b) situation au milieu du déstockage : pour le travail dans les recoupes en cul de sac un ventilateur supplémentaire garantira l'aérage.....	40
Fig. 6.1 :	Organisation du travail en deux chantiers avec deux postes avec estimation du nombre de colis déstockés	47

Fig. 6.2 :	Traçabilité des colis lors du déstockage. Les flux d'information sont indiqués par les flèches oranges.....	49
Fig. 8.1 :	Calendrier envisageable pour l'exécution du déstockage.....	51

Annexes

Annexe 1	Documents consultés
Annexe 2	Dimensions des galeries et des machines
Annexe 3	Exigences pour la reprise des déchets par les mines allemandes
Annexe 4	Dimensionnement du système d'aérage supplémentaire
Annexe 5	Déroulement du déstockage

1 Introduction

1.1 Situation initiale

La mine de sel gemme de Stocamine a été exploitée entre 1999 et 2002 comme stockage souterrain de déchets ultimes.

En février 1997, la société Stocamine a reçu l'autorisation d'exploiter un centre de stockage souterrain de déchets industriels dangereux (DID) sur le territoire de la commune de Wittelsheim, env. 10 km au Nord-Ouest de la ville de Mulhouse.

Stocamine a démarré son activité le 10 février 1999. Le stockage était prévu à l'origine pour accueillir 320'000 t de déchets dans une première phase. Un incendie s'est déclenché en septembre 2002 dans le bloc n° 15 du stockage. Par communiqué de presse du 8 septembre 2003, Stocamine a annoncé la décision prise à l'unanimité par ses administrateurs de ne pas reprendre l'activité de mise en stock de nouveaux déchets, suspendue suite au sinistre de septembre 2002 par les arrêtés préfectoraux des 12 septembre et 17 décembre 2002 .

Actuellement, environ 44'000 t de déchets sont entreposés dans le stockage. Suite aux risques miniers et sanitaires, il n'est plus possible d'accéder au bloc n° 15 ; les déchets de ce bloc (env. 1'800 t) demeureront donc dans tous les cas confinés dans la mine.

L'autorisation d'exploitation, accordée à l'origine pour une durée de 30 ans, prévoit qu'à échéance de l'autorisation, l'exploitant retire les déchets ou maintienne les déchets pour une durée illimitée dans le stockage. La modification en février 2004 d'un article du Code de l'environnement prévoit que le stockage pour une durée illimitée peut être autorisé si l'apport de déchets a cessé depuis au moins un an.

Cette étude a été mandatée pour évaluer les aspects techniques d'un possible désstockage des déchets (exercice de la réversibilité).

1.2 Investigations précédentes et données disponibles

De nombreuses études ont été menées avant le démarrage des opérations de stockage, durant l'activité de stockage, ainsi que pendant et après l'incendie de septembre 2002. La liste de ces documents est rapportée à l'annexe 1 et dans le rapport [30].

En ce qui concerne la sécurité à long terme du stockage, ces études ont mené à la conclusion que le site se trouve dans des conditions extrêmement favorables du point de vue de la lithologie et de la tectonique et que l'élément essentiel de la sûreté est la qualité du rebouchage des puits (INERIS, avis d'expert [13]).

Suite à ces conclusions, des études ont été menées par l'INERIS en collaboration avec MDPA pour préciser les caractéristiques des bouchons à utiliser lors du remblayage des puits (réf. [15a et 15b]). La variante de remblayage avec des cendres volantes a été retenue par Stocamine et MDPA.

Afin de déterminer quelle est la meilleure variante pour l'homme et l'environnement, une étude pluridisciplinaire a été réalisée en 2004 par l'Institut Suisse pour la Pro-

motion de la Sécurité (ISPS) en collaboration avec le cabinet MICA Environnement (MICA) et BMG Engineering AG (BMG). Les deux variantes suivantes ont été évaluées:

- *confinement des déchets* dans la mine pour une durée illimitée ; remblayage des puits ;
- *exercice de la réversibilité* : reprise des déchets (à l'exception des déchets du bloc n° 15) et élimination dans d'autres sites de stockage ; remblayage des puits.

Les différents aspects de ces deux variantes sont traités dans quatre rapports distincts [28-31]:

Le rapport de MICA "Etude géologique, hydrogéologique et géotechnique du centre de stockage de Stocamine, Wittelsheim (Haut Rhin)" traite de la situation géologique, hydrogéologique et géotechnique du stockage et des mines en communication avec ce dernier.

Le rapport de l'ISPS "Détermination des dangers" traite des aspects d'hygiène et de sécurité pour le personnel intervenant.

Le rapport de BMG "Stockage souterrain de Wittelsheim : évaluation des risques suite au confinement de déchets dans la mine. Risques dus aux substances chimiques" traite des risques pour l'homme et l'environnement suite au confinement définitif d'une partie (déchets du bloc n° 15) ou de l'ensemble des déchets dans la mine.

Le rapport de synthèse de l'ISPS "Etude d'impact" résume les principaux résultats des rapports ci-dessus et compare les avantages et inconvénients des deux variantes.

1.3 Objectifs poursuivis

Dans les rapports [28-31], la variante du confinement définitif et la variante de l'exercice de la réversibilité ont été examinées surtout du point de vue de leur impact potentiel sur l'environnement. Ces rapports se concentraient surtout sur la variante du confinement définitif qui a été l'objet principal de l'étude. Dans ces rapports les aspects techniques de l'exécution des deux variantes ont été présentés sous forme d'un concept général.

L'objectif principal de la présente étude engagée par Stocamine, est l'étude détaillée de la mise en œuvre de la réversibilité, avec l'évaluation des aspects techniques ainsi que des modes opératoires des différentes phases et opérations.

Les solutions techniques devront garantir un déstockage réalisable dans le cadre des contraintes réglementaires et administratives tout en préservant la santé et la sécurité du personnel intervenant et des populations riveraines ainsi que la qualité de l'environnement.

Cette étude comprend deux rapports :

- le présent rapport (rédigé par BMG Engineering), qui évalue en détail les aspects logistiques et techniques ;

- le rapport de l'Institut Suisse pour la Promotion de la Sécurité (ISPS), qui considère les aspects de sécurité et d'hygiène du travail.

La solution étudiée est présentée sous forme de concept détaillé. L'évaluation des aspects strictement miniers avant et pendant la phase de déstockage des déchets, ainsi que pour la fermeture du site, n'est pas incluse dans cette étude.

1.4 Procédure suivie

La présente étude s'appuie, entre autres, sur les connaissances acquises lors du stockage, sur la quantité et la nature des déchets effectivement stockés et sur les expériences acquises lors du déstockage partiel de 146 t de déchets du bloc n° 11 effectué en 2001-2002 (voir [32]).

Le concept détaillé du déroulement du déstockage a été développé en tenant compte des diverses contraintes techniques données par (i) les dimensions réduites des voies de communication dans la mine (voies d'accès, allées et recoupes), et (ii) les exigences d'hygiène du travail. A ce sujet un point décisif consiste en l'installation d'un aérage supplémentaire de la zone de déstockage, qui va diriger l'aérage existant et améliorer la qualité de l'air dans la zone où le personnel travaille (filtrage de l'air sortant du bloc qui est déstocké). En fait ce système d'aérage supplémentaire est relativement encombrant et peut empêcher le bon déroulement du déstockage. Par conséquent le choix du système d'aérage influence aussi la procédure de déstockage.

Les concepts techniques retenus pour le déroulement du déstockage ont été examinés du point de vue de la sûreté et de l'hygiène du travail par l'Institut Suisse pour la Promotion de la Sécurité [37].

2 Caractérisation du site et de son infrastructure

2.1 Situation

Le site de stockage est situé sur l'ancien carreau de la mine Joseph-Else, au Sud de l'Alsace à env. 10 km au Nord-Ouest de la ville de Mulhouse. L'emplacement du stockage est rapporté à la figure 2.1.

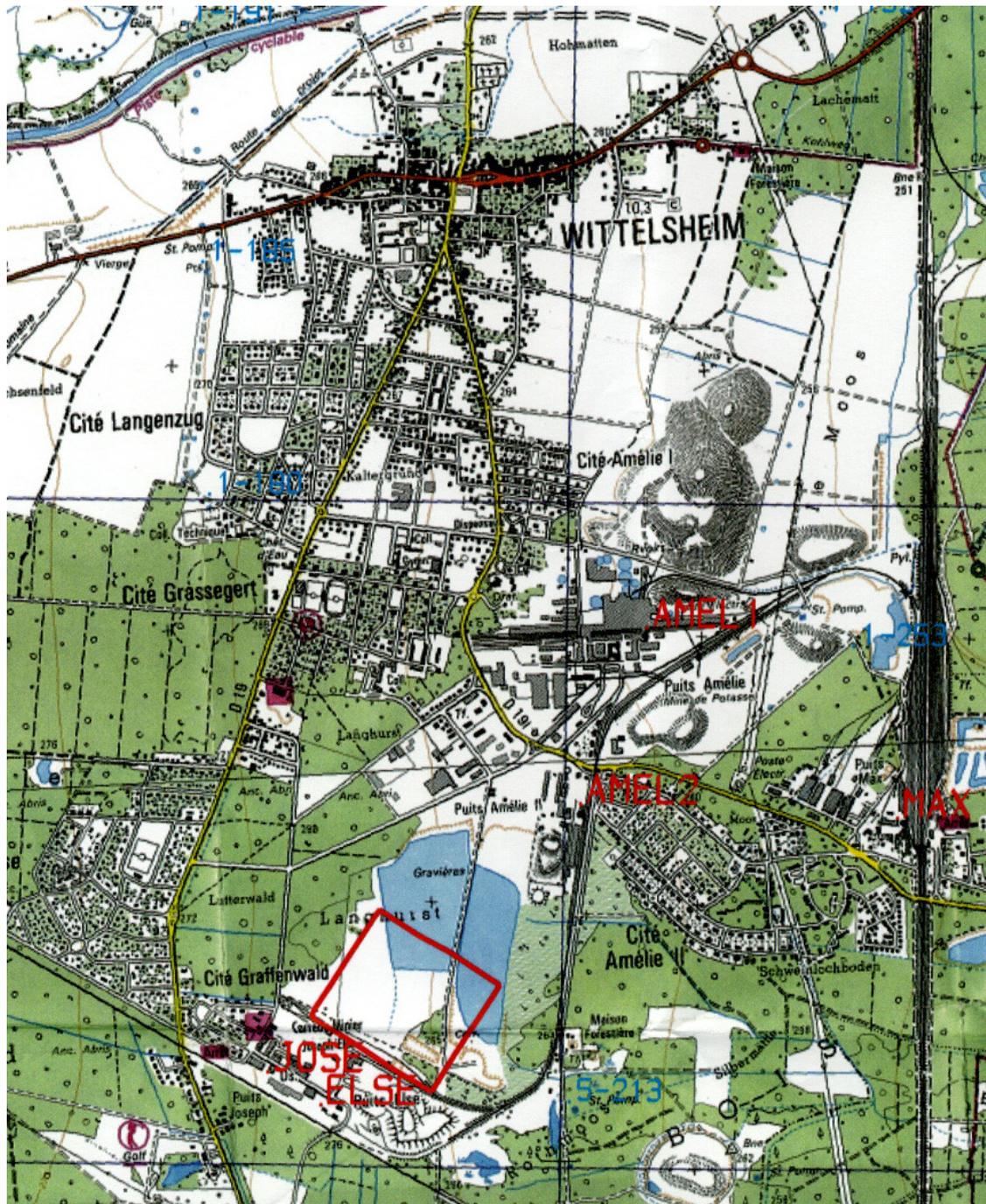


Fig. 2.1 : Emplacement du stockage (rectangle rouge) et des puits de la mine Amélie, échelle env. 1 : 25'000.

2.1.1 Situation générale, système des mines, puits

Le stockage de déchets ultimes se trouve dans un système de plusieurs mines, qui ne communiquent avec la surface que par des puits et des sondages rebouchés. Cinq puits desservent le stockage (voir fig. 2.1):

- le puits **Joseph** (1912), par lequel se faisait la descente du personnel et des déchets à stocker. Actuellement il est utilisé pour l'apport d'air frais à Stocamine. Il a une profondeur de 558 mètres et ne possède qu'une seule recette à une profondeur de 525 mètres.
- le puits **Else** (1912), servant de retour d'air. Il a une profondeur de 515 mètres et possède trois recettes : à 445 m, 495 m et 511 m de profondeur. Il est prévu de remblayer ce puits en 2007.
- les puits **Amélie 1** (1909) et **Amélie 2** (1912), qui desservaient l'exploitation de potasse de la Mine Amélie. Le puits Amélie 1 a une profondeur de 710 mètres et possède deux recettes : à 630 m et à 658 m de profondeur. Le puits Amélie 2 a une profondeur de 683 m et possède deux recettes : à 550 m et à 660 m de profondeur. A partir de 2007 le puits Amélie 2 servira pour le retour d'air.
- le puits **Max** (1912). Il est relié à la mine Amélie-Else par six travers-bancs. Il a été remblayé en 2004.

Le stockage de Stocamine est situé à proximité des puits Joseph et Else. Le stockage est situé à env. 550 m de profondeur (à une cote de -260 m sous le niveau de la mer). La partie sud-est (cote -240 m) est plus élevée par rapport à celle au nord-ouest (cote -295). Le stockage est accessible par le puits Joseph qui arrive jusqu'à une cote de -261. Il est seulement possible de transporter des déchets par ce puits.

Le stockage a une forme rectangulaire de 700 x 500 mètres et il est délimité sur ses quatre côtés par des voies au mur classiques, et est découpé selon les médianes du rectangle par deux autres voies (voir figure 2.2). Le stockage est constitué par 9 blocs (de 11 à 15 et de 21 à 24), accessibles par les voies d'accès AQ0D et AJ3D. Il est à noter que le bloc n° 15 n'est plus accessible à cause des risques miniers et sanitaires et que certaines voies d'accès qui ont été parcourues par les fumées de l'incendie de 2002 ne sont actuellement accessibles que moyennant le port d'une combinaison chimique étanche et d'un appareil respiratoire autonome (zones en rouge dans la fig. 2.2).

2.1.2 Galeries, allées, recoupes, voies principales

Par le puits Joseph on descend jusqu'aux voies d'accès (à environ 550 m de profondeur) qui mènent aux blocs du stockage.

Chaque bloc du stockage est constitué, en général, par trois *allées* parallèles longues de 225 mètres (A1, A2 et A3) et par huit *recoupes* de 70 mètres (de R1 à R8), qui sont perpendiculaires aux allées (voir Fig. 2.3). Les allées et les recoupes délimitent les piliers carrés de sel gemme de 20 mètres de côté. Les blocs de stockage sont séparés par des piliers de trois mètres d'épaisseur et ne communiquent donc pas entre eux.

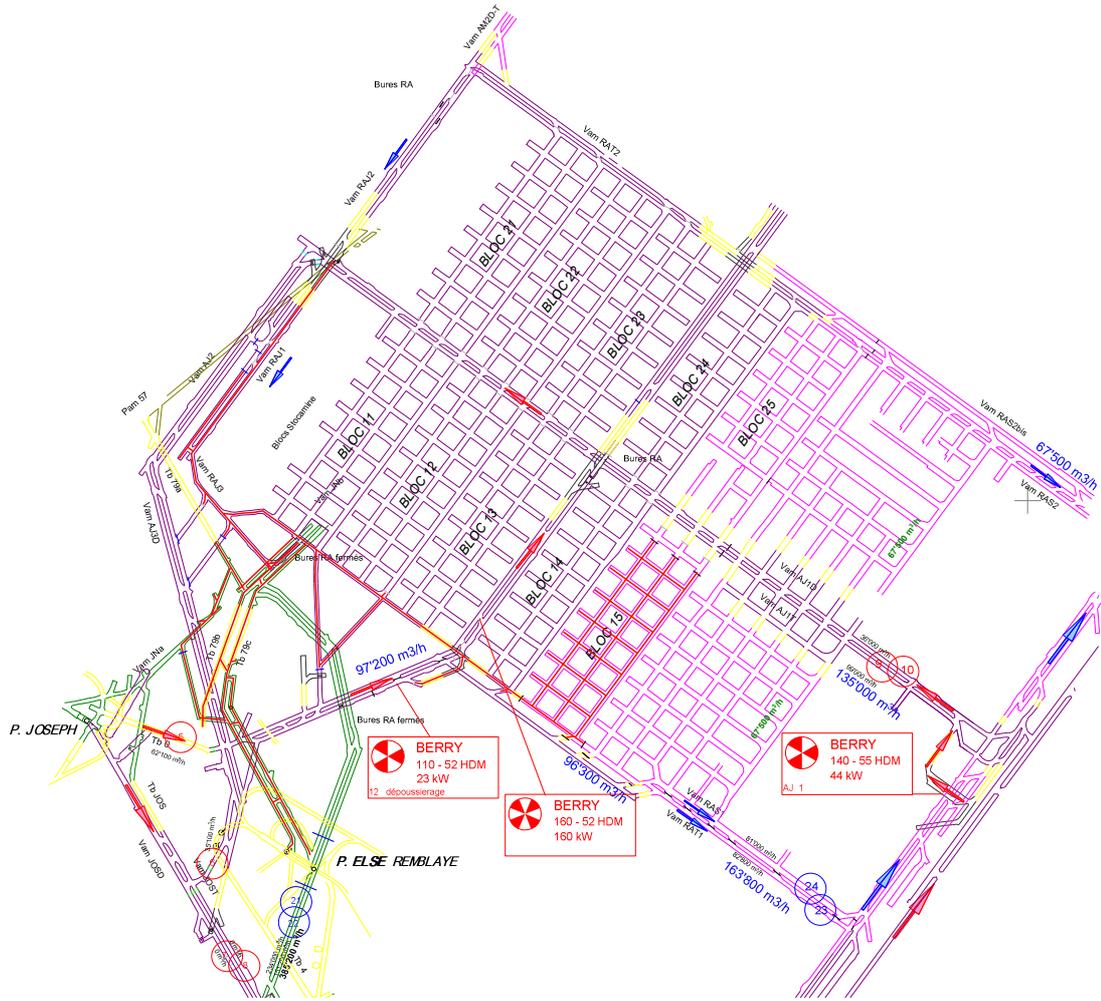


Fig. 2.2 : Situation de Stocamine avec le futur système d'aéragé possible (puits Else remblayé). Les flèches rouges indiquent les flux d'air frais ; les flèches bleues indiquent le retour d'air. La zone rouge est aussi colorée avec la couleur correspondante. Echelle : env. 1 : 6'250.

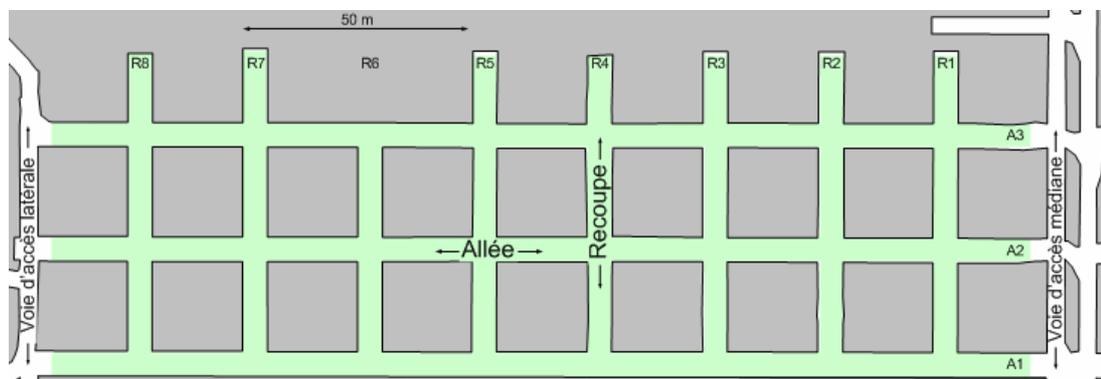


Fig. 2.3 : Plan d'un bloc du stockage (bloc n° 11). Les déchets sont symbolisés par la couleur verte.

Les galeries de Stocamine ont des dimensions relativement réduites par rapport à d'autres mines de stockage souterrain de déchets (p.ex. en Allemagne). Les dimensions approximatives des galeries sont les suivantes (voir aussi annexe 2):

- 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

Les dimensions des galeries sont indicatives, puisqu'elles diminuent avec le temps à cause de la convergence horizontale et verticale du sel (déformation des galeries). De manière générale, la vitesse de convergence augmente rapidement juste après le creusement et diminue ensuite. La convergence horizontale des allées se situe entre 3.5 et 9.5 centimètres par an [28]. La convergence verticale a une évolution similaire.

2.1.3 Aération (entrée et sortie d'air, possibilités de réglage)

2.1.3.1 Système d'aération existant

Actuellement l'air frais est amené par les puits d'entrée d'air Amélie 1, Amélie 2 et Joseph. L'aération de la fosse de Stocamine est assurée par deux ventilateurs de 160 kW, appelés ES1 et ES2, situés au fond, à proximité du seul puits de retour d'air, le puits Else. Les ventilateurs travaillent en aspiration pour éviter un réchauffement des chantiers situés en amont, et faciliter l'accès à partir du puits d'entrée d'air.

Selon les mesures d'aération du 29 septembre 2005, le stockage souterrain est aéré avec environ 28 m³/s (environ 100'000 m³/h, ES1+ES2 en marche).

L'air en retour du stockage a une température de 31 °C, une humidité de 43% et ses teneurs en polluants et en oxygène respectent l'arrêté du 8 juin 1990 (voir tab. 2.1).

Tab. 2.1 : Mesures des polluants gazeux dans l'air en retour du stockage (29.9.2005)

Gaz	Air retour du stockage	Teneurs limites ¹
NO	0 ppm	< 25 ppm
NO ₂	0 ppm	< 3 ppm
SO ₂	0 ppm	< 2 ppm
CH ₄	0 ppm	
CO	0 ppm (0-2 ppm retour du bloc n° 15)	< 50 ppm
CO ₂	425-450 ppm	< 10'000 ppm
O ₂	21 % vol.	> 19 % vol.

¹ Arrêté du 8 juin 1990 relatif à la teneur minimale en oxygène ainsi qu'aux teneurs limites en substances dangereuses admissibles dans l'atmosphère des travaux souterrains, Art. 1^{er}.

2.1.3.2 Nouvelles directions du flux d'air

Il est prévu que les puits Amélie 1 et Else soient remblayés respectivement en 2006 et 2007. Le réseau d'aération sera modifié: le puits Amélie 2 sera utilisé pour le re-

tour d'air à la place du puits Else. Dans la zone de stockage, il n'y aura aucun changement dans les directions du flux d'air (voir les flèches dans Fig. 2.2).

Avec ce nouveau réseau d'aéragé, les débits d'air devraient rester constants ou même augmenter. Cette nouvelle situation, avec un débit d'air d'environ 28 m³/s dans la zone de stockage, a été retenue pour l'évaluation du système d'aéragé supplémentaire (voir chapitre 5).

2.2 Situation des déchets stockés

Pour évaluer les modes opérationnels du déstockage des déchets, il est important d'avoir un aperçu des diverses catégories de déchets, du nombre de colis stockés et du type de colis.

2.2.1 Aperçu des déchets stockés (catégories, quantités)

Au total, environ 44'000 t de déchets sont actuellement stockées à Stocamine. La quantité de déchets stockés dans le bloc n° 15 avant l'incendie était de 1'775 t, c'est-à-dire moins de 5% de la masse totale des déchets stockés. En raison des risques miniers et sanitaires, il n'est plus possible d'accéder à ce bloc et les déchets qui y sont contenus demeureront donc dans tous les cas confinés dans la mine. La quantité de déchets à déstocker dans le reste de la mine est donc de 42'000 t. Dans le reste du rapport, cette quantité de déchets à déstocker sera nommée « quantité totale de déchets » (à ne pas confondre avec la quantité totale de déchets stockés par Stocamine dans l'ensemble des blocs).

Les quantités de déchets à déstocker sont listées pour chaque catégorie dans le tableau 2.2 et sont présentées graphiquement à la figure 2.4. Les listes de déchets par catégorie, incluant une synthèse des analyses disponibles, sont rapportées à l'annexe 3.2 du rapport [30].

Les différents types de déchets ont été classés préliminairement par Stocamine en deux classes :

- *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).

La quantité totale de déchets de classe 0 est de 18'990 t, y compris les déchets chromiques et les déchets de galvanisation (1'027 t). Pour ces derniers, classés à l'origine dans la classe 1, il serait nécessaire d'effectuer des tests de lixiviation pour déterminer s'ils peuvent effectivement être classés dans la classe 1 [31]. Vu la quantité relativement réduite de ce type de déchet et les difficultés logistiques d'un tel tri, pour la suite des évaluation il est admis que ces déchets soient traités comme des déchets de classe 0.

Les déchets amiantés et les résidus d'incinération sont considérés comme déchets de classe 1 (total de 23'021 t).

Tab. 2.2 : Quantités de déchets à déstocker selon la catégorie (sans le bloc n° 15)

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%
TOTAL			42'011	100%

* considérés comme classe 0, vu que le tri avec des tests de lixiviation poserait des difficultés logistiques ;

** appellation d'origine de Stocamine ; en effet il s'agit de déchets phytosanitaires.

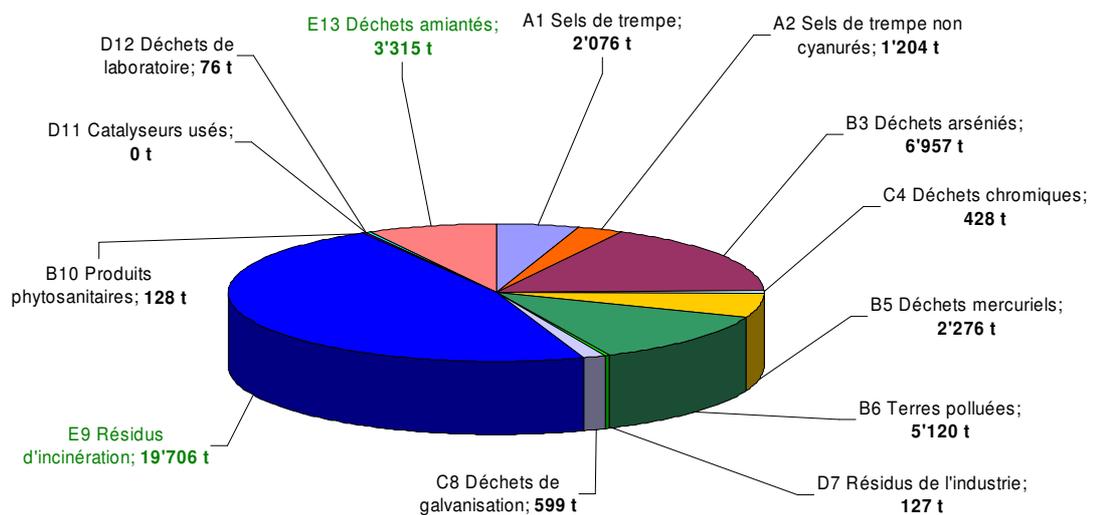


Fig. 2.4 : Quantités des différentes catégories de déchets, sans le bloc n° 15 (total : 42'011 t)

2.2.2 Colis: type et données techniques

Le conditionnement des déchets a été fait avec quatre types de contenants : big-bags, fûts, conteneurs et palettes filmées. Les fûts et les big-bags sont stockés sur palette de la façon suivante :

- un big-bag par palette ;
- quatre fûts (3 dans quelques cas) par palette.

On appelle colis:

- un conteneur (sans palette)
- les déchets stockés sur une palette (big-bag, fûts, produits filmés).

Une palette avec des emballages est nommée par définition colis. A chaque colis correspond un emballage (big-bag, conteneur et palette filmée) ou, dans le cas des fûts, plusieurs emballages (de trois à quatre fûts).

2.2.2.1 Big-bags

Trois types de big-bags ont été utilisés pour l'emballage des déchets:

- Toile de 200 g/m² + 30 g/m² laminée, avec doublure PE incolore 70 microns, 4 oreilles de 30 cm, dimensions 87 x 87 x 120 cm (pour les déchets amiantés avec marquage « amiante »). Poids max. : 1000 kg, empilable 6/1 ;
- Toile de 200 g/m² non laminée, 4 oreilles de 30 cm, dimensions 111 x 111 x 130 cm. Poids max. : 1500 kg, empilable 6/1 ;
- Toile de 130 g/m² non laminée, avec doublure HD 35 microns, 4 oreilles de 40 cm, dimensions 90 x 90 x 130 cm. Poids max. : 1000 kg, empilable 5/1.

2.2.2.2 Fûts

La majorité des fûts utilisés a un volume de 220 l. Il y a sept types de fûts, tous, à l'exception d'un cas, avec au moins une housse interne en polyéthylène (PE) fermée hermétiquement :

- fût sans housse : utilisé pour les sels de trempe, si le matériel a été refroidi directement à l'intérieur de l'emballage.
- fût avec housse PE et bouchon de béton
- fût avec housse PE et bouchon de mousse polyuréthane
- fût avec housse PE et bouchon de plâtre
- fût avec housse PE et bouchon en charbon actif
- fût avec fût à l'intérieur en polyéthylène de 120 l ; espace entre les deux fûts rempli de béton.

2.2.2.3 Conteneurs

Les conteneurs métalliques ont des dimensions de 120 x 110 x 110 cm et une masse de 250 kg. Trois types de conteneurs ont été utilisés à Stocamine :

- conteneur fermé hermétiquement et boulonné
- conteneur avec housse interne en polyéthylène fermé hermétiquement et boulonné
- conteneur avec joint hermétique et soudé

2.2.2.4 Palette filmée

Les palettes filmées ont une base de dimensions maximales de 120 x 120 cm (voir paragraphe 2.2.2.5). Leur hauteur est variable, mais elle est en tous cas inférieure à la hauteur maximale d'un big-bag (130 cm).

Les palettes filmées ont été utilisées seulement pour des plaques et des tuyaux en fibrociment contenant de l'amiante lié (catégorie E13, classe1).

2.2.2.5 Palettes

Trois types de palette en bois ont été utilisés (100 à 120 x 120 cm, env. 12 cm de hauteur):

- palette à 3 chevrons, 2 entrées ;
- palettes à 3 semelles, 4 entrées (palettes EURO);
- palettes à 5 semelles, 4 entrées.

2.2.3 Nombre de colis par classe de déchet

Le nombre de colis à déstocker est estimé dans le tableau 2.3 sur la base des données à disposition (voir tab. 2.2) et en retenant un poids moyen de 0.62 tonne par big-bag, 1.07 tonne par conteneur, 0.37 tonne par palette filmée et de 0.98 tonne par colis pour les palettes de 4 fûts. L'estimation du nombre de colis donne le résultat suivant :

- 53'900 big-bags, dont 19'000 de classe 0
- 8'800 palettes avec fûts, dont 7'800 de classe 0
- 1'300 palettes filmées, toutes de classe 1
- 200 conteneurs, tous de classe 0.

Au total, il y a donc environ 64'200 colis à déstocker, dont 37'200 colis de classe 1 et 27'000 colis de classe 0.

Dans le cas de la mise en œuvre de la réversibilité, l'inventaire précis à partir des données brutes des enregistrements d'entrée de Stocamine sera établi.

Tab. 2.3 : Estimation approximative des colis à déstocker (sans le bloc n° 15)

Emballage	Classe	Nombre de colis	%
big-bag	0	19'000	35%
	1	34'900	65%
	totale 0 et 1	53'900	100%
fût	0	7'800	89%
	1	1000	11%
	totale 0 et 1	8'800	100%
conteneur	0	200	100%
palette filmée	1	1'300	100%
Total des colis	classe 0	27'000	42%
	classe 1	37'200	58%
	classe 0 et 1	64'200	100%

2.2.4 Procédure (et séquence) du stockage

Les déchets en arrivant à Stocamine étaient contrôlés avant leur stockage. L'aspect du déchet était observé (état, couleur, odeur) et les déchets étaient soumis à différents tests physico-chimiques :

- Identification qualitative des éléments par fluorescence de rayons X et spectrophotométrie UV-Vis (uniquement pour les déchets chromés et cyanurés)
- Humidité
- Densité apparente
- pH
- Inflammabilité
- Solubilité
- Dégazage interne
- Radioactivité : un contrôle de radioactivité était effectué sur les échantillons envoyés pour l'acceptation préalable.

La procédure utilisée pour les déchets amiantés était dérogatoire en raison de l'interdiction pour cette classe de déchet d'ouvrir les emballages.

Les colis étaient étiquetés, chargés dans la cage du puits Joseph et descendus au niveau du stockage souterrain.

Les colis étaient transportés dans des camions-navette JPL à travers les voies d'accès jusqu'au bloc de destination. Un chargeur était utilisé pour placer les colis dans les allées et les recoupes. Dans la majorité des cas, les colis ont été stockés avec les palettes. Les colis étaient disposés sur toute la largeur des allées et des recoupes sur deux niveaux, en progressant du fond vers le début de l'allée. Sur un

front du stockage d'environ 5.5 x 2.8 m (section d'une allée ou d'une recoupe), il y a donc en moyenne 10 colis. Le vide résiduel compris entre les déchets et le toit de la galerie varie entre 0.5 m et 1.5 m selon les endroits [28].

La position des colis à l'intérieur du bloc a été introduite dans une banque de données. La position exacte de chaque colis est ainsi facile à retrouver, comme cela a été montré lors du déstockage partiel de 2001-2002 [32].

Les déchets ont été stockés dans les blocs de 11 à 15 et de 21 à 24. Dans le bloc n° 25, aucun déchet n'a été stocké à cause de problèmes du point de vue minier. Le stockage a eu lieu selon la séquence suivante : bloc n° 11, 21, 12, 22, 13, 23, 14, 24 et finalement 15.

Une fois qu'un bloc était plein, il était fermé par une cloison souple en PVC étanche sur structure bois.

L'aérage des blocs est assuré par une circulation d'air depuis une des deux allées médianes.

2.3 Situation actuelle de la mine et des colis

Comme constaté lors du déstockage partiel du bloc n° 11 en 2001-2002 (173 colis de fûts contenant des PCB [32]), l'état de la mine et des colis joue un rôle très important pour le déroulement du déstockage. Ci-dessous est présenté un aperçu de l'état actuel de la mine.

2.3.1 Etat actuel des galeries et des colis

En raison des convergences horizontale et verticale, la hauteur et la largeur des galeries diminuent avec le temps [28]. Une mise à section et mise en sécurité des voies (rabassenage du mur, boulonnage des parements et du toit) peut s'avérer nécessaire. En fait, lors du déstockage partiel du bloc n° 11, la voie d'accès et les allées étaient trop basses pour pouvoir utiliser tous les engins à disposition. Lors de notre visite en août 2005, on a pu examiner les conditions des galeries dans les premiers mètres des allées: la place libre disponible visualisée au-dessus des colis est comprise entre 20 cm et 50 cm. L'état de l'allée au milieu du bloc et dans les recoupes n'a pas pu être évalué, compte tenu des déchets stockés.

2.3.2 Etat du bloc n° 15 (zone rouge)

Après l'incendie de 2002, le bloc n° 15 a été confiné. En raison des risques miniers et sanitaires, il n'est plus possible d'accéder à ce bloc. Les déchets qui y sont entreposés resteront dans tous les cas confinés au fond.

2.3.3 Etat actuel des colis

Les colis se trouvent dans le stockage souterrain depuis 3 à 7 ans, dans une atmosphère relativement sèche (humidité d'env. 40 %), à une température entre 15 et 30° C et dans un milieu salin. Dans ces conditions, il y a un risque d'une détérioration des colis, surtout des big-bags et des fûts. Les big-bags peuvent devenir plus cassants et sont donc plus susceptibles de se déchirer. En fait, lors du déstockage du bloc n° 11, environ 10% des big-bags se sont déchirés pendant leur prise. Si le

contenu des fûts est directement en contact avec le fût (fût sans housse interne), une corrosion locale de la surface du fût est possible. L'humidité résiduelle dans l'air et la présence de sel pourraient aussi entraîner la corrosion de quelques fûts. Lors de notre visite de la mine de Stocamine le 23 août 2005, un fût présentait un petit trou causé par la corrosion.

En outre, selon l'expérience du bloc n° 11, environ 30% des palettes sont détériorées et ne peuvent pas être utilisées pour transporter les colis au jour.

Par conséquent, il sera nécessaire de (i) réemballer les colis endommagés (voir paragraphe 4.3) et de (ii) remplacer les palettes détériorées.

2.3.4 Autres particularités

Seul le **puits Joseph** est équipé pour le transport des déchets. Le puits Else, qui sert actuellement pour le retour d'air, sera remblayé en 2007. D'après l'expérience du déstockage du bloc n° 11, la capacité maximale du puits Joseph pour la remontrée des colis est de 250 colis par jour (17 heures utiles de fonctionnement par jour).

Actuellement, les galeries en **zone rouge**¹ ne sont accessibles que moyennant le port d'équipements individuels de protection lourds et contraignants (combinaison chimique étanche et appareil respiratoire autonome). Les conditions de travail sont très pénibles avec ces équipements. Pour le déstockage des blocs n° 11-14, il faudra pourtant accéder à cette zone au moins pour la mise en sécurité et la fermeture de la partie des allées qui donne sur la voie RAS1. Selon une étude de l'Institut Suisse pour la Promotion de la Sécurité, qui est en cours parallèlement à cette étude, les contraintes de l'accès à certaines parties de la zone rouge seront réduites (équipement de protection individuelle moins pénible à porter). Pour la présente étude, il est retenu que la zone rouge définie suite aux sinistres n'est accessible actuellement aux travailleurs que pour des travaux particuliers et s'il n'y a pas d'autres alternatives possibles: cette zone n'est donc pas prise en compte comme voie normale de circulation dans Stocamine (p. ex. pour le transport).

Le parc de **machines** dont dispose MDPA et Stocamine n'est suffisant que pour procéder à l'exercice de la réversibilité sur un seul chantier à la fois. Pour procéder à l'exercice de la réversibilité en parallèle sur plusieurs chantiers, de nouveaux engins devraient être acquis ou des engins existants devraient être adaptés (ce qui impliquerait des délais supplémentaires). Le parc d'engins de Stocamine disponible actuellement au fond est le suivant :

- un chargeur Flexitrac
- un chariot élévateur Manitou
- un chargeur CW avec godet
- deux camions-navettes JPL (transport des colis)

Au jour, il y a un chariot élévateur GP 50.

¹ Il s'agit des galeries parcourues par les fumées de l'incendie de septembre 2002.

Selon les renseignements de Stocamine, il n'est pas assuré que les engins au fond puissent être utilisés pour le déstockage. La disponibilité des engins et les besoins en engins supplémentaires doivent être contrôlés avant le début du déstockage.

2.4 Situation actuelle de l'infrastructure au jour

L'infrastructure au jour de Stocamine comprend un bâtiment administratif, un accès de déchargement pour camions et un pour les trains, un local de déchargement des colis et de stockage intermédiaire, et l'accès au puits Joseph.

Dans le local de déchargement, il y a un laboratoire (équipé avec une hotte d'aspiration) pour les analyses physico-chimiques du contenu des colis.

L'infrastructure au jour est suffisante pour l'exercice de la réversibilité et seulement quelques adaptations logistiques pour l'organisation du stockage intermédiaire seront nécessaires.

3 Conditions cadres pour l'exercice de la réversibilité

3.1 Possibilité de valorisation des déchets

Les déchets stockés par Stocamine sont considérés comme "ultimes" au sens du code de l'environnement, c.-à-d. qu'ils ne sont pas susceptibles d'être traités aux vues des conditions techniques et économiques actuelles. Afin de réaliser un point sur l'évolution des techniques alternatives, un audit a été mené en 2003 par l'INERIS. Cet audit conclut qu'il n'existe actuellement pas de technologie susceptible de traiter à l'échelle industrielle et à des coûts économiquement supportables les déchets stockés. En conséquence, après le déstockage, les déchets devront être restockés dans une ou plusieurs décharges. Pour les déchets de classe 1 (23'021 t, sans bloc n° 15), l'élimination est prévue dans des Centres d'Enfouissement Technique de classe 1 (CET 1). Les déchets de classe 0 (18'990 t, sans bloc n° 15) devront obligatoirement être éliminés en décharge souterraine. Comme un tel stockage souterrain n'a été réalisé en France que sur le site de Stocamine, les déchets de classe 0 devront être exportés en Allemagne. (p. ex. Herfa-Neurode ou Heilbronn).

Les critères d'admission des repreneurs accueillant des déchets sont discutés ci-dessous.

3.1.1 Critères d'acceptation pour CET1

Les CET 1 sont équipés pour procéder à la stabilisation des résidus d'incinération (cat. E 9) et leur prise en charge n'est donc pas problématique.

Les déchets amiantés (cat. E 13) peuvent aussi être stockés en CET 1. L'amiante friable est accepté à condition qu'il se trouve dans des big-bags avec housse interne et que ceux-ci soient marqués « amiante ». Pour les déchets d'amiante non-friable (filmés sur palette), il n'y a aucune limitation à leur prise en charge.

3.1.2 Critères d'acceptation dans les mines allemandes (classe 0)

Les critères d'acceptation des mines allemandes sont énumérés sur la base des conditions de la mine du stockage souterrain de Herfa-Neurode (Kali & Salz). Les déchets exclus sont les suivants :

- déchets explosifs,
- déchets pouvant s'enflammer spontanément,
- déchets inflammables,
- déchets pouvant former des gaz dans les conditions de stockage,
- déchets présentant une odeur pénétrante,
- déchets liquides,
- déchets réagissant avec le sel et formant des substances nocives,
- déchets volumétriquement instables,

- déchets radioactifs,
- déchets pathogènes

A l'exception du critère de l'odeur (pouvant être respecté au moyen d'un emballage adéquat), ces critères d'exclusion correspondent à ceux appliqués par Stocamine. En conséquence, les seules limitations à prendre en compte concernent l'emballage des déchets.

Comme ceci était le cas pour Stocamine, les mines allemandes acceptent les déchets en big-bags, en fûts et en conteneurs métalliques, lesquels doivent être placés sur des palettes en bois (voir annexe 3). Les matériaux contenant du cyanure, du mercure ou les objets avec surfaces anguleuses doivent être livrés obligatoirement en fûts ou en conteneurs.

Les dimensions des big-bags, des fûts et des conteneurs de Stocamine sont compatibles avec les exigences du stockage souterrain de Herfa-Neurode et de Heilbronn (voir annexe 3). Sur la base des évaluations menées auprès de Kali & Salz, dans la mesure où l'emballage est intact, les déchets, tels que conditionnés dans le stockage de Stocamine, peuvent être restockés en mine(s) allemande(s). Ce fait est confirmé par TREDI qui utilise les mêmes emballages pour le stockage de déchets en Allemagne que pour ceux utilisés antérieurement pour le stockage à Wittelsheim.

Les conditions d'acceptation des emballages par Herfa-Neurode et Heilbronn sont les suivantes :

- *Big-bag avec certification UN* : les big-bags doivent avoir une housse interne et être antistatiques, ignifuges et être adaptés au stockage dans une mine. Les big-bags de Stocamine nécessitent donc une nouvelle certification UN (nécessaire aussi pour le transport) qui est valable pour une période de 5 ans.
- *Fûts avec housse interne*: à l'exception des sels de trempe, qui ont aussi été stockés en fûts sans housse interne, les autres fûts de Stocamine sont conformes aux exigences de Herfa-Neurode.
- *Conteneurs*: épaisseur du métal d'au moins 1.25 mm ; largeur de 1.1 m à 1.9 m, profondeur de 1.2 m. Pour la hauteur, il n'y a pas de limite.

Les fûts et les conteneurs nécessiteront probablement aussi une nouvelle certification UN. Le besoin de cette certification devra être vérifié avec les repreneurs dans la phase du projet d'exécution détaillé. Il est à noter qu'un réemballage éventuel des fûts et des conteneurs poserait des difficultés opérationnelles importantes pour le déstockage des colis.

Les emballages doivent être placés sur des palettes en bois de dimension 1.1 m x 1.2 m (voir annexe 3). Les palettes EURO, utilisées parfois par Stocamine, ne sont pas acceptées. Les palettes devront donc être remplacées par des palettes conformes aux exigences des mines allemandes. Dans le cas de Herfa-Neurode, les palettes sont livrées par la mine allemande.

Avant l'expédition des déchets vers l'Allemagne, il sera nécessaire de masquer le marquage actuel. Les déchets devront être étiquetés conformément aux exigences

pour le transport et l'élimination. Pour déstocker les déchets, des contacts devront être pris avec les repreneurs de déchets afin de fixer définitivement les conditions de prise en charge.

Les colis qui arrivent à Herfa-Neurode sont analysés (en général un colis sur 4 est analysé) afin de confirmer qu'ils sont adaptés au stockage.

3.2 Cadre réglementaire

L'arrêté préfectoral du 3 février 1997 fixe les conditions du stockage (et d'un déstockage) des déchets par Stocamine. Pour l'exercice de la réversibilité, il faudra en particulier tenir compte des limitations suivantes :

- seul le puits Joseph peut être utilisé pour le transport de déchets; l'équipement et l'utilisation d'un autre puits devraient faire l'objet d'une nouvelle autorisation;
- la durée du stockage intermédiaire des déchets au jour (dans la halle de manutention à proximité du puits Joseph) est limitée à 48 h; une prolongation de la durée du stockage devrait faire l'objet d'une nouvelle autorisation ;
- l'autorisation pour les véhicules servant au transport souterrain du sel est échue en 2004 (concerne les camions-navette 10SC 6 E utilisés avec les unités de creusement).

Les mouvements transfrontaliers de déchets sont réglementés par la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination. Cet accord est concrétisé dans l'UE par le Règlement CEE 259/93 sur les transferts transfrontaliers de déchets. Une procédure de notification est nécessaire à l'obtention des autorisations d'exportation.

Le transport des déchets (de classe 0) vers l'Allemagne par rail ou par route est soumis aux prescriptions RID (Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses) et ADR (Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route). Le transport des déchets est soumis en France aux exigences du Règlement pour le transport des matières dangereuses par chemins de fer, par voies de terre et par voies de navigation intérieure (RTMD).

L'activité de stockage a été interrompue suite au sinistre de 2002.

A ce jour, Stocamine reste soumise :

- au Code de l'Environnement et à la législation applicable aux Installations Classées pour l'Environnement (ICPE) ;
- au Code Minier et aux textes qui s'y rapportent.
En particuliers, la réglementation technique est le Règlement Général des Industries Extractives (RGIE) institué par le Décret n°80-331 du 7 mai 1980, modifié à plusieurs reprises, notamment par un Décret du 24 janvier 1996. La police des mines est exercée par la DRIRE ;
- au Code du Travail.

3.3 Exigences de santé et sécurité

La sécurité du personnel intervenant doit être garantie. Les contraintes suivantes doivent en particulier être considérées pour l'exercice de la réversibilité (voir aussi chapitre 7 et le Règlement général des industries extractives [35]) :

- l'équipement utilisé au fond doit être antidéflagrant et du groupe 1 (habilité pour les mines grisouteuses);
- le port d'un équipement de protection individuelle adéquat sera nécessaire durant les travaux;
- le déroulement des travaux doit être planifié de telle manière qu'un aérage suffisant puisse être garanti;
- afin de limiter les conséquences en cas d'épandage accidentel de déchets, la mise en place d'un système d'aérage supplémentaire, en sus du système d'aérage existant, est nécessaire (voir chapitre 5);
- en raison des risques miniers et sanitaires, il n'est plus possible d'accéder au bloc n° 15; les déchets de ce bloc demeureront donc dans tous les cas dans la mine.

3.4 Contraintes de l'infrastructure

Seul le puits Joseph est actuellement équipé pour le transport de déchets. Il est possible de transporter environ 120 colis par jour par ce puits (cage avec place pour 4 colis sur deux plateaux). Vu qu'en 2007 le puits Else sera remblayé et que le puits Amélie 2 est à une distance considérable du stockage, une augmentation de la cadence du transport au jour en utilisant d'autres puits n'est pas prévue.

Un stockage intermédiaire au fond (près du puits Joseph), avant la remontée des déchets, est limité à environ 100 colis. Si nécessaire, il est possible de stocker des colis avec le même type de déchets dans des recoupes vides du stockage. La place disponible dans les installations de surface permet le stockage d'environ 120 colis. Les capacités de stockage intermédiaire sont donc très limitées. L'exercice de la réversibilité devrait se faire quasiment en flux tendu. La logistique des opérations de déstockage est donc complexe, bien que l'exploitant connaisse précisément l'emplacement de chacun des colis dans la mine.

3.5 Autres contraintes

Les autres contraintes pour la planification définitive et l'exécution du déstockage sont les suivantes :

- Il n'y aura pratiquement plus de personnel minier qualifié disponible d'origine MDPa à partir du milieu de l'année 2007. La mise en œuvre de la réversibilité devra être sous-traitée ;
- Le personnel disponible actuellement est trop restreint pour déstocker les déchets en parallèle sur plusieurs chantiers ;
- Contraintes d'ordre administratif pas encore connues.

4 Déroulement technique du déstockage

Le déroulement du déstockage est étudié sous forme d'un concept détaillé. Les différentes phases du déstockage sont évaluées du point de vue technique et logistique. Les aspects d'hygiène du travail et de sécurité élaborés par l'ISPS [37] ont été retenus, mais ils ne sont pas mentionnés explicitement.

4.1 Concept de base

Le déroulement des opérations d'exercice de la réversibilité est présenté schématiquement à la figure 4.1. Pour le déstockage, il est prévu que les procédures soient clairement définies entre celles qui auront lieu au fond (phases de 1 à 5) et celles qui auront lieu au jour (phases 6 et 7). De cette manière, l'efficacité des opérations est optimisée et en même temps la sûreté des travaux peut être garantie.

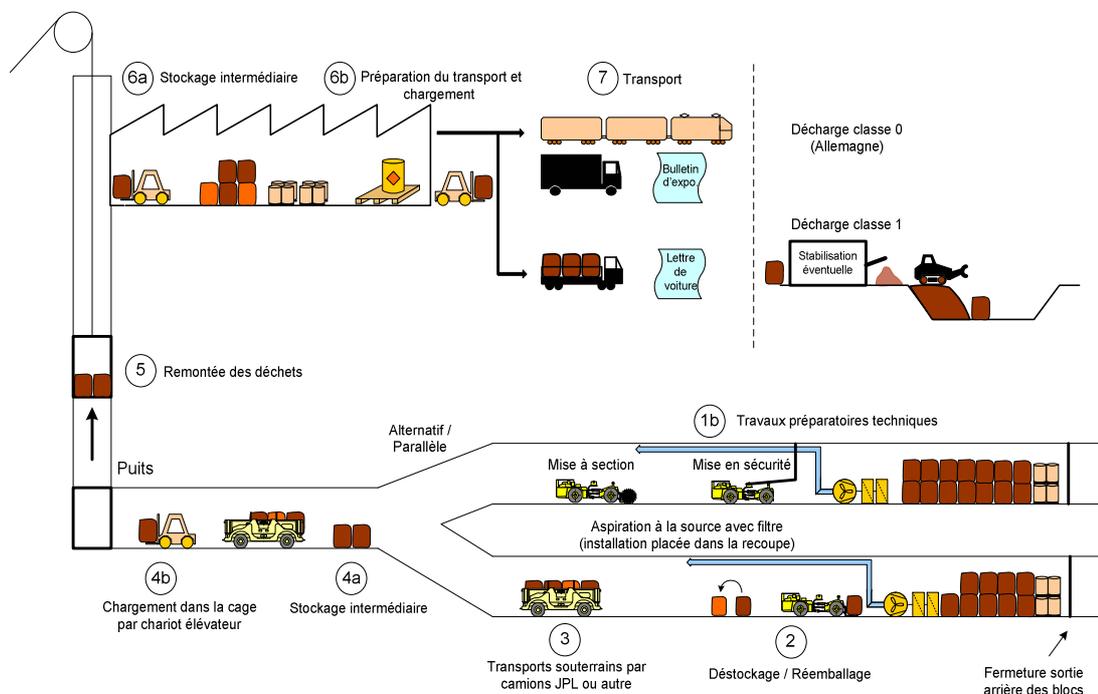


Fig. 4.1 : Schéma du déroulement de l'exercice de la réversibilité (sans travaux préparatoires administratifs)

En général, les colis du stockage ne nécessitent pas de reconditionnement (traitement du déchet et emballage), vu qu'ils ont déjà été conditionnés avant leur stockage. Un *réemballage* sera seulement effectué pour les colis endommagés ou pour des raisons de sécurité (colis de classe 0 ou contenant de l'amiante, selon le cadre réglementaire, voir paragraphe 3.2).

Le réemballage peut être fait, en principe, en trois endroits :

- a) près de la zone de déstockage, juste après la prise du colis ;
- b) près du puits Joseph, avant la remontée des colis ;

c) au jour, avant la préparation pour le transport.

Du point de vue logistique, la variante (a) serait la moins adaptée, parce que les nouveaux emballages devraient être transportés au fond et parce que la place à disposition pour le réemballage dans les galeries est réduite par rapport aux variantes (b) et (c). Toutefois la variante (a) présente un avantage sur le plan de la sécurité, puisque le danger d'épandage de déchets pendant le transport au jour (qui causerait une contamination de voies d'accès et la nécessité de travailler avec un équipement de protection individuelle pénible à porter) est nettement réduit. **Pour cette raison, il est retenu pour cette étude que tout travail de réemballage sera fait au fond.** Au jour, les colis seront seulement préparés pour le transport par route ou rail (étiquetage définitif, préparation des dossiers pour le transport, etc.).

Les principales opérations des différentes phases de déstockage sont condensées dans le diagramme en figure 4.2 et discutées dans les prochains paragraphes.

4.2 Travaux préparatoires (phase 1)

La première phase est celle des travaux administratifs pour organiser le déstockage et des travaux techniques pour préparer la mine au déstockage.

4.2.1 Travaux préparatoires administratifs (phase 1a)

La phase de préparation du déstockage comprend un intense travail administratif, qui comprend principalement les points suivants:

- obtention des autorisations nécessaires;
- définition des repreneurs potentiels (CET 1 et mines allemandes);
- appel d'offres et adjudication pour le transport et l'élimination des déchets;
- planification détaillée du déroulement et de la logistique des opérations de déstockage (engins, personnel, timing, logiciel pour la traçabilité des colis transportés dans les CET 1 et dans les mines allemandes) ;
- procédure de notification pour les déchets de classe 0;
- définition, en collaboration avec les repreneurs des déchets, des conditions de transport et de prise en charge (wagons et/ou camions, emballages, palettes, étiquetage des déchets, etc.) ;
- formation du personnel actif au fond sur le déroulement du travail de déstockage, sur les risques chimiques, sur les mesures de sécurité à prendre ; entraînement d'évacuation en cas de problème (voies à parcourir, décontamination des habits contaminés, douches)

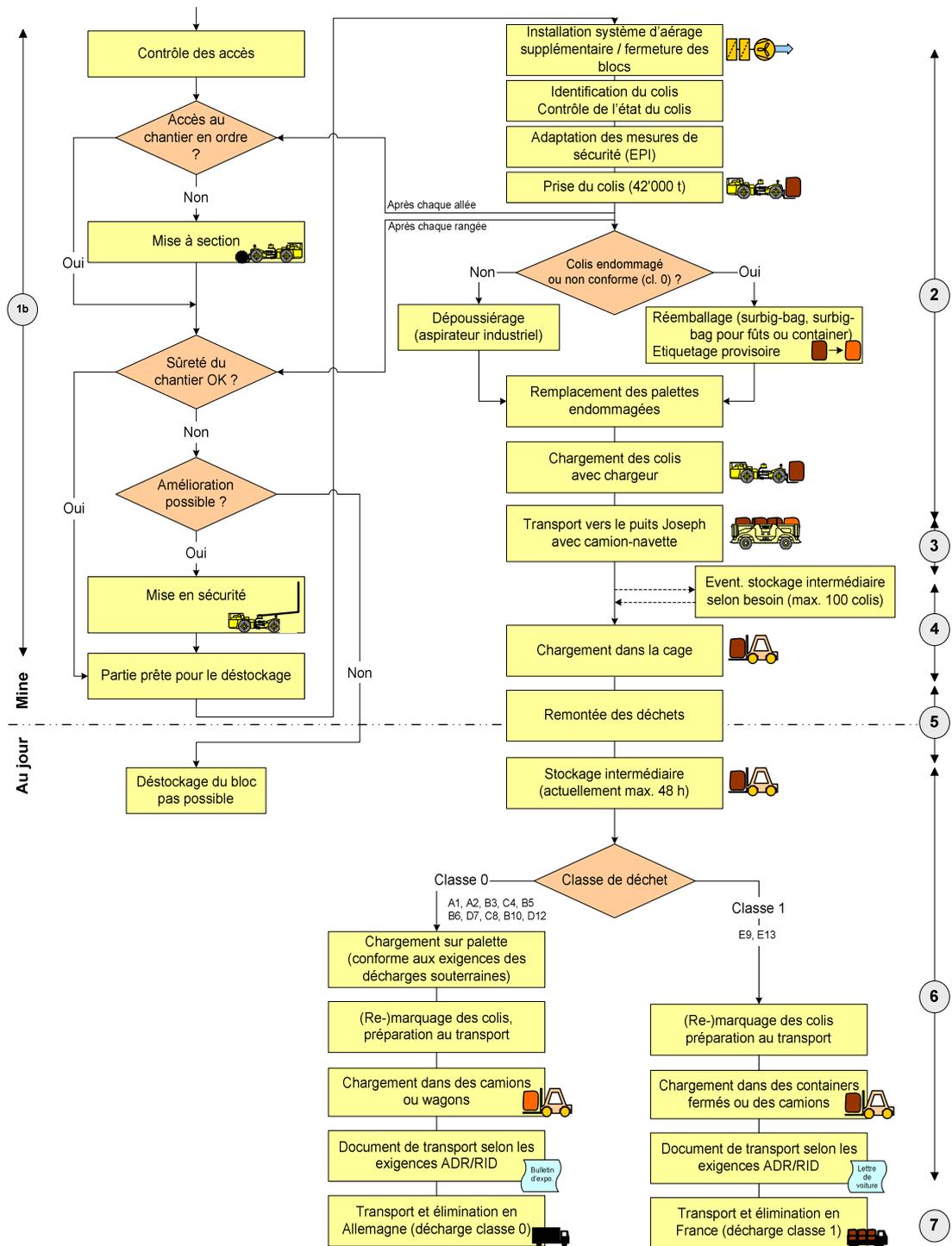


Fig. 4.2 : Phases de l'exercice de la réversibilité

4.2.2 Travaux préparatoires techniques (phase 1b)

La préparation technique au déstockage est une condition très importante, surtout en ce qui concerne la préparation de la mine et des infrastructures. Les points principaux à retenir sont les suivants :

- matériel de protection personnelle : p. ex. masques, gants, lunettes de protection, combinaison Tyvek (voir détails dans le rapport de l'ISPS [37]) ;
- moyens de secours et d'alerte : organisation des postes de secours, installation d'un système de communication (p.ex. téléphone) selon la méthodologie de Stocamine et les propositions du rapport de l'ISPS [37] ;
- préparation des engins pour leur mise en service (révision des engins existants). Il sera éventuellement nécessaire de transporter de nouveaux engins au fond, si les engins actuellement présents ne sont pas suffisants pour le déroulement des travaux.
- préparation/sécurisation des aspects miniers : mise à section de galeries (rabassenage des murs) et mise en sécurité des parements et du toit (boulonnage). La voie AJ1T a déjà été mise à section/sécurité en 2001, lors d'un déstockage partiel [32-34]. La préparation et la sécurisation des galeries constituent une phase opérationnelle qui continuera pendant le déstockage. Il est à noter qu'il est possible que les toits des allées soient par endroits tellement déformés qu'une mise à section et en sécurité n'est pas possible.
- préparation des accès et du chantier : ouverture du bloc, régulation de l'aérage, etc.
- confinement supplémentaire éventuel du bloc n° 15.

S'il n'est pas possible de déstocker un bloc ou une partie d'un bloc à cause de problèmes miniers difficiles à résoudre, il faudra chercher une alternative faisable afin de déstocker les colis, par exemple en déstockant le bloc à partir de la deuxième allée en contournant la partie inaccessible. Dans le pire des cas, on pourra être obligé de laisser les déchets dans la partie inaccessible.

Pour les travaux préparatoires, y compris l'obtention des autorisations administratives, il faudra compter avec un délai minimum d'une année après la prise de la décision de procéder à l'exercice de la réversibilité.

4.3 Déstockage et réemballage des déchets (phase 2)

Avant le début du déstockage, le système d'aérage supplémentaire devra être installé dans la zone (ou les zones) de déstockage pour diriger le flux d'air vers cette zone et pour en filtrer l'air aspiré contenant d'éventuels polluants (voir le concept de mise en œuvre au chapitre 5). Au fur et à mesure de l'avancement du déstockage, les fermetures des blocs devront être adaptées au besoin de l'aérage.

Ce chapitre décrit le déroulement du déstockage, sans donner les détails pour l'aérage supplémentaire, qui est traité dans le chapitre 5.

4.3.1 Identification du colis

Le système informatique (banque de données) de Stocamine contient les informations concernant la position des colis dans le stockage, la catégorie des déchets contenus et le type d'emballage utilisé. Sur la base de ces données, il est possible d'identifier les colis avant l'opération de déstockage, même dans le cas où l'étiquette du colis n'est pas visible ou est illisible. Le personnel devra avoir une liste détaillée des colis stockés (front par front) avec les indications sur le type d'emballage, le type de déchet et les précautions à prendre pour la sécurité.

Il est aussi important que le déstockage soit bien planifié à l'avance, afin de déstocker les déchets du même type en prévision du transport vers les repreneurs. Une bonne planification rendra aussi possible une limitation du stockage intermédiaire au fond (voir paragraphes 4.7 et 4.8).

4.3.2 Adaptation des mesures de sécurité

Les mesures de sécurité (équipement de protection individuelle) devront être adaptées au type de colis. A ce sujet les déchets de classe 0 et les déchets amiantés (catégorie E13) nécessitent une attention particulière (voir chapitre 7 et rapport du ISPS [37]).

4.3.3 Prise du colis

La méthode de prise du colis dépendra de leur type, de leur état et de la place à disposition pour les manier.

Pour les **fûts**, les **conteneurs** et les **palettes filmées**, la prise des colis sera faite par un engin chargeur avec la palette. Vu que ces colis ont une forme stable (emballage rigide), leur prise n'est pas problématique et ne devrait pas causer de dommages aux emballages. Le seul problème pratique est posé par d'éventuelles palettes endommagées.

Pour les **big-bags** la prise du colis est plus problématique, vu que l'emballage n'est pas rigide. Trois méthodes sont envisageables et techniquement réalisables pour saisir les big-bags :

- (1) *soulever le big-bag par la palette* : un engin chargeur équipé avec fourche saisit la palette et soulève le colis. Cette méthode cause des problèmes surtout pour les colis du niveau supérieur, parce que avec le temps les palettes se sont enfoncées dans les big-bags du niveau inférieur, empêchant une bonne prise du big-bag. Les fourches du chargeur pourraient aussi causer des déchirures aux big-bags du niveau inférieur. Cette méthode est donc utilisable plutôt pour la prise de colis du niveau inférieur.
- (2) *soulever le big-bag par les oreilles* : prise du colis par les quatre oreilles avec un engin chargeur équipé avec un cadre pour soulever les big-bags. Vu que les big-bags se sont déformés avec le temps et qu'ils sont bloqués entre les colis qui les entourent, la prise par les oreilles pourrait être difficile et aussi causer une déchirure de l'emballage à partir des oreilles. Une autre restriction est l'espace limité au dessus des colis. En conséquence cette mé-

thode peut être adaptée à la prise des colis du niveau supérieur s'il y a assez d'espace; pour le niveau inférieur la méthode (1) est plus avantageuse.

- (3) *saisir le big-bag avec une pince* : un engin équipé d'une pince (voir fig. 4.3) saisit le big-bag latéralement. Comme la pince s'enfonce entre les deux big-bags, le risque de déchirer des big-bags est modeste. Cette méthode est applicable pour les deux niveaux de big-bags, vu qu'il n'y a pas de restrictions du point de vue de l'espace à disposition. Cette méthode est utilisée par Kali & Salz pour stocker les big-bags et donne de bons résultats.



Fig. 4.3 : Prise des big-bags avec un engin équipé de pince (p.ex. dans la mine Herfa-Neurode en Allemagne).

La prise des big-bags est donc critique, puisque ceux-ci pourraient être déchirés par les engins de déstockage ou par une chute depuis le niveau supérieur. Dans ce cas, les déchets seront pelletés avec précaution dans un autre big-bag en utilisant un engin équipé de godet (voir prochain paragraphe).

Une méthode alternative est celle d'aspirer les déchets contenus dans les big-bags dans de nouveaux big-bags avec un système d'aspiration pneumatique. Ce système a été étudié dans le but d'augmenter la sécurité du poste de déstockage surtout pour le maniement des big-bags endommagés et des big-bags difficiles à saisir. Plusieurs entreprises ont été contactées pour la réalisation d'un tel système. L'étude des solutions techniques proposées par les entreprises a montré qu'il n'y a pour le moment pas de produits sur le marché convenant aux conditions requises pour les déchets de Stocamine. Une simple adaptation d'un système d'aspiration conventionnel n'est vraisemblablement pas faisable, en raison de la nature hétérogène des déchets stockés. Sur la base des connaissances techniques actuelles, la variante de l'aspiration pneumatique des déchets n'est pas recommandée.

Le choix de la méthode à utiliser pour la prise des big-bags sera effectué sur place en fonction de l'état des colis et pourra être adapté durant le déstockage en fonction de l'expérience acquise par le personnel.

Il est à noter que la hauteur de l'accès et la sûreté du chantier devront être contrôlés après chaque rangée, resp. après chaque allée. Si la situation minière n'est pas conforme, le chantier devra être mis à section et en sécurité. Entre-temps il sera possible de déstocker en parallèle une autre allée, à la condition qu'il y ait assez d'engins et qu'un deuxième système d'aéragage supplémentaire soit disponible.

4.3.4 Réemballage

Pendant la prise des colis, l'état des emballages et la classe des déchets qui y sont contenus seront examinés pour déterminer la nécessité d'un réemballage. Cet examen est indispensable pour :

- tous les big-bags de classe 0 (19'000 big-bags);
- tous les big-bags de classe 1 contenant de l'amiante (4'600 big-bags). ;
- fûts sans housse interne pour sel de trempe (classe 0, max. 9'100 fûts)
- les emballages endommagés ou instables (environ 10% des big-bags selon l'expérience du bloc n° 11, c'est-à-dire env. 3'000 big-bags (de classe 1 sans amiante) ; pour les fûts on estime que 5 % sont endommagés, c'est-à-dire env. 1'400) ;

Le réemballage des big-bags sera effectué avec des surbig-bags.

Pour le réemballage des fûts trois options sont possibles :

- (1) *surfût* : les fûts endommagés sont placés dans des surfûts. Cette option est très onéreuse, car les surfûts sont coûteux et leur poids causerait des coûts supplémentaires pour le stockage dans les mines allemandes. De plus, la logistique pour ce réemballage serait compliquée, parce que beaucoup d'emballages encombrants devrait être transporté au fond.
- (2) *surbig-bag pour chaque fût* : les fûts endommagés sont séparés de la palette (qui compte en général 4 fûts) et sont réemballés avec un surbig-bag pour fût (de dimensions inférieures à celles du surbig-bag). La logistique de ce procédé est très compliquée, parce que les fûts réemballés ne peuvent pas être remis sur la palette d'origine (exigence p. ex. de la mine Herfa-Neurode) et doivent être stockés séparément. En outre, les palettes de fûts incomplètes devraient être complétées avec des fûts intacts du même type de déchet ou des fûts vides.
- (3) *surbig-bag pour le colis entier* : la palette ayant des fûts endommagés est placée dans un surbig-bag. Le colis devient un big-bag qui répond aux exigences de transport et de stockage dans les mines allemandes (p.ex. Herfa-Neurode). La logistique pour cette solution est très simple par rapport à celles des deux autres variantes.

Nous recommandons la troisième option de réemballage qui est la plus avantageuse du point de vue logistique, de la sécurité et économique.

Un aperçu du nombre d'emballages et du type de réemballage nécessaire est donné au tableau 4.1.

Le réemballage pourra se dérouler selon la séquence suivante :

- (1) Le surbig-bag est posé à plat par terre ;
- (2) Le big-bag endommagé (ou la palette avec les fûts) est posé sur le surbig-bag ;
- (3) Le surbig-bag est soulevé pour recouvrir le big-bag (ou la palette avec les fûts) et il est fermé.

Les nouveaux emballages devront être au moins étiquetés provisoirement en reprenant les données de l'étiquette de l'emballage d'origine (un étiquetage définitif sera fait au jour). Ainsi la traçabilité des colis sera assurée.

Les emballages qui ne nécessitent pas de réemballage seront dépoussiérés avec un aspirateur industriel équipé de filtre HEPA pour éviter un épandage de poussières de sel et éventuellement de contaminants lors de leur transport au jour et de leur préparation pour le transport.

Tab. 4.1 : Nombres de colis et type de réemballage

Colis	Classe	Nombre approx. d'emballages	Réemballage
Big-bags	0	19'000	surbig-bag pour tous les big-bags (exigence des mines allemandes)
	1 amiante	4'600	surbig-bag (exigence du ISPS)
	1 (sans amiante)	30'300	aucun (seulement pour les big-bags endommagés ; env. 10 % du total = 3'000 big-bags)
Fûts	0 (sans sel de trempé)	22'100	fûts endommagés (env. 1'100): surbig-bag pour fûts ou surbig-bag pour le colis entier (4 fûts + palette) fûts intacts: aucun (évtl. pour le transport)
	0 (sel de trempé)	9'100	fûts sans housse interne : surbig-bag pour fûts ou surbig-bag pour le colis entier (4 fûts + palette)
	1	4'000	aucun (sauf exigences pour la sécurité du transport)
Conteneurs	0	200	aucune exigence particulière des mines allemandes
Palettes filmées	1	1'300	aucune

Après la phase de réemballage/dépoussiérage, les palettes endommagées (environ 30 % des palettes selon l'expérience du bloc n° 11) seront remplacées par des palettes intactes. Les colis seront ensuite chargés avec un engin chargeur (p.ex. Flexitrac ; le chariot élévateur Manitou est trop haut pour les travaux dans les galeries) sur un engin de transport (p.ex. camion-navette JPL).

Pour assurer la continuité du déstockage, les nouveaux emballages (surbig-bags) et les nouvelles palettes devront être stockés en quantité suffisante près de la zone de déstockage.

4.4 Transport souterrain jusqu'au stockage intermédiaire près du puits Joseph (phase 3)

Les colis seront transportés avec un engin de transport (p.ex. camion-navette JPL) dans l'allée, puis dans la voie d'accès en direction du puits Joseph, par lequel ils seront remontés au jour.

L'engin de transport JPL a une capacité de charge de 4 colis (max. 6.4 t) et roule à une vitesse moyenne de 8 km/h.

4.5 Stockage intermédiaire au fond (phase 4)

Dans le cas idéal, les colis seront déstockés et transportés tout de suite au jour. Si le transport au jour est limité pour des raisons logistiques, les colis pourront être stockés dans un stockage intermédiaire au fond, situé près du puits Joseph. La place disponible dans ce stockage intermédiaire est suffisante pour une centaine de colis. Les buts du stockage intermédiaire au fond sont les suivants :

- (1) tampon entre la zone de déstockage et le transport. Ceci permet d'éviter que le déstockage soit empêché par des problèmes au jour (stockage limité actuellement à 48 heures, problème de transport, etc.).
- (2) triage des colis pour rassembler les colis de la même catégorie avant de les porter au jour. Cette opération rendra possible de remonter dans un laps de temps relativement réduit une quantité suffisante de colis du même type de déchet et de composer au jour des wagons / camions avec idéalement un seul type de déchet (voir paragraphes 4.7 et 4.8).

Le stockage intermédiaire sera géré par le même personnel que celui assurant la remontée par le puits.

Dans le cas où la capacité de ce stockage se révèle insuffisante par rapport à l'avancement du déstockage, il sera possible d'utiliser des blocs vides comme stockage intermédiaire, d'aménager les galeries existantes, ou bien de prolonger le délai de stockage intermédiaire de 48 heures au jour pour décongestionner celui au fond (nécessite d'une nouvelle autorisation administrative). Les changements à apporter aux conditions actuelles seront à évaluer dans le cadre du projet définitif et dépendent du programme de déstockage (p. ex. nombre de postes de déstockage).

4.6 Remontée des déchets (phase 5)

Les colis seront chargés avec un chariot élévateur (p.ex. Manitou) dans la cage du puits Joseph, qui dispose de place pour un total de 4 colis sur deux plateaux (charge maximale 5 t).

La capacité pour la remontée est de 250 colis par jour (activité de 17 heures par jour).

4.7 Stockage intermédiaire au jour et préparation au transport (phase 6)

Les colis seront déchargés de la cage avec un chariot élévateur (p.ex. GP 50) et entreposés dans un stockage intermédiaire (environ 120 colis) pour au max. 48

heures (limite actuelle ; une demande de prolongation du temps de stockage devra vraisemblablement être déposée auprès des autorités compétentes).

Durant ces 48 heures, les colis devront être préparés pour leur transport en fonction de (i) la classe de déchet et, dans une deuxième phase, (ii) la catégorie de déchet, de manière à trier les déchets en fonction du transport. Pour simplifier la phase de préparation, il sera avantageux de séparer le stockage intermédiaire en deux sections, suivant la classe des déchets.

4.7.1 Section des déchets de classe 0

Les colis de classe 0 seront placés sur des palettes conformes aux exigences des mines souterraines allemandes et étiquetés selon les exigences du repreneur. La nouvelle désignation des colis devra être documentée et mise en relation avec l'ancienne désignation de Stocamine (la banque de données de Stocamine devra être actualisée). Ceci permettra la traçabilité des déchets lors du transport dans les mines allemandes.

Les colis seront chargés dans les camions ou wagons de manière à exporter idéalement un seul type de déchet par unité de transport. Cette pratique apporte une simplification des travaux administratifs de notification, augmente la sûreté du transport et simplifie la logistique de livraison aux mines allemandes.

Après la préparation des documents de transport selon les exigences ARD/RID, le transport vers les mines allemandes pourra démarrer.

4.7.2 Section des déchets de classe 1

Les colis de classe 1 seront réétiquetés seulement dans le cas où ils ont été réemballés ou si l'étiquette est endommagée ou difficilement lisible. Ensuite ils seront chargés dans des conteneurs fermés ou des camions. Si possible seul un type de déchet sera chargé par camion afin de réduire les travaux administratifs. Les documents de transport conformes aux exigences françaises seront préparés.

4.8 Transport et élimination des déchets (phase 7)

Les déchets de classe 0 devront être transportés en Allemagne par rail ou par route. Les détails du transport devront être définis et coordonnés en accord avec le repreneur. Les déchets de classe 1 (résidus d'incinération et amiante) seront transportés dans une ou plusieurs décharges de surface en France (CET 1).

Le transport et l'élimination se feront sous la responsabilité des entreprises mandatées et ne requièrent pas la participation du personnel de Stocamine.

5 Système d'aérage supplémentaire

Stocamine dispose d'un système d'aérage pour permettre le travail dans le stockage (voir paragraphe 2.1.3). Dans ce chapitre, la conformité de ce système d'aérage aux exigences pendant le travail est examinée. L'installation d'un système d'aérage supplémentaire s'avère nécessaire pour assurer une circulation d'air au front de déstockage et pour éviter une dissémination de poussière dans la mine. Deux variantes pour le système d'aérage supplémentaire sont proposées et évaluées par rapport à leur influence sur le déroulement logistique du déstockage.

5.1 Exigences pour le système d'aérage

Le système d'aérage de mine Amélie s'appuie sur deux ventilateurs (ES1 et ES2) d'une puissance totale de 320 kW. Le débit d'air actuel qui circule dans Stocamine est d'environ 28 m³/s (correspondant à 100'000 m³/h). Avec le changement du système d'aérage à partir de 2007 (puits Else remblayé), le débit d'air utile pour Stocamine devrait rester identique (voir paragraphe 2.1.3).

Lors des travaux de déstockage, les déchets seront pris à partir de l'entrée du bloc qui donne sur la voie médiane du stockage ; les autres accès au bloc (qui donnent sur la voie d'accès latérale) devront être fermés. Un système d'aérage supplémentaire sera nécessaire pour garantir un flux d'air contrôlé près de la zone de déstockage.

Le débit d'air circulant dans l'allée pendant le déstockage devra assurer (i) que les moteurs des engins puissent fonctionner et que les effluents gazeux des engins soient dilués, (ii) que les exigences d'hygiène du travail (surtout par rapport à l'amiante) soient respectées et (iii) que la dissémination de poussières éventuellement contaminées soit réduite le plus possible.

Les estimations du débit d'air nécessaire (chap. 5.1.1 à 5.1.3) correspondent à l'hypothèse d'un déstockage sur un chantier.

5.1.1 Débit d'air nécessaire pour le fonctionnement des engins et la dilution des effluents gazeux

L'aérage doit permettre le fonctionnement des engins et que leurs effluents gazeux soient dilués sous la valeur moyenne d'exposition (VME), surtout pour CO (VME = 30 ppm ou 36 mg/m³) et CO₂ (VME = 5'000 ppm ou 9'000 mg/m³).

Les engins qui seront utilisés pour déstocker ont en moyenne une puissance d'environ 50 kW. Au total, l'utilisation d'une puissance de 200 kW par chantier est estimée, correspondant par exemple à l'utilisation de deux chargeurs Flexitrac et deux camions-navettes JPL. Retenant une consommation typique des moteurs diesel de 200 g/h kW, l'air frais nécessaire pour la combustion est de 0.12 m³/s et les effluents gazeux sont 35 g/s de CO₂ et 0.12 g/s de CO.

L'air frais nécessaire pour baisser les concentrations de CO et CO₂ sous les limites VME est donc estimé à 3.9 m³/s (voir détails dans l'*annexe 4.1*).

5.1.2 Débit d'air nécessaire pour les exigences d'hygiène du travail (amiante)

Le facteur le plus critique pour les émissions dans l'air est constitué par d'éventuelles fibres d'amiante, qui pourraient nuire à la santé des travailleurs si du matériel devait sortir des colis. En conséquence l'aérage doit assurer un renouvellement d'air suffisant. La norme allemande TRSG 519 pour les travaux de démolition, d'assainissement et d'élimination des déchets [36] est retenue comme base technique pour estimer le débit d'air nécessaire pour respecter les exigences d'hygiène du travail. Cette norme exige un renouvellement d'air de 5 fois par heure dans le cas de travaux avec amiante (voir paragraphe 14.1.3 dans [36]). En considérant que le volume d'une allée est d'environ 3'500 m³ (5.5 x 2.8 x 225 m), le débit d'air nécessaire est de 4.8 m³/s par chantier (voir détails dans l'*annexe 4.2*).

Un problème ultérieur est la dissémination d'éventuelles fibres d'amiante, qui étant très fines, peuvent rester longtemps suspendues dans l'air. En conséquence, il est nécessaire d'obtenir un écoulement d'air contrôlé dans la zone de déstockage.

Avec l'aérage général actuel, la vitesse de circulation de l'air est estimée à des valeurs entre 0.01 et 0.2 m/s. En générant une vitesse supérieure, il est possible de diriger un flux d'air contrôlé vers la zone de déstockage. Pour générer un flux d'air directionnel, la vitesse de circulation de l'air doit être entre 0.3 et 0.5 m/s, ce qui correspond aux conditions habituelles pour les travaux en galerie. Tenant compte de la section de l'allée vide de 15.4 m² (5.5 x 2.8 m) et d'une section libre moyenne de 5.5 m² (5.5 x 1 m) au-dessus des colis, le débit d'air pour créer un flux contrôlé est estimé à environ 10 m³/s par chantier (vitesse moyenne de 0.47 m/s, voir *annexe 4.3*).

5.1.3 Exigences pour la qualité de l'air expulsé (filtration)

Les déchets stockés dans Stocamine sont tous solides et de volatilité négligeable. Aux conditions atmosphériques de la mine, les déchets ne peuvent pas générer de gaz. Par conséquent, lors du déstockage, l'air ne devra pas être filtré spécifiquement pour des polluants gazeux (les gaz de combustion sont dilués par l'aérage)

En revanche, l'air évacué du bloc déstocké contient potentiellement des poussières de polluants, qui pourraient se disperser dans la mine. Un filtrage de l'air provenant du front de déstockage sera donc nécessaire, surtout pour retenir d'éventuelles fibres d'amiante. Selon la norme allemande TRSG 519 [36], la concentration de fibres d'amiante dans l'air expulsé doit être inférieure à 1 fibre par litre. Cette valeur constitue un critère important pour le choix de la combinaison de filtres à utiliser.

5.1.4 Conclusion

L'aérage général dans le stockage (env. 28 m³/s) est suffisant pour permettre le déstockage des déchets (fonctionnement des machines et dilution des polluants).

En ce qui concerne le système d'aérage supplémentaire, la génération d'un flux d'air contrôlé dans la zone de déstockage constitue le facteur plus contraignant. Pour cette raison, un débit d'air de 10 m³/s est retenu pour le dimensionnement du système d'aérage supplémentaire pour un chantier. Les capacités de l'aérage géné-

ral du stockage permettent de travailler sur deux chantiers en parallèle, chacun avec un système d'aéragé supplémentaire indépendant.

Afin d'éviter une dissémination de poussières dans la mine, l'air évacué de la zone de déstockage doit être filtré et la limite de 1 fibre d'amiante par litre doit être respectée.

5.2 Solutions techniques pour l'aéragé supplémentaire

L'air de l'aéragé général de la mine doit être dirigé vers la zone qui sera déstockée. Une installation mobile d'aspiration/filtration va aspirer l'air et le filtrer pour éliminer la poussière (sel ou contaminant sortant de colis endommagés).

Le ventilateur supplémentaire doit avoir une puissance estimée à 40-50 kW sur la base du débit d'air de 10 m³/s. Le ventilateur doit être antidéflagrant et mis à terre (construit avec des matériaux conducteurs).

Le bloc de filtres sera équipé avec des pré-filtres pour filtrer la poussière grossière et préserver les filtres HEPA (High Efficiency-Particulate Air), capables de filtrer 99.9% des particules de taille supérieure à 0.3 µm. La surface du pré-filtre nécessaire est estimée à 4.5 m² (12 pré-filtres), celle du filtre HEPA à 17.5 m² (24 filtres, voir détails dans l'*annexe 4.4*). Le bloc de filtres est modulaire et ses éléments peuvent être changés selon les besoins. Il est possible d'enlever les filtres épuisés avec des sacs en plastique pour éviter le contact direct avec la peau et les voies respiratoires.

Il est prévu que le système d'aéragé supplémentaire travaille en sous-pression, c'est-à-dire l'air est filtré avant de passer dans le ventilateur, pour éviter que des poussières s'accumulent au niveau du ventilateur. Cette variante a ainsi l'avantage de nécessiter moins d'entretien par rapport à un système qui travaille en surpression (c'est-à-dire filtrage de l'air après le ventilateur). En outre, vu que le bloc de filtres est en sous-pression, il n'y a pas de danger de dissémination de polluants à partir d'éventuelles jointures du bloc non étanches.

La place réduite à disposition dans les galeries est le critère le plus contraignant pour le dimensionnement de l'installation mobile d'aspiration/filtration : ses dimensions doivent permettre le passage d'engins dans les allées et les recoupes. La longueur de l'installation mobile d'aspiration/filtration (ventilateur + bloc filtres) est de 9 mètres ; la hauteur d'env. 2.6 mètres et la largeur de 2.4 mètres. Cette installation est donc relativement encombrante par rapport aux dimensions des galeries (voir figure 5.1 et *annexe 2*). Pour faciliter le déplacement, l'installation mobile d'aspiration/filtration sera munie de patins.

Deux variantes ont été évaluées pour la réalisation du système d'aéragé supplémentaire (voir figure 5.2):

- *Aspiration à la source* : le système d'aéragé supplémentaire est placé près de la zone de déstockage et l'air filtré est évacué au début du déstockage dans une voie d'accès puis dans une allée libre d'un bloc déjà déstocké ;

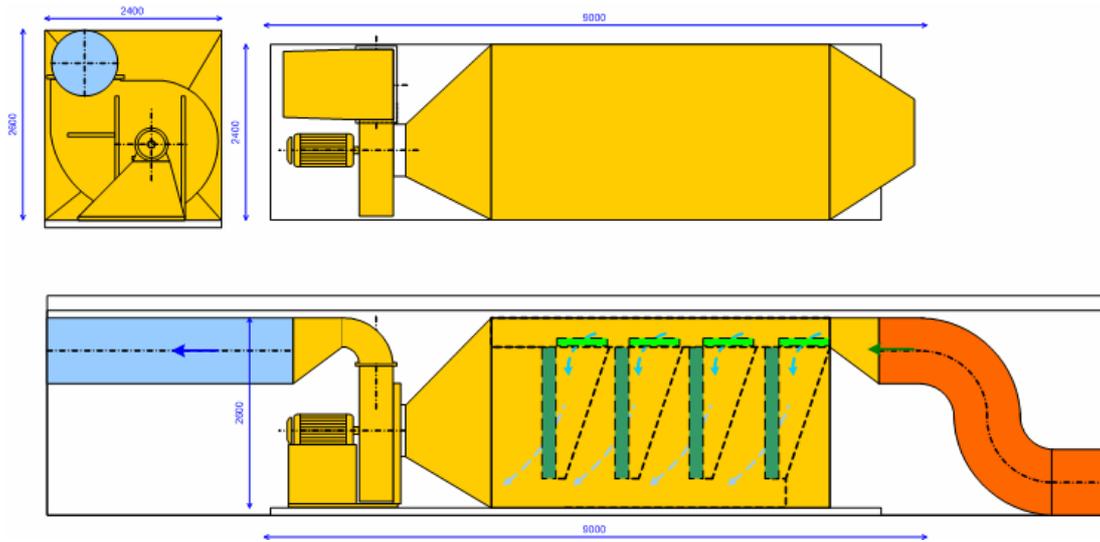


Fig. 5.1 : Dimensions de l'installation mobile d'aspiration/filtration : l'air sera filtré avec des pré-filtres (horizontaux, en vert clair) et des filtres HEPA (verticaux, en vert foncé)

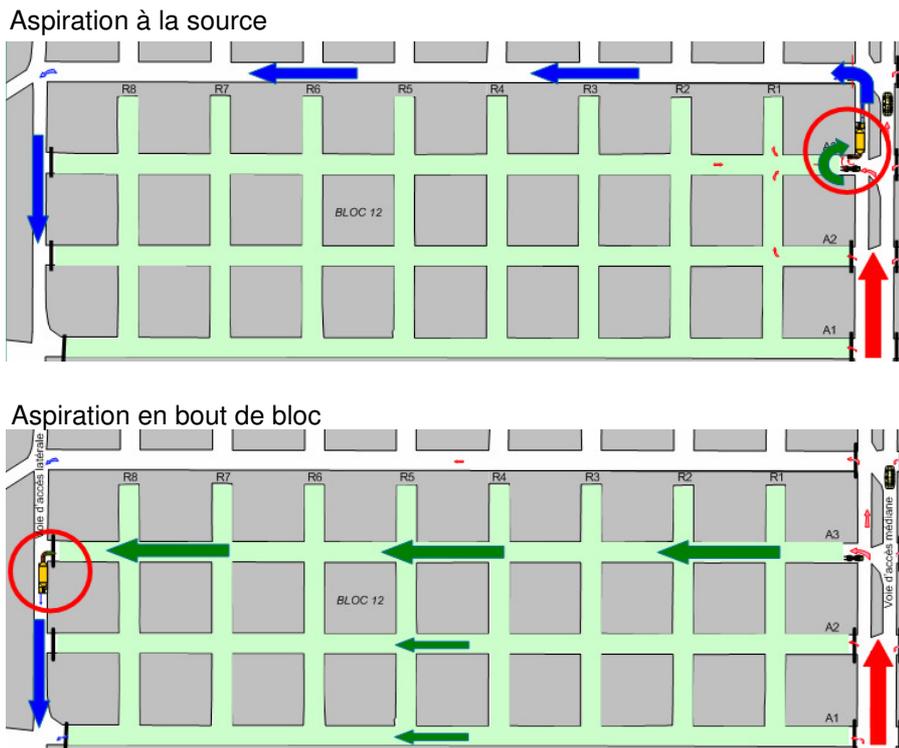


Fig. 5.2 : Concept général des deux variantes pour l'aéragé supplémentaire. Flèche rouge = air frais ; flèche bleue = air en retour ; flèche verte : air potentiellement pollué

- *Aspiration en bout de bloc* : le système d'aérage supplémentaire est placé en bout de bloc (dans la voie d'accès latérale) et l'air filtré est évacué suivant l'aérage général de la mine.

Idéalement le déstockage d'un bloc démarre dans une allée qui a un carrefour à 4 voies pour augmenter la manoeuvrabilité des engins (p.ex. allée A3 ou A2, mais pas l'allée A1). Dans les prochains paragraphes, les deux variantes sont évaluées en tenant compte du déroulement pratique du déstockage et des exigences d'hygiène du travail et de sécurité.

5.3 Concept d'aérage supplémentaire avec « aspiration à la source »

5.3.1 Concept de base

Le but de l'aspiration à la source est de renforcer l'aérage dans la zone de déstockage et de générer un écoulement d'air directionnel (voir paragraphe 5.1) pour saisir des polluants éventuels provenant directement des colis déstockés. Idéalement l'aspiration est effectuée le plus près possible des déchets pour éviter que le personnel se trouve dans le flux d'air provenant des colis.

L'air provenant de l'aérage général de la mine est dirigé vers la zone de déstockage en plaçant un ventilateur, qui va instaurer un flux d'air près des déchets.

L'installation du système d'aspiration à la source est illustrée dans la figure 5.3a:

- Une ligne de canars rigides (en aspiration) est placée près du front de déstockage (en orange) pour saisir l'air potentiellement pollué. Un capot vertical est installé au bout du dernier élément de la ligne de canars rigides. A cause de ses dimensions et de son poids qui rendront difficile le travail dans les allées, la ligne de canars rigides doit être la plus courte possible ;
- l'air aspiré passe par un bloc de filtres, composé de pré-filtres qui protègent les filtres principaux HEPA contre un chargement excessif de poussières de sel. Les filtres HEPA retiennent les poussières fines, y compris les fibres d'amiante (voir paragraphe 5.2 et figure 5.1).
- le ventilateur va expulser l'air par un ventube flexible dans une allée libre : l'air va suivre la direction d'écoulement générale de la mine. L'installation mobile d'aspiration/filtration est initialement placée dans la voie d'accès médiane, vu que ses dimensions empêchent de la placer dans l'allée qui sera déstockée. Il sera toutefois possible de la placer dans les recoupes dès que celles-ci seront vides. Le ventube est installé sous le toit, pour laisser libre le passage dans les galeries.

Etant donné que l'aspiration de l'air a lieu le plus près possible du front de déstockage pour saisir de manière la plus efficace possible les polluants éventuels, il faut déplacer le système d'aspiration au fur et à mesure que le déstockage avance (ce qui nécessite d'ajouter des éléments du canar avant le déplacement ; voir paragraphe 5.3.4).

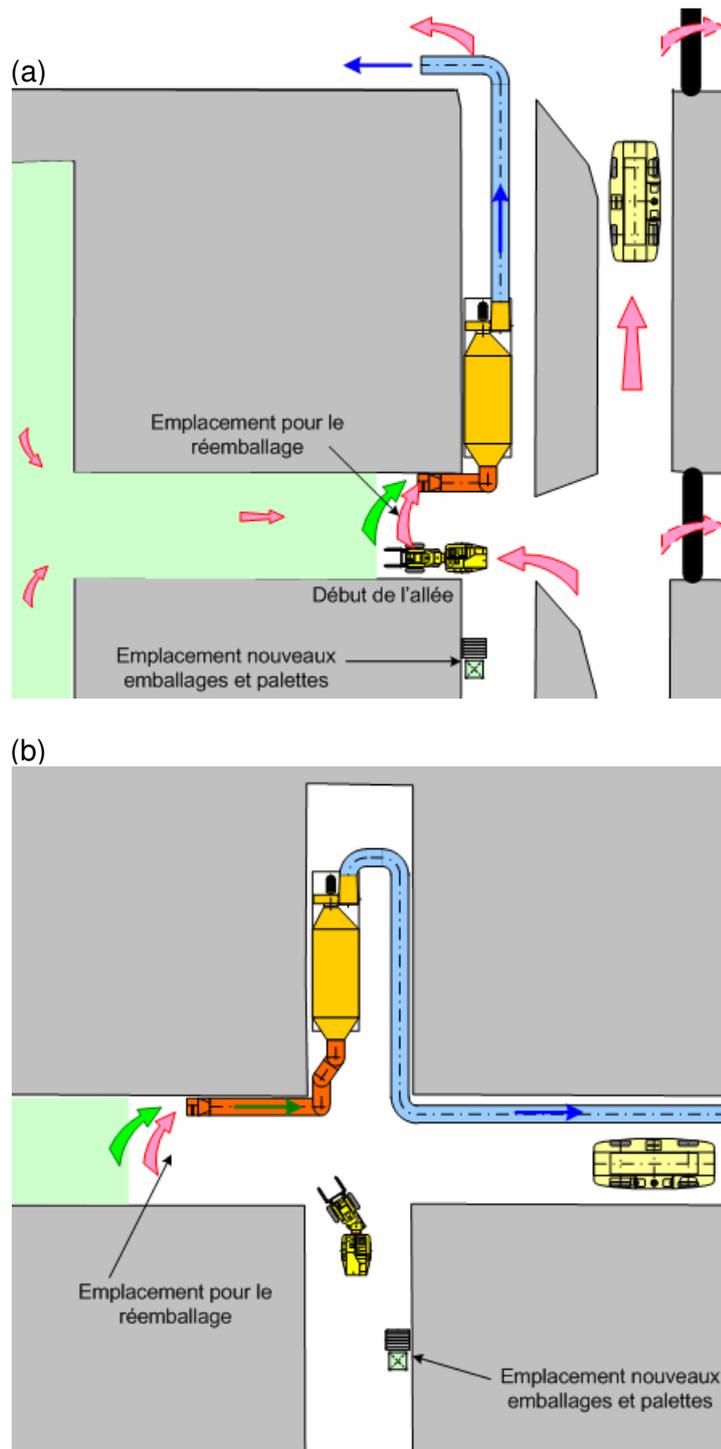


Fig. 5.3 : Concept de l'aspiration à la source : (a) début du déstockage d'un bloc; (b) situation au milieu du déstockage. Flèche rouge = air frais ; flèche bleue = air en retour ; flèche verte : air potentiellement pollué

Le réemballage des colis est effectué près du front de déstockage pour éviter de transporter des colis potentiellement endommagés dans l'allée. Comme option en cas de manque de place pour la phase de réemballage, les colis peuvent être transportés jusqu'au premier carrefour qui offre plus de manoeuvrabilité et de place

pour stocker les nouveaux emballages et les palettes dans la recoupe (voir figure A5.1 dans l'*annexe 5.1*). L'aérage de la zone du carrefour pendant la phase de réemballage sera assuré par un guichet sur la ligne de canars rigides, qui dirigera l'aspiration vers la zone de travail.

5.3.2 Surveillance

Une surveillance du système d'aérage, respectivement de la qualité de l'air dans l'allée, doit être effectuée régulièrement. En particulier les points suivants sont importants :

- Surveillance des filtres pour en détecter l'épuisement (mesure de la différence de pression) ou une rupture (capteur de lumière diffusée dans la sortie du bloc de filtres) ;
- Surveillance de O₂, CO, CO₂ et CH₄ dans la zone de travail pour s'assurer que le renouvellement d'air est suffisant ;
- Mesures de la vitesse du flux d'air dans la zone de travail (mesures du profil de la vitesse) pour vérifier que la vitesse du flux est entre 0.3 et 0.5 m/s.

5.3.3 Préparatifs nécessaires

Différents préparatifs sont nécessaires avant le début des travaux de déstockage :

- Installation de l'infrastructure de base : p.ex. électricité, système de monitoring de la qualité de l'air ;
- Fermeture des entrées du bloc qui donnent sur la voie d'accès latérale pour augmenter l'efficacité de l'aspiration à la source ;
- Mise en place de l'installation mobile d'aspiration/filtration dans la voie d'accès médiane (et plus tard dans les recoupes, voir prochain paragraphe) ;
- Installation de la ligne de canars rigides entre la zone de déstockage et le bloc de filtres (et son prolongement au fur et à mesure que le déstockage avance, voir prochain paragraphe) ;
- Installation du ventube flexible au-dessous du toit, depuis le ventilateur jusqu'en dehors du bloc (prolongement du ventube, voir prochain paragraphe) ;
- Ouverture de la cloison de l'allée pour accéder aux déchets.

5.3.4 Début et progression du déstockage

Le déroulement du déstockage et du déplacement de l'installation mobile d'aspiration/filtration est illustré dans l'*annexe 5.1*. Le déstockage va commencer par exemple par l'allée A3 d'un bloc, puisque la recoupe qui sera vidée permet une meilleure manœuvrabilité des engins. Le déroulement est décrit ci-dessous pour un bloc:

- étape 1: fermeture des entrées du bloc qui donnent sur la voie d'accès latérale ; ouverture de la cloison du bloc dans la voie d'accès mé-

diane ; l'installation mobile d'aspiration / filtration est placée initialement dans la voie d'accès médiane; début du déstockage ;

- étape 2: déstockage jusqu'à la première recoupe en prolongeant la ligne de canars rigides;
- étape 3: déstockage de la recoupe en cul de sac (à droite pour les blocs n° 11 à 14 ; à gauche pour les blocs n° 21-24). La ligne de canars rigides sera prolongée ;
- étape 4: déplacement de l'installation mobile d'aspiration/filtration dans la recoupe libre ; déstockage de la partie opposée de la recoupe jusqu'à l'allée A2;
- étape 5: déstockage suivant la même méthode jusqu'au fond de l'allée;
- étape 6: ouverture de la deuxième allée (A2) et fermeture de l'entrée A3. Mise en place de l'installation mobile d'aspiration/filtration dans la voie d'accès médiane; déstockage de la deuxième allée;
- étape 7: installation du ventube dans l'allée libre pour laisser plus d'espace dans l'allée A2, qui est en train d'être déstockée;
- étape 8: ouverture de la troisième allée (A1) et fermeture de l'entrée A2. Déstockage suivant la même méthode que pour l'allée A2.

Quand le bloc sera vide, les entrées seront fermées et le déstockage continuera dans un autre bloc.

La progression du déstockage nécessite un prolongement régulier de la ligne de canars rigides et le déplacement régulier du système d'aspiration/filtration, pour assurer que l'aspiration soit faite le plus près possible du front de déstockage. Ce déplacement, qui influencera considérablement le déroulement du déstockage, peut se faire selon les procédures suivantes :

- *Prolongement de la ligne de canars rigides* : l'installation mobile d'aspiration/filtration reste fixe et la ligne de canars rigides est prolongée (jusqu'à un max. de 25 mètres) avec des modules qui permettent d'atteindre les recoupes (voire étapes 1 à 3 dans l'*annexe 5.1*). Le prolongement de la ligne de canars rigides ne peut pas se faire sur toute la longueur de l'allée, en raison de la difficulté de cette opération (dimensions et poids des modules de prolongement) et de la réduction de l'espace libre à disposition des engins ;
- *Prolongement du ventube flexible* : dès que la première recoupe est libre, l'installation mobile d'aspiration/filtration est placée dans la recoupe (étape 4). Cette opération nécessite l'utilisation d'un engin vu les dimensions de l'installation mobile d'aspiration/filtration. Le ventube sera prolongé et la longueur de la ligne de canars rigides adaptée. Le ventube est fixé sur le toit de l'allée, raison pour laquelle il y a plus de place à disposition pour les engins et le danger d'endommager le système d'aéragage est réduit.

5.3.5 Situations particulières

Pendant toutes les phases de déplacement et d'entretien de l'installation mobile d'aspiration/filtration, les travaux de déstockage sont interrompus pour des raisons de sécurité.

Lors du déplacement de la ligne de canars rigides, le système d'aspiration reste en fonction. Un guichet dans l'élément du canar avant le bloc de filtres rendra possible d'aspirer l'air de l'allée près du bloc de filtres et facilitera le travail de montage des modules au bout de la ligne de canars rigides.

Le système d'aspiration doit être mis hors service pendant les déplacements et les travaux d'entretien. Vu que l'aérage de l'allée sera réduit, seul le personnel absolument nécessaire pour ces opérations devra être présent. Eventuellement, un ventilateur de capacité réduite sera connecté au ventube pour améliorer temporairement le renouvellement d'air.

L'entretien du bloc de filtres est effectué si le capteur de lumière diffusée montre que les filtres sont défectueux ou si la mesure de la différence de pression indique un colmatage des filtres.

5.3.6 Avantages et inconvénients

L'aérage supplémentaire avec aspiration à la source a les avantages suivants :

- les polluants sont saisis directement à la source, empêchant une contamination du personnel ;
- il n'y a aucune dissémination de polluants dans les autres zones du stockage ;
- la contamination des autres colis est évitée ;
- l'entretien et le monitoring des filtres sont faits sur place.

Ce système a toutefois des inconvénients :

- l'installation mobile d'aspiration/filtration doit être déplacée au fur et à mesure de la progression du déstockage. Les modules de la ligne de canars rigides sont encombrants et doivent être déplacés plusieurs fois ; le bloc de filtres est très encombrant et nécessite l'emploi d'un engin pour le déplacer ;
- la place à disposition est réduite et la manoeuvrabilité des engins dans les allées est limitée. Si la place à disposition n'est pas suffisante pour procéder au réemballage, il est possible, comme option, de reculer jusqu'au premier carrefour pour réemballer les colis (voir paragraphe 5.3.1) ;
- l'installation mobile d'aspiration/filtration peut être endommagée pendant les manoeuvres des engins ou pendant son déplacement ;
- l'installation mobile d'aspiration/filtration dégage de la chaleur et est bruyante ;
- un ventilateur supplémentaire peut s'avérer nécessaire pour améliorer l'aérage de l'allée pendant le déplacement de l'installation mobile d'aspiration/filtration et le changement des filtres.

5.4 Concept d'aérage avec « aspiration en bout de bloc »

5.4.1 Concept de base

L'aérage avec aspiration en bout de bloc consiste à générer un flux d'air dirigé du front de déstockage en direction des colis stockés dans l'allée. L'air est aspiré par un ventilateur placé en bout de bloc (dans la voie d'accès) et est filtré par un bloc de filtres HEPA et de pré-filtres (même équipement que pour la variante d'aspiration à la source). L'aérage général de la mine va consolider le flux d'air le long de l'allée. L'air filtré est expulsé suivant la direction de l'aérage général.

L'installation d'aspiration est schématisée à la figure 5.4. Le système est plus simple que celui de l'aspiration à la source (voir paragraphe 5.3.1) et comprend les éléments suivants:

- Ventilateur ;
- Bloc de filtres (pré-filtres + filtres HEPA) ;
- Ligne de canars rigides.

Le réemballage est effectué, comme pour la variante d'aspiration à la source, près du front de déstockage pour éviter le transport des colis potentiellement endommagés dans l'allée (voir figure 5.4).

5.4.2 Surveillance

Une surveillance du système d'aérage, respectivement de la qualité de l'air dans le bloc, doit être effectuée régulièrement. Les points suivants sont particulièrement importants :

- Surveillance des filtres pour en détecter l'épuisement (mesure de la différence de pression) ou une rupture (capteur de lumière diffusée dans la sortie du bloc de filtres) ;
- Surveillance de O₂, CO, CO₂ et CH₄ dans le chantier pour s'assurer que le renouvellement d'air est suffisant ;
- Mesures de la vitesse du flux d'air dans le chantier (mesures du profil de la vitesse) pour vérifier que la vitesse du flux est entre 0.3 et 0.5 m/s.

5.4.3 Préparatifs nécessaires

Avant d'utiliser le système d'aspiration en bout de bloc, les préparatifs suivants sont nécessaires :

- Installation de l'infrastructure de base : p.ex. électricité, système de monitoring de la qualité de l'air ;
- Fermeture des entrées du bloc qui donnent sur la voie d'accès latérale ;
- Installation du système d'aspiration/filtration en bout de bloc ; ouvrir la cloison provisoire de l'entrée qui donne sur la voie d'accès médiane et contrôler si le système d'aérage supplémentaire fonctionne en mesurant la vitesse de l'air. Si la vitesse de l'air est suffisante, ce système d'aérage est applicable ;

si ce n'est pas le cas, il est possible de tester une autre allée du bloc et, dans le pire des cas, le système d'aspiration à la source doit être utilisé.

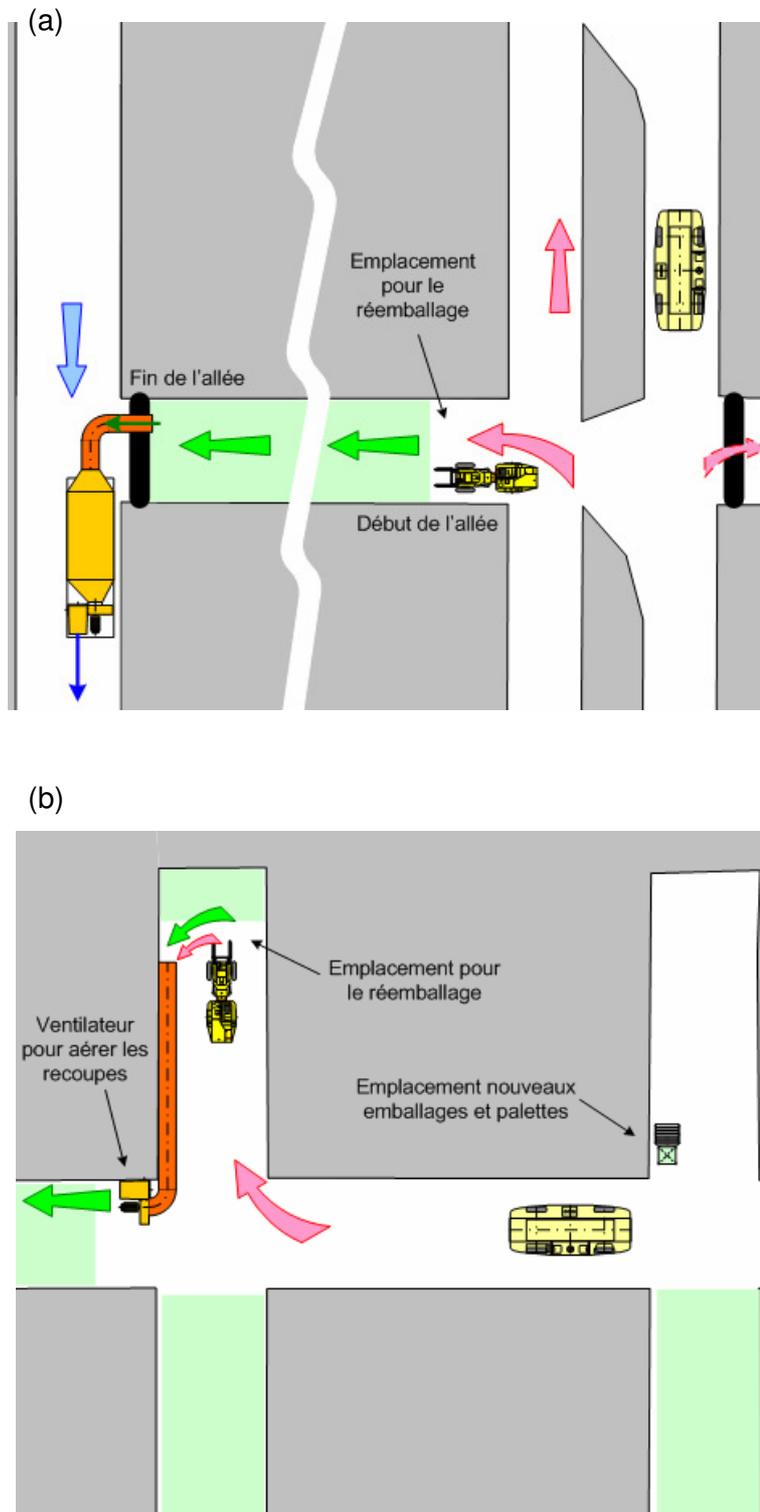


Fig. 5.4 : Concept de l'aspiration en bout de bloc. (a) début du déstockage d'un bloc; (b) situation au milieu du déstockage : pour le travail dans les recoupes en cul de sac un ventilateur supplémentaire garantira l'aération. Flèche rouge = air frais ; flèche bleue = air en retour ; flèche verte : air potentiellement pollué

5.4.4 Début et progression du déstockage

Pendant le déstockage, l'aérage est dirigé de manière à ce que l'air aspiré arrive depuis le front de déstockage. Des cloisons mobiles (p. ex. cloisons gonflables) sont placées selon les besoins pour diriger le flux d'air.

Le déstockage va commencer, par exemple, par l'allée A3 d'un bloc, puisque la recoupe qui sera vidée permet une meilleure manœuvrabilité des engins. La progression du déstockage est illustrée dans l'*annexe 5.2* en sept étapes:

- étape 1: fermeture des entrées du bloc qui donnent sur la voie d'accès latérale ; mise en place de l'installation mobile d'aspiration/filtration dans la voie d'accès latérale ; ouverture de la cloison de l'allée A3 et début du déstockage;
- étape 2: déstockage de l'allée A3 et de la partie des recoupes en cul de sac. Le déstockage de cette partie des recoupes exige l'utilisation d'un ventilateur supplémentaire de puissance réduite (par rapport au ventilateur en bout de bloc) pour améliorer la circulation de l'air (voir aussi figure 5.4b);
- étape 3: progression du déstockage jusqu'à la fin de l'allée ;
- étape 4: ouverture de l'allée A2 ; fermeture de l'allée A3 avec deux cloisons pour améliorer le flux d'air dans l'allée A2 ; déstockage de l'allée et de la partie des recoupes qui donne sur l'allée A3;
- étape 5: progression du déstockage jusqu'à la fin du bloc ; une cloison sera déplacée pour diriger le flux d'air vers la zone de déstockage;
- étape 6: ouverture de l'allée A1 ; l'entrée de l'allée A2 sera fermée avec deux cloisons pour améliorer le flux d'air dans l'allée A1 ; le système d'aspiration est placé au bout de l'allée A2 ; début du déstockage de l'allée A1 ;
- étape 7: progression du déstockage de l'allée A1 et des parties des recoupes restantes jusqu'à la fin du bloc.

Cette progression du déstockage correspond à une situation sans problèmes particuliers pour l'aérage. Si la circulation d'air dans une allée devait poser des problèmes, le déstockage devrait être adapté (essayer avec une autre allée ou utiliser le système d'aspiration à la source).

5.4.5 Situations particulières

Pendant toutes les phases de déplacement et d'entretien de l'installation mobile d'aspiration/filtration, les travaux de déstockage sont interrompus pour des raisons de sécurité.

Le système d'aspiration devra être mis hors service avant le déplacement et les travaux d'entretien.

L'entretien du bloc de filtres est effectué si le capteur de lumière diffusée montre que les filtres sont défectueux ou si la mesure de la différence de pression indique un colmatage des filtres. Un système d'alarme doit être installé pour le monitoring

du fonctionnement de l'installation mobile d'aspiration/filtration. Si l'installation mobile d'aspiration/filtration est placée dans la zone rouge, le personnel pour l'entretien doit être équipé avec un système de protection personnelle adapté.

5.4.6 Avantages et inconvénients

L'aérage avec aspiration en bout de bloc a les avantages suivants :

- le flux d'air dans le bloc est favorisé par l'aérage général de la mine ;
- la place à disposition dans la zone de déstockage n'est pas limitée par l'installation mobile d'aspiration/filtration ;
- l'installation mobile d'aspiration/filtration doit être déplacée moins souvent ; seules les cloisons doivent être régulièrement déplacées et l'installation mobile d'aspiration/filtration est simplement déplacée d'un bout d'allée à un autre ;
- dans la zone de déstockage, il n'y a ni bruit ni dégagement de chaleur, dus à l'installation.

Les inconvénients de ce système d'aérage sont les suivants:

- pour le déstockage des blocs n° 11, 12, 13 et 14, l'installation mobile d'aspiration/filtration doit être placée dans la zone rouge² : son installation nécessite donc que le personnel soit équipé avec des équipements de protection individuelle adaptés ;
- le flux d'air traverse des zones où des colis sont stockés : en cas de rupture d'un colis au front de déstockage, les autres colis dans le bloc seraient contaminés. En conséquence, les colis devraient être soigneusement dépoussiérés et un équipement de protection individuelle plus lourd devrait probablement être utilisé ;
- l'aérage est plus difficile à contrôler, puisque l'air circule aussi dans les deux autres allées du bloc : l'air va suivre le trajet où la résistance à l'intérieur du bloc est la plus faible et pas forcément suivre la direction de l'allée qui est déstockée. Ceci implique que le flux d'air peut se réduire considérablement lors du déstockage, même si, à l'entrée de l'allée, le flux d'air était suffisant. Des mesures et une surveillance du flux d'air sont nécessaires ;
- des problèmes miniers (si le toit est trop bas) pourraient limiter l'espace libre au-dessus des déchets et ainsi réduire l'efficacité de l'aérage, voire l'empêcher complètement. Si l'aspiration en bout de bloc ne fonctionne pas, on est obligé de passer au système d'aspiration à la source ;
- le déstockage de la partie des recoupes en cul de sac nécessite l'utilisation d'un ventilateur supplémentaire pour améliorer la circulation de l'air.

² Il s'agit des galeries parcourues par les fumées de l'incendie de septembre 2002.

5.5 Comparaison des deux variantes d'aérage supplémentaire

Les deux variantes d'aérage supplémentaire sont comparées ici-dessous :

Equipement : la variante de l'aspiration à la source nécessite plus d'équipements annexes (ligne de canars rigides < 25 m, ventube long) ; par contre le ventilateur et le bloc de filtres sont les mêmes. Les deux variantes sont donc faisables avec le même équipement, permettant de passer, selon les besoins et les restrictions, d'une variante à l'autre.

Installation et adaptation : la variante de l'aspiration à la source nécessite clairement plus d'efforts pour son installation (prolongement de la ligne de canars rigides et du ventube), ainsi que pour le déplacement de l'installation mobile d'aspiration/filtration au fur et à mesure de la progression du déstockage. Pour la variante d'aspiration en bout de bloc, l'installation et l'adaptation du système s'avère plus simple, puisque seules les cloisons doivent être installées et déplacées pour diriger l'aspiration sur le front de déstockage.

Entretien : l'entretien de l'installation mobile d'aspiration/filtration est similaire pour les deux variantes. La variante d'aspiration à la source a comme avantage que le personnel peut contrôler sur place le fonctionnement de l'installation, tandis que pour l'autre variante les contrôles doivent être effectués à l'extérieur du bloc (pour les réparations, l'installation mobile d'aspiration/filtration doit être déplacée hors de la zone rouge).

Faisabilité : La variante d'aspiration à la source fonctionne dans tous les cas, tandis que la variante d'aspiration en bout de bloc dépend beaucoup de la convergence des galeries : la direction du flux d'air dans le bloc peut suivre différents parcours en fonction de la section libre présente dans les allées et les recoupes (des parties pourraient bloquer ou limiter le flux d'air). En cas d'absence du flux d'air nécessaire, la variante d'aspiration en bout de bloc devra être abandonnée en faveur de l'autre variante. En raison de la convergence progressive des galeries, plus le déstockage sera effectué tard, plus difficile sera le fonctionnement de l'aérage en bout de bloc.

Espace à disposition : la variante d'aspiration à la source restreint considérablement l'espace à disposition pour les manœuvres des engins. De ce point de vue, l'aspiration en bout de bloc a clairement un avantage.

Sécurité : les deux variantes donnent une bonne sécurité du point de vue de l'hygiène du travail. La variante d'aspiration à la source a l'avantage de saisir les polluants directement près du front de déstockage. Pour la variante d'aspiration en bout de bloc, le déstockage des colis dans les recoupes en cul de sac nécessite un ventilateur supplémentaire, le flux d'air y étant sinon insuffisant.

Conclusion : les deux variantes peuvent être réalisées avec le même type d'équipement et, si nécessaire, il est possible de passer d'un système à l'autre. La variante d'aspiration en bout de bloc est la plus simple à réaliser, mais des situations minières défavorables pourraient en limiter l'efficacité, voire bloquer ce système d'aérage supplémentaire. D'autre part, la variante de l'aspiration à la source offre un aérage plus contrôlable, mais présuppose un effort logistique clairement plus élevé. Etant donné que la situation minière à l'intérieur des blocs peut changer

considérablement d'un bloc à l'autre, il est recommandé d'appliquer la variante la plus efficace en fonction des conditions minières rencontrées et de changer de variante en cas de nécessité ou si l'expérience pratique durant le déstockage montre qu'une des deux variante est plus appropriée. **Il est à noter que la variante d'aspiration à la source fonctionne dans tous les cas, tandis que le fonctionnement de la variante d'aspiration en bout de bloc dépend beaucoup de la convergence des galeries.**

Dans ce chapitre, le déroulement du déstockage a été décrit pour un chantier. En réalité, le déstockage sera interrompu irrégulièrement par les travaux de mise à section et en sécurité des galeries. Pour accélérer le déstockage, il est donc plus avantageux de travailler sur deux chantiers parallèlement. Le déroulement logistique et les capacités du déstockage avec deux chantiers sont discutés dans le prochain chapitre.

6 Déroutement logistique et capacités

Le déroulement du déstockage d'un bloc a été décrit dans le chapitre 5. Dans ce chapitre est évalué le déroulement du déstockage de la mine souterraine d'un point de vue plus général en fonction des efforts logistiques nécessaires à un bon déroulement et des capacités de déstockage.

6.1 Déroutement logistique du déstockage

Etant donné que le déstockage sera interrompu irrégulièrement par les travaux de mise à section et en sécurité, il sera probablement nécessaire de travailler parallèlement sur deux chantiers (dans des blocs différents) pour augmenter les capacités de déstockage et la flexibilité du travail. Evidemment, dans ce cas, un deuxième système d'aéragage supplémentaire devra être utilisé pour le deuxième chantier.

La séquence de déstockage des blocs dépend de plusieurs facteurs :

- (a) *aéragage général*: le déstockage devra progresser dans le sens opposé à l'aéragage général de la mine. Ceci permet, en cas d'épandage accidentel de polluants, de continuer à déstocker. Dans le cas contraire, les blocs encore pleins, situés en aval de la circulation de l'air, seraient contaminés et leur déstockage se compliquerait;
- (b) *aéragage supplémentaire* : Si le système d'aspiration à la source est utilisé pour deux chantiers, l'emplacement des installations mobiles d'aspiration / filtration devra être, au début du déstockage des allées, dans la même voie d'accès médiane, pour laisser l'autre voie d'accès médiane libre pour la circulation des engins transporteurs. Ceci implique que les travaux se feront dans deux blocs sur le même côté de la voie d'accès médiane (p.ex. blocs n° 11 et 12). Si le système d'aspiration en bout de bloc est utilisé, il n'y a pas de limitation particulière à la séquence de déstockage;
- (c) *facilité de travail* : si le déstockage est effectué sur deux chantiers, il est avantageux que deux blocs proches soient déstockés pour avoir plus de manoeuvrabilité dans la voie d'accès médiane et pour pouvoir échanger plus facilement les outils entre les deux chantiers ;
- (d) *possibilité de stockage intermédiaire* : étant donné que le stockage intermédiaire près du puits Joseph et celui au jour sont limités, l'utilisation de blocs vides pour trier les colis peut s'avérer intéressante. De ce point de vue, le stockage devrait commencer près de la voie de sortie des colis vers le puit Joseph, afin de libérer des galeries pour le stockage ;
- (e) *distribution des déchets* : le fait que les déchets du même type seront rassemblés pour améliorer la logistique de leur remontée au jour et ultérieurement leur transport, peut influencer de manière importante la séquence de déstockage ;
- (f) *conditions minières* : l'état des galeries et la durée du travail de mise à section et en sécurité, peuvent influencer la séquence de déstockage. Il est difficile, à priori, de prévoir dans quelles zones de la mine il y aura des problèmes miniers nécessitant beaucoup de travail.

Les détails de la séquence de déstockage devront être fixés lors du projet de réalisation définitif. La séquence dépendra aussi de facteurs imprévisibles (situation minière) et devra donc être adaptée lors du déstockage.

6.2 Capacités

Les capacités du déstockage de la mine dépendent des activités limitantes pour l'avancement du déstockage, du personnel et des engins à disposition.

6.2.1 Activités limitantes

Le déroulement du déstockage lui-même dépend beaucoup des autres activités à effectuer dans la mine. En particulier, les travaux suivants sont contraignants :

- Déplacement et entretien des filtres du système d'aérage supplémentaire : arrêt temporaire du déstockage ;
- Mise à section et en sécurité des galeries : le déstockage devra être interrompu après quelques rangées pour la préparation de l'allée ;
- Réemballage des colis : cette opération peut nécessiter beaucoup de temps, surtout si des colis se déchirent et si le contenu sort de l'emballage ;
- Tri des colis selon la classe et la catégorie de déchet : la limite actuelle de 48 heures pour le stockage intermédiaire au jour devra être augmentée à une semaine au minimum pour faciliter le déroulement du déstockage.

Pour déstocker plus rapidement, il est envisageable de travailler sur deux chantiers parallèles (dans deux blocs).

6.2.2 Personnel et engins

Suivant les données du déstockage partiel du bloc n° 11 de 2001-2002 [32-34], environ 40 colis ont été déstockés par poste. Les activités de réemballage et d'entretien du système d'aérage supplémentaire réduiront cette capacité de déstockage à environ 30 colis par poste. Etant donné que les travaux miniers et autres activités (voir paragraphe 6.2.1) limiteront la vitesse de déstockage, il est quasiment impératif de travailler sur plusieurs chantiers parallèles.

Le déstockage des colis peut être réalisé sur deux chantiers et deux postes, vu que la capacité maximale de remontée des déchets est de 250 colis par jour (17 heures sur 24) et ne pose donc pas de limitation. Le travail sur deux chantiers implique l'utilisation de deux systèmes d'aérage supplémentaire.

Pour coordonner le déstockage et les travaux miniers, il est prévu d'avoir une équipe de déstockage et une équipe minière pour chaque poste. Au total il est estimé que 60% du temps de travail sera dédié au déstockage et que les 40% restants seront nécessaires pour l'entretien minier et le rabassenage.

L'équipe de déstockage va travailler sur le chantier 1 (voir figure 6.1) et pourra déstocker en moyenne 30 colis (100% déstockage). L'équipe minière va principalement effectuer des travaux de mise à section et sécurité sur le chantier 2, mais si la galerie ne nécessite pas beaucoup de préparation, l'équipe minière peut également dés-

tocker des colis (80% du temps pour les travaux miniers et 20 % pour le déstockage).

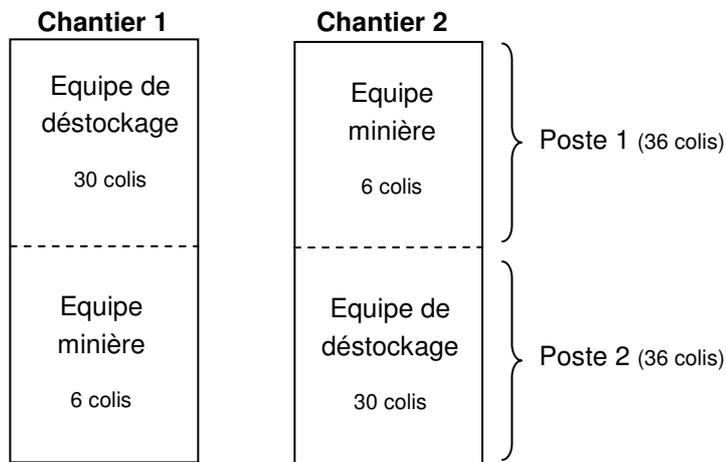


Fig. 6.1 : Organisation du travail en deux chantiers avec deux postes avec estimation du nombre de colis déstockés

Tab. 6.1 : Besoins en personnel et en engins, ainsi que cadences de travail de déstockage (avec deux chantiers de déstockage et deux postes)

Activité	Besoins en personnel par jour	Besoins en engins par jour	Nombre moyen de colis par jour
<i>Au fond</i>			
- Chantier de déstockage et réemballage	2 x 4	2 chargeurs	60
- Chantier d'entretien minier (80% mise à section et en sécurité et 20% déstockage + réemballage)	2 x 4	1 rabasseneuse 1 chargeur	12
- Transport	2 x 2	2 engins de transport	
- Garage	2 x 1		
- Recette fond	2 x 1	1 chariot élévateur	
- Agent de commandement	2 x 1		
Sous-total fond	26	7	72
<i>Au jour</i>			
- Recette au jour	2 x 2	1 chariot élévateur	
- manutention	2	1 engin de transport	
- chargement	1	1 engin de transport	
- laboratoire	1		
- accueil	1		
Sous-total jour	9	3	
Total	35 personnes	10 engins	72 colis

Le deuxième poste va alterner les activités pour que chaque chantier soit mis à section et en sécurité : une équipe minière travaille sur le chantier 2 et une équipe de déstockage travaille sur le chantier 1.

Dans le tableau 6.1 sont résumés les besoins en personnel et en engins : au total les besoins en personnel sont estimés à 35 personnes (30 au fond, 5 au jour)³ et les besoins en engins à 10 (8 au fond, 2 au jour). La quantité moyenne de colis déstockés par jour est estimée à 72 unités.

6.2.3 Besoin d'adaptation de l'infrastructure existante

Les engins au fond devront être probablement révisés avant leur utilisation. En outre, pour réaliser un déstockage efficace, des nouveaux engins capables de travailler avec une hauteur maximale de 2.8 m, devront être acquis.

L'adaptation la plus importante à faire concerne l'aéragé, puisqu'un système d'aéragé supplémentaire sera mis en place (voir chapitre 5).

En outre, au niveau administratif, le système informatique de Stocamine devra être adapté pour accueillir les données supplémentaires provenant des phases de déstockage et de transport (traçabilité des colis : type de réemballage, position dans le stockage intermédiaire, données de l'étiquetage conformes aux exigences des repreneurs, etc.).

6.3 Traçabilité des colis

La traçabilité des colis doit être garantie pendant toutes les opérations de déstockage selon les exigences réglementaires françaises.

Les flux d'information nécessaires pour garantir la traçabilité des colis sont illustrés dans la figure 6.2. La banque de données de Stocamine est le point de départ pour la planification du déstockage : les données des colis seront transmises dans le bloc à déstocker afin d'adapter le type d'équipement de protection individuelle et le type de réemballage. En fonction de la catégorie et de la classe des déchets, les colis seront réemballés et étiquetés provisoirement (ou définitivement). Les informations (sur les colis et le matériel) nécessaires pour l'étiquetage devront donc être présentes au fond. Le type de réemballage et les données des nouvelles étiquettes devront être introduits dans la banque de données de Stocamine.

Après le réemballage, les colis pourront être placés, si nécessaire, dans le stockage intermédiaire au fond (près du puits Joseph on dans un bloc vide). Si les capacités du stockage intermédiaire au jour sont suffisantes, les colis seront transportés au jour. Les colis seront triés dans les stockages intermédiaires selon la classe et la catégorie des déchets pour simplifier la logistique de leur transport chez les repreneurs. La position des colis dans les stockages intermédiaires devra être transmise dans la base de données de Stocamine.

³ Ces chiffres ne tiennent pas compte du personnel chargé de la maintenance générale de la mine, effectué actuellement par MDPA. Les MDPA estiment ce besoin à environ 50 personnes avec pour certaines des compétences minières spécifiques.

Au jour, les colis seront étiquetés selon les exigences des repreneurs et les documents de transport correspondants seront préparés. Ces informations devront aussi être introduites dans le système informatique de Stocamine.

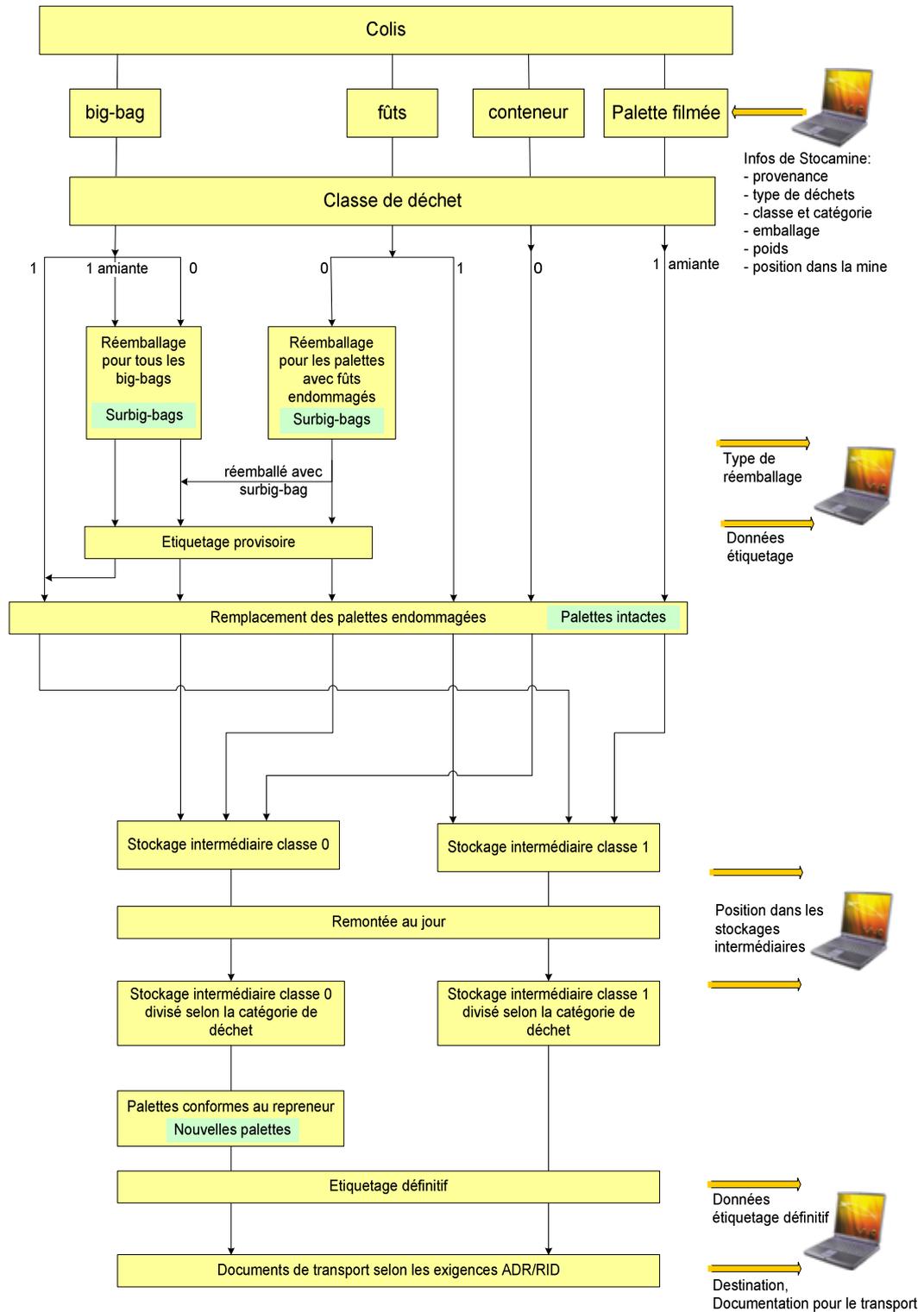


Fig. 6.2 : Traçabilité des colis lors du déstockage. Les flux d'information sont indiqués par les flèches oranges.

7 Mesures complémentaires

Lors du développement des concepts techniques du présent rapport pour le déstockage des déchets de Stocamine, les exigences de sécurité et d'hygiène du travail ont été prises en compte. Les mesures de sécurité complémentaires nécessaires afin d'assurer un déroulement sûr sont résumées dans le tableau 7.1. Les détails sur ces aspects de sécurité et d'hygiène du travail sont exposés dans le rapport parallèle de l'ISPS [37].

Tab. 7.1 : Mesures complémentaires pour les divers évènements possibles lors du déstockage

Evènement	Mesures complémentaires
Préparation des zones de travail	En cas de suspicion de pollution par des produits stockés: <ul style="list-style-type: none"> - contrôle par échantillonnage - décontamination de la zone avec équipement adéquat - contrôle de l'efficacité de la décontamination Si la décontamination est impossible: <ul style="list-style-type: none"> - habit de protection - protection respiratoire - bottes de sécurité - sas de décontamination
Travaux en zone non contaminée pour lesquels le risque de contamination est faible	<ul style="list-style-type: none"> - aérage supplémentaire - habit de protection - masque à poussières - gants de travail - chaussures de sécurité
Travaux en zone contaminée ou pour lesquels le risque de contamination est important	<ul style="list-style-type: none"> - aérage supplémentaire - habit de protection - protection respiratoire - lunettes de sécurité - bottes de sécurité - sas de décontamination
Incendie, protection contre les explosions	<ul style="list-style-type: none"> - équipements Ex (domaine minier) - extincteurs - formation du personnel - aérage

8 Calendrier / Plan des délais

Avec une moyenne de 72 colis déstockés par jour (déstockage sur deux chantiers et deux postes, voir paragraphe 6.2.2), et 220 jour de travail par an, une période d'environ 5 ans sera nécessaire pour l'exécution pratique du déstockage des 64'200 colis, incluant un an pour les imprévus. En plus, il faut compter avec un an pour la réalisation du projet d'exécution détaillé et au moins un an pour les préparatifs administratifs et techniques (voir figure 8.1).

Après le déstockage de la mine (et la fermeture définitive du bloc n° 15), les puits Joseph et Amélie 2 devront être remblayés selon la technique employée couramment et avec succès par MDPA (les puits Amélie 1 et Else auront déjà été remblayés, respectivement en 2006 et 2007). Pour les opérations de fermeture des puits, il faut compter avec une durée d'environ 1 année.

La durée minimale pour l'exercice de la réversibilité peut donc être estimée à environ 7 ans à partir de la décision administrative de réaliser le déstockage et une année supplémentaire pour le remblayage des deux derniers puits.

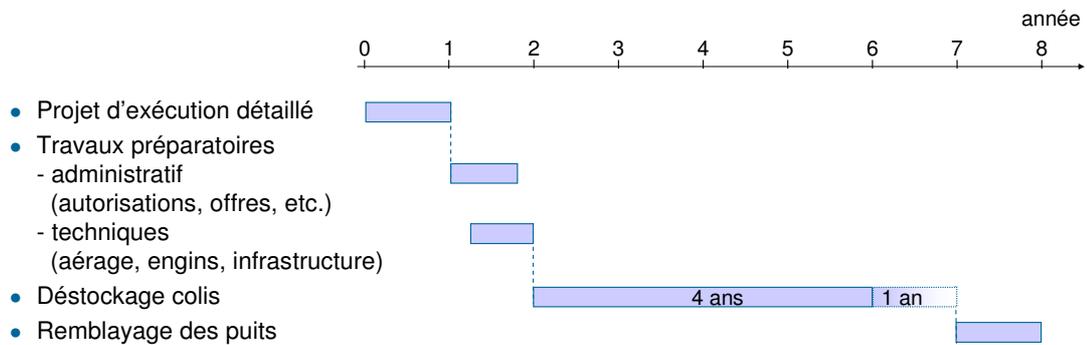


Fig. 8.1 : Calendrier envisageable pour l'exécution du déstockage.

9 Conclusions

Pour le déstockage des déchets de Stocamine, l'infrastructure de la mine devra être adaptée avec un système d'aéragé supplémentaire, composé par un ventilateur et un bloc de filtres, pour garantir la sécurité du personnel. Le système d'aéragé supplémentaire va influencer considérablement le déroulement du déstockage, vu les dimensions de l'installation mobile d'aspiration/filtration.

Afin d'accélérer les travaux de déstockage, qui seront interrompus irrégulièrement par les travaux de mise à section et en sécurité des galeries, il faudrait travailler sur deux chantiers parallèles et avec deux postes par jour: une équipe minière et une équipe de déstockage se partageraient le travail dans les chantiers. De nouveaux engins devront probablement être approvisionnés afin de faciliter et d'accélérer les travaux souterrains.

On ne peut pas exclure qu'une partie des déchets doit être laissée dans la mine compte tenu des risques miniers.

Lors du déstockage, les déchets ne seront pas reconditionnés : seule certains types de déchets seront réemballés pour des raisons de sécurité ou pour répondre aux exigences des repreneurs. Le réemballage sera fait au fond pour éviter de transporter des colis endommagés dans la mine. Le réemballage constitue une phase importante du déstockage et requière un effort logistique important.

Le personnel pour le déstockage devra être formé sur le déroulement du travail de déstockage (réemballage), sur les risques chimiques et sur les mesures de sécurité à prendre.

La préparation des colis pour le transport vers les repreneurs nécessite différentes procédures qui requièrent un stockage intermédiaire au jour. Il est quasiment indispensable que l'actuelle limite réglementaire de 48 heures de stockage au jour à l'emplacement existant sécurisé soit augmentée à une semaine au minimum pour disposer de flexibilité dans les opérations de déstockage.

Les déchets de classe 0 seront éliminés dans les mines souterraines allemandes; ceux de classe 1 pourront être stockés dans des Centres d'Enfouissement Technique de classe 1 (CET 1, en France). La traçabilité des colis peut être garantie pendant tout le travail de déstockage et de transport chez les repreneurs en adaptant la banque de données de Stocamine.

Le déstockage des déchets de Stocamine, en incluant la réalisation du projet d'exécution détaillé, les travaux préparatoires et le remblayage des deux derniers puits (Joseph et Amélie 2), nécessitera environ 8 années de travail, si le déstockage se fait sur deux chantiers et avec deux postes.

Le coût global pour la mise en œuvre de la réversibilité est estimé grossièrement à 65 millions d'Euros (cette estimation n'est qu'un ordre de grandeur, qui ne prend pas en compte les mesures complémentaires nécessaires et/ou imposées par l'Administration, ainsi que les problèmes techniques qui seront mis en évidence par les études de détail).

Le directeur de projet

BMG Engineering AG

Dr. Christoph Munz

Dr. André Bachmann

Schlieren, le 27 juin 2006

Projet: Stoc II, 61'261

La société BMG Engineering AG a conduit ces investigations de manière professionnelle et en accord avec la pratique actuelle pour les investigations environnementales. Dans le cadre de ces investigations, les renseignements fournis par des tiers ont été évalués, sans que BMG puisse garantir l'exactitude de ces indications. Les conclusions présentées dans ce rapport se basent sur les renseignements à disposition lors de sa rédaction. Ces conclusions doivent être vérifiées avant d'être appliquées à une situation postérieure à la rédaction de ce compte-rendu.

Annexe 1

Documents consultés

Annexe 1.1 : Etudes et documents concernant 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, Ecole des Mines de Paris, document non daté (antérieur à février 1997).
- [3] Estimation des mouvements sismiques à la cote 500 m, 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, 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 l'Elimination des Déchets (ANRED), juillet 1990.
- [6] Stockage profond de déchets industriels : étude 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, 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, 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 du comportement hydraulique de l'obturation d'un puits par un bouchon de cendres volantes, étude bibliographique, INERIS, 21 décembre 2001.
- [15b] Etude du 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 3.2.1997, 10.7.2001, 12.9.2002, 17.12.2002, Préfecture du Haut-Rhin.
- [23] Rapport d'activité, Stocamine, décembre 1999 à décembre 2002.
- [24] Manuel Qualité / Environnement, Stocamine 2 juillet 2002.
- [25] Plan des travaux du fond, 1 : 5'000, MDPA, 1^{er} octobre 2002.
- [26] Affaissement et dégâts de surface dans le bassin potassique alsacien, MDPA, 7 juillet 1999.
- [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 synthèse, Institut Suisse pour la Promotion de la Sécurité, juillet 2004.
- [32] Destockage dans le bloc 11, Hubert Haegelin (responsable stockage Stocamine), février 2004.
- [33] Réflexions sur le déstockage, Hubert Haegelin (responsable stockage Stocamine), février 2004.
- [34] Plan d'amélioration qualité n°3, Stocamine, novembre 2000.
- [35] Règlement général des industries extractives, juillet 2005.
- [36] Technische Regeln für Gefahrstoffe, Asbest Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten, TRSG 519, September 2001.
- [37] Etude de sécurité au travail et de protection de la santé dans le cadre de la mise en œuvre de la réversibilité, Institut Suisse de Promotion de la Sécurité, juin 2006.

Annexe 1.2 : Contexte réglementaire et administratif

Installations classées, décharges et mines

- [R1] Décision du conseil du 19 décembre 2002 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges (2003/33/CE)
- [R2] Loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, intégrée dans le livre V du code de l'environnement.
- [R3] Décret n°95-696 du 9 mai 1995 relatif à l'ouverture des travaux miniers et à la police des mines, modifié par le décret n°2001-209 du 6 mars 2001.
- [R4] Arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement.
- [R5] Loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages.

Etudes d'impact

- [R6] Décret n° 77- 1133 du 21 septembre 1977 pris pour l'application de la loi n°76-663 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement.
- [R7] Loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature.
- [R8] Décret n° 77- 1141 du 12 octobre 1977 pris pour l'application de l'article 2 de la loi n°76-629 relative à la protection de la nature.

Evaluation des risques sanitaires pour la population

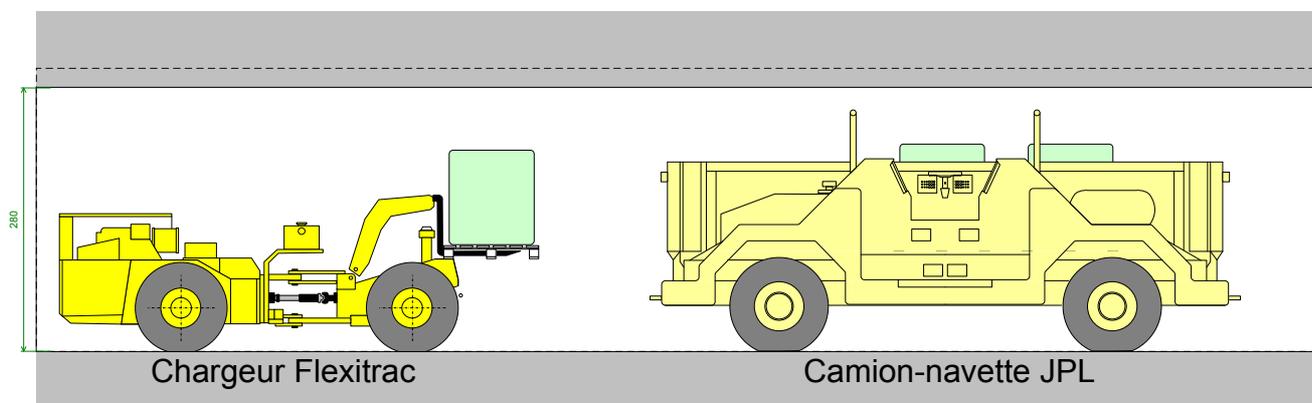
- [R9] Circulaire du 19 juin 2000 relative aux demandes d'autorisation présentées au titre de la législation sur les installations classées : étude de l'impact sur la santé publique
- [R10] Circulaire du 26 août 2003 relative à la maîtrise de l'inflation normative et à l'amélioration de la qualité de la réglementation
- [R11] Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact, Institut de Veille Sanitaire (InVS), février 2000.
- [R12] Evaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des installations classées, INERIS, version finale, 2003.
- [R13] Gestion des sites (potentiellement) pollués, Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), version 2, mars 2000.
- [R14] Gestion des sites pollués, guides relatifs aux Évaluations Détaillées des Risques d'un site, BRGM, version 0, juin 2000.
- [R15] Circulaire du 10 décembre 1999 relative aux sites et sols pollués, principes de fixation des objectifs de réhabilitation.

Annexe 2

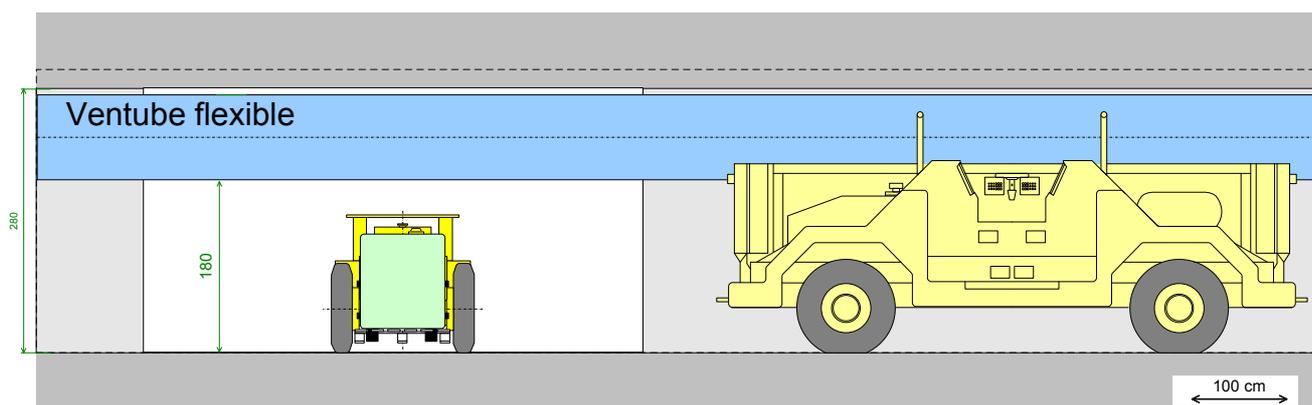
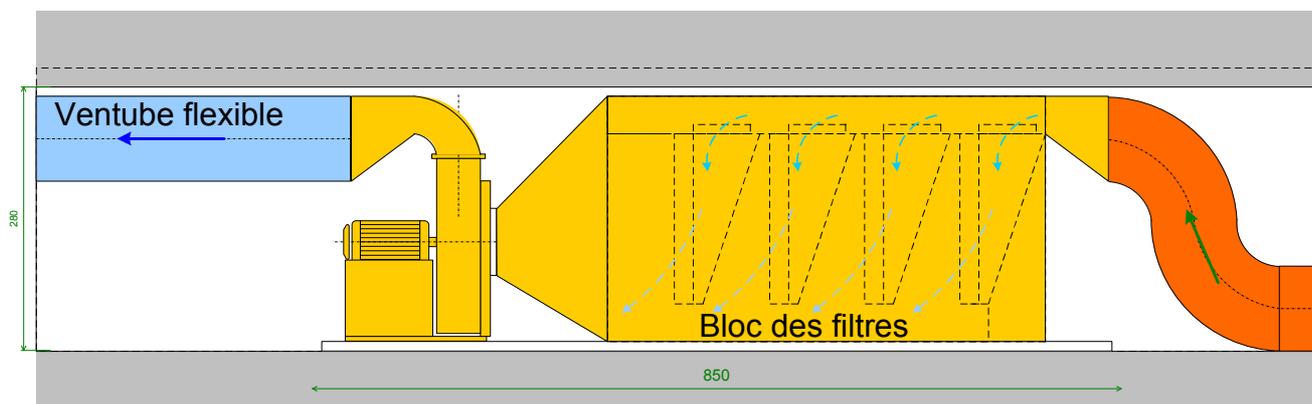
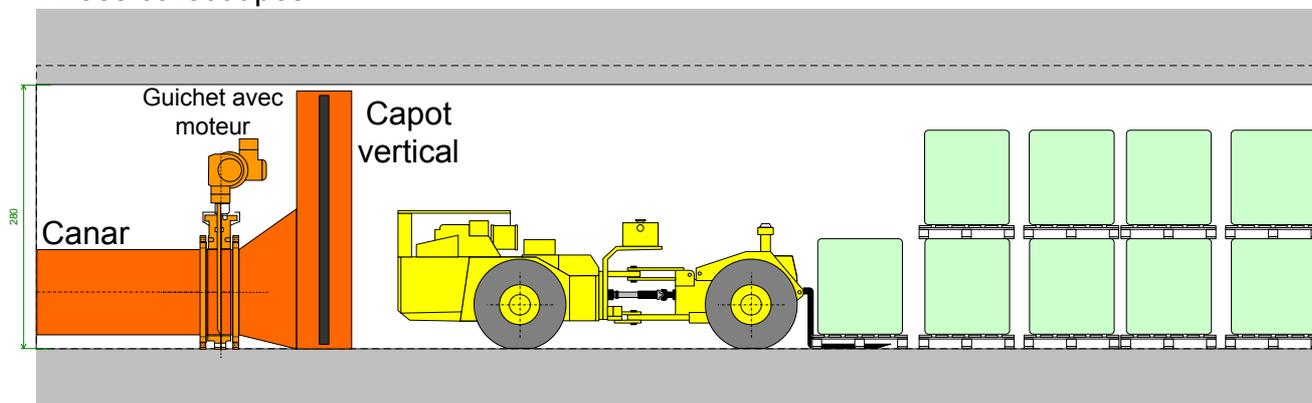
Dimensions
(galeries, engins, système d'aérage)

Annexe 2.1 : Coupe longitudinale des galeries

Voies d'accès

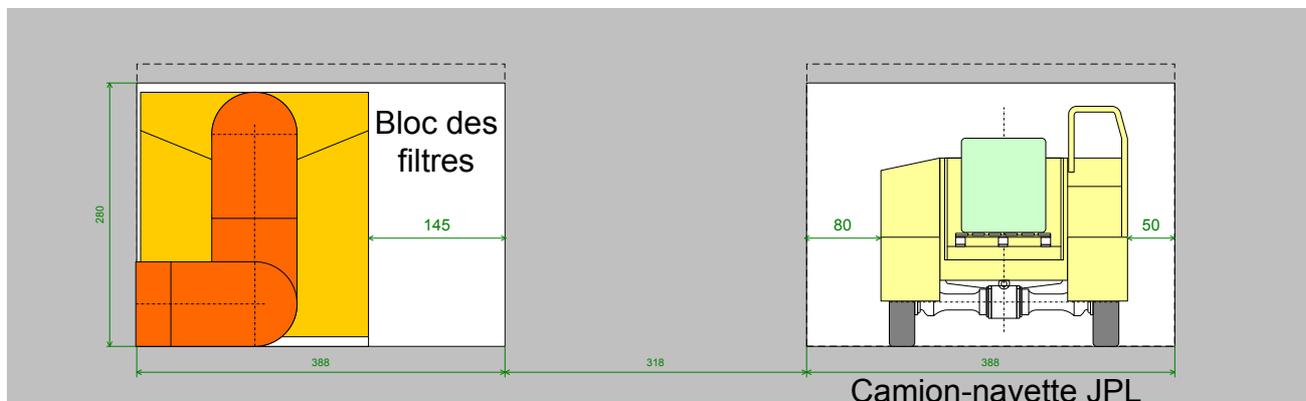


Allées et recoups

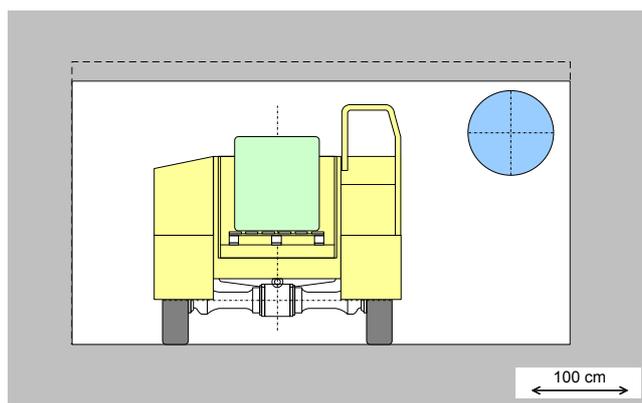
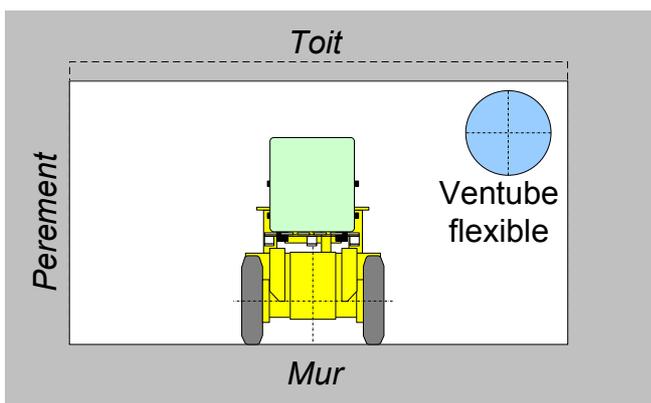
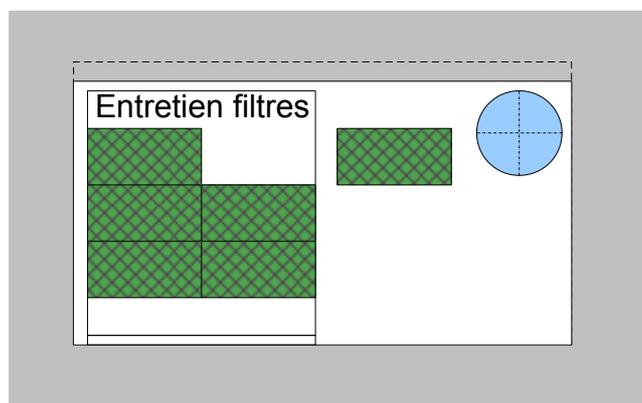
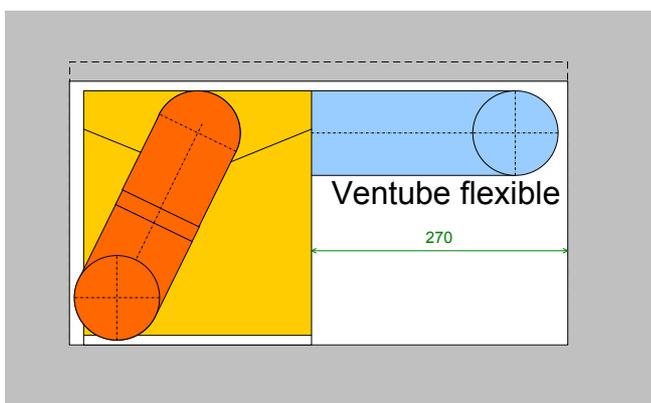
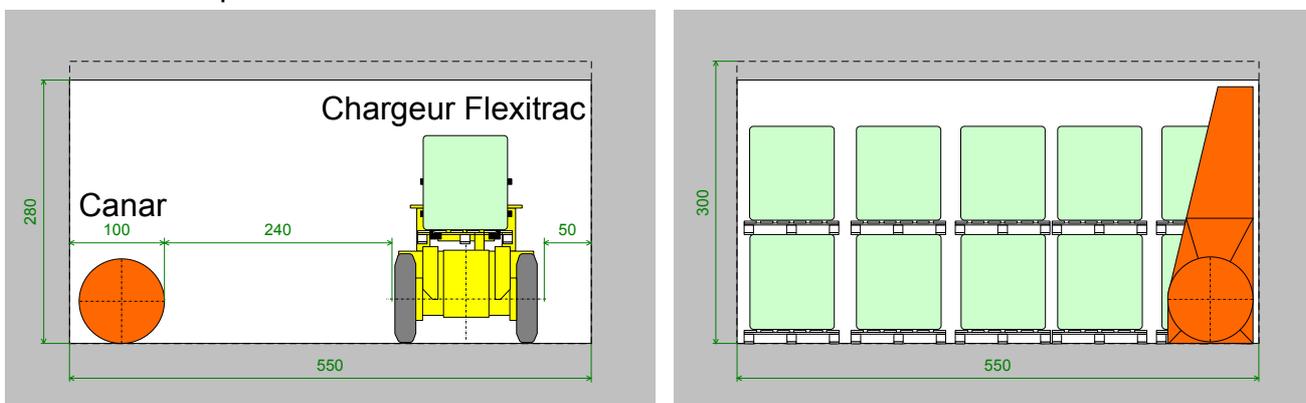


Annexe 2.2 : Coupe transversale des galeries

Voies d'accès



Allées et recoupes



Annexe 3

Exigences pour la reprise des déchets par les mines allemandes

- 3.1 Herfa-Neurode (Kali & Salz)
- 3.2 Heilbronn (UEV)

Verpackungsanforderungen für die Einlagerung in der UTD Herfa-Neurode



Kali und Salz Entsorgung GmbH
Bertha-von-Suttner-Str. 7
34131 Kassel
Tel.: +49 (0)561 / 9301-1391
Fax. +49 (0)561 / 9301-1843
e-mail: entsorgung@k-plus-s.com
www.ks-entsorgung.com



K + S Kali GmbH
Werk Werra
UTD Herfa-Neurode
Postfach 11 63
36267 Philippsthal, Werra
Tel.: +49 (0)6624 81-0
Fax: +49 (0)6624 81-1677
www.kali-gmbh.com



Anforderungen an einen Big Bag für die Einlagerung von Schüttgütern

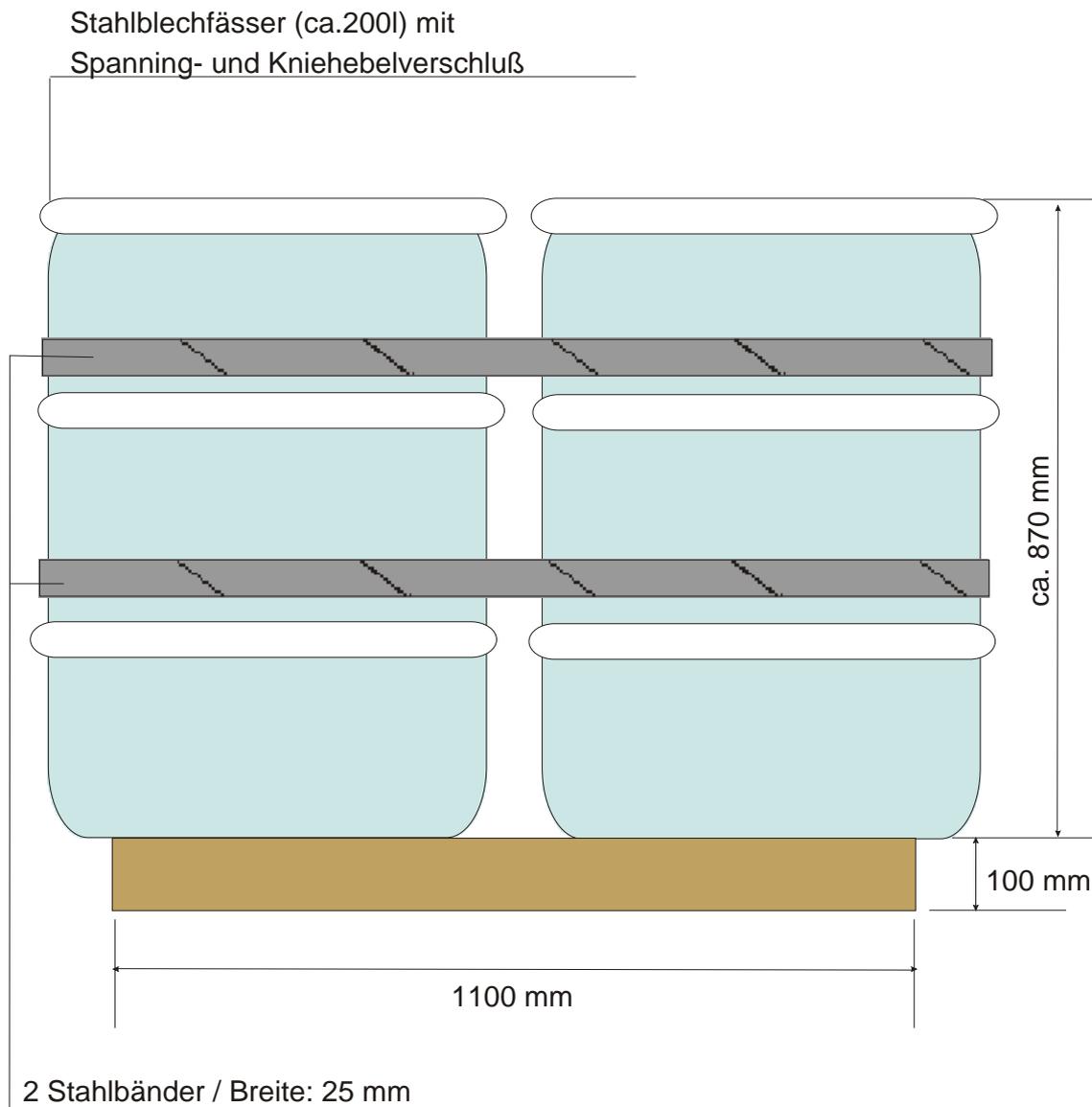
1. Formstabil, d.h. kein Überstand im befüllten Zustand über die Palettengrundmaße von max. 1,20m x 1,10m
2. Bodenform: geschlossen
3. Vier Hebeschlaufen an den Ecken
4. Höhe im befüllten Zustand: bis 120cm
(maximale Höhe einschl. Big-Bag-Blume und incl. Palette)
5. staubdicht; z. B. mit Nahtabdichtung;
6. zweilagiges Gewebe, z.B. mit Innensack
7. schwerentflammbar, antistatisch
8. bergbauhygienisch unbedenklich
9. auf der Palette 1,20 x 1,10m

Die Verwendung der Big-Bags als Verpackungsmaterial ist auf homogene Abfälle ohne grobstückige, scharfkantige Bestandteile beschränkt. Beschädigungen des Innensackes müssen ausgeschlossen werden.

Unabhängig von diesen Anforderungen sind die Verpackung und der Transport nach den Vorschriften der GGVSE vorzunehmen.

Stahlblechfässer auf Palette

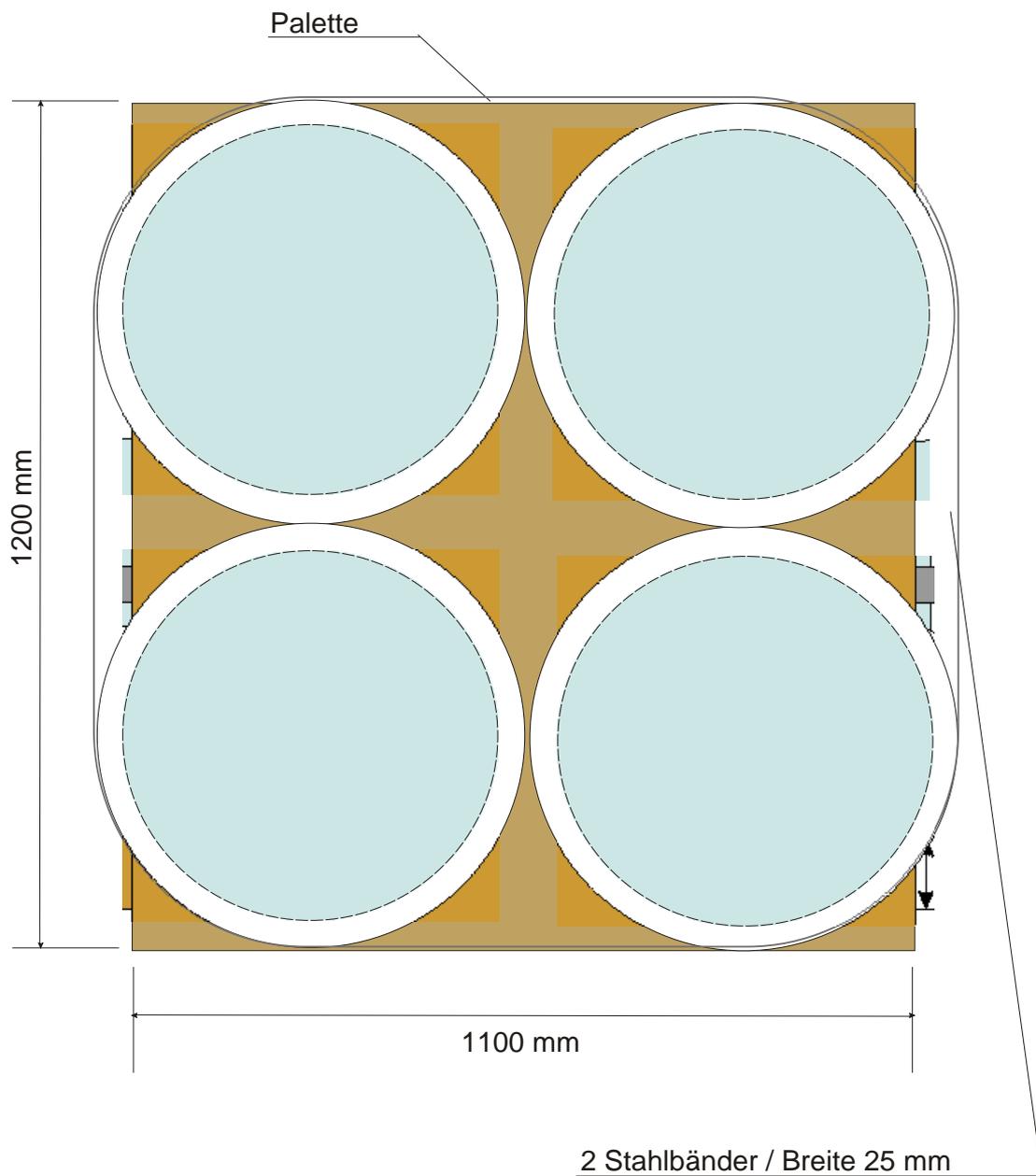
Seitenansicht



Wichtig: Spanning-Verschuß muß mit Sicherungsblechen
gesichert werden !

Stahlblechfässer auf Palette

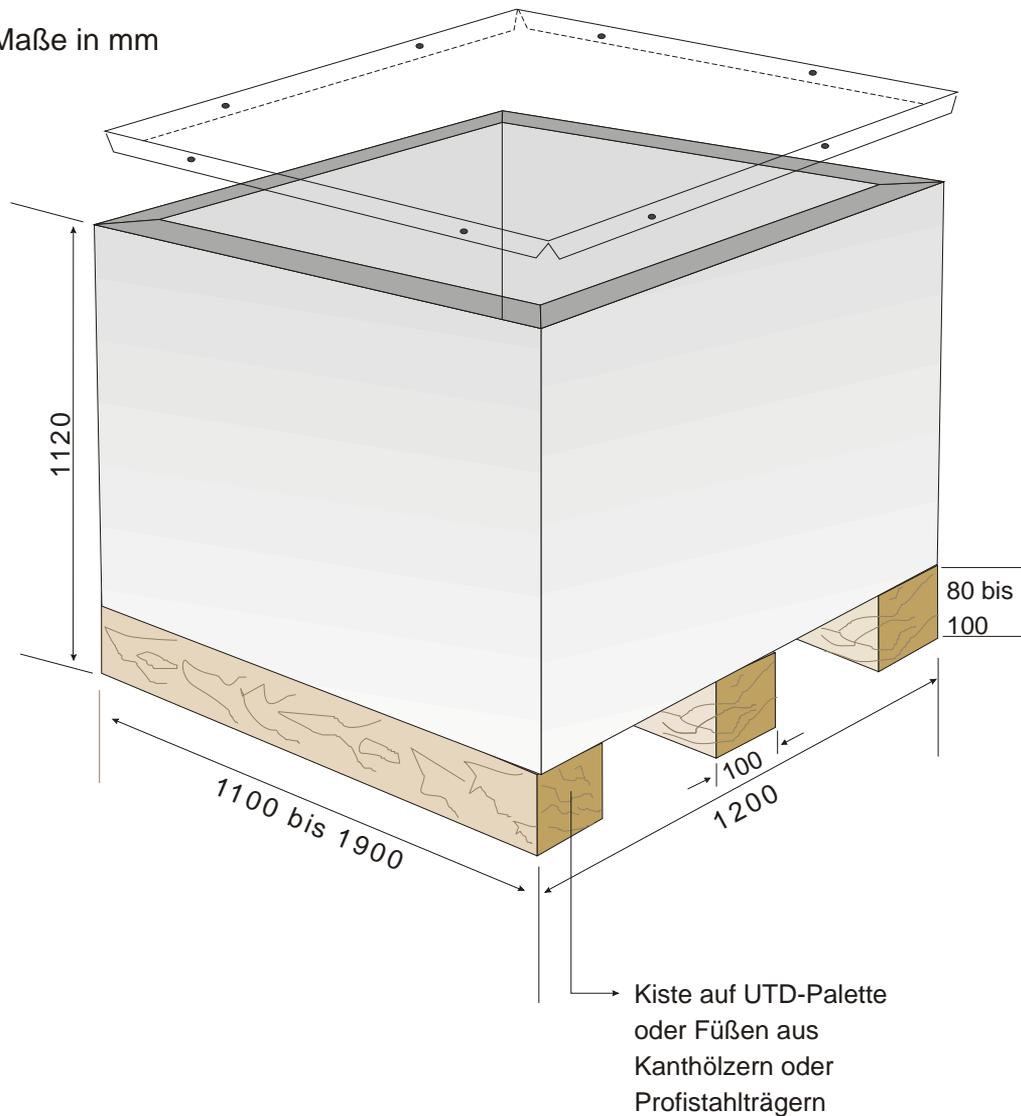
Draufsicht



Wichtig: nur Fässer gleicher Höhe verwenden

Stahlblech-Behältnis für Schüttgüter

Alle Maße in mm



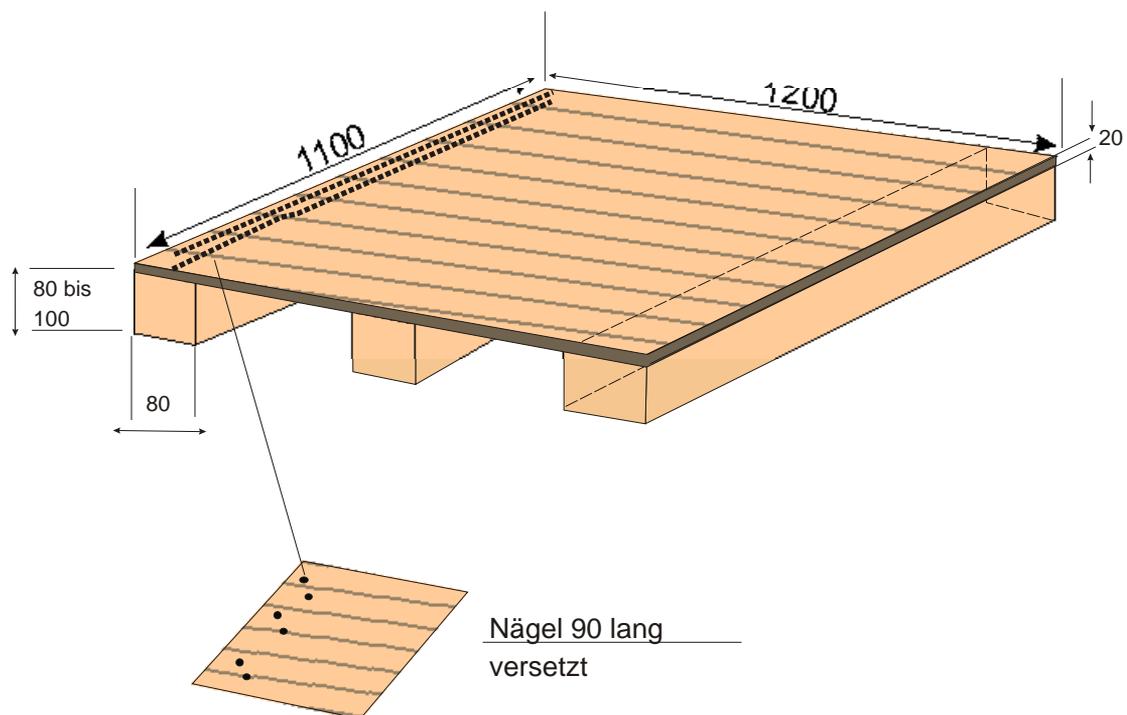
Blechstärke (Boden + Stülpdeckel) : $\geq 1,25$ mm

Werkstoff St37

Wichtig: Behältnis muß von der 1,20m breiten Seite aufnehmbar sein!

Palette für die Abfallanlieferung

Alle Maße in mm



Wichtig: Palette muss von der 1,20m breiten Seite mit dem Gabelstapler aufnehmbar sein!

Annahmebedingungen für Abfälle in der Untertagedeponie Heilbronn

Vor erstmaliger Annahme eines Abfalls ist eine Eignungsprüfung durchzuführen. Dabei ist nachzuweisen, daß der einzulagernde Abfall die Deponie-Eingangskriterien erfüllt.

Die einzulagernden Abfälle müssen folgende Eigenschaften (Deponie-Eingangskriterien) aufweisen:

1. Die Abfälle müssen ausreichende Festigkeiten in Bezug auf Transport- und Stapelfähigkeit aufweisen. Flüssige oder gasförmige Abfälle dürfen nicht eingelagert werden.
2. Die Abfälle dürfen keine Erreger übertragbarer Krankheiten enthalten und dürfen auch keine solchen hervorbringen.
3. Die Abfälle dürfen unter den Ablagerungsbedingungen unter Tage (Temperatur ca. 18 °C, relative Luftfeuchte ca. 50 bis 60 %) nicht selbstentzündlich, nicht selbstgänglich brennbar und nicht explosibel sein.
4. Die Abfälle dürfen nicht ausgasen, d. h. keine Gas-Luft-Gemische bilden, die toxisch oder explosibel sind.
5. Von den Abfällen darf kein penetranter Geruch ausgehen.
6. Die Abfälle dürfen in der Regel keinen freien Staub (Staubnester) enthalten. Eine homogene Befeuchtung der Abfälle muß gewährleistet sein. (Für einige wenige Abfallarten bestehen Ausnahmen.)
7. Die Abfälle dürfen kein freies Wasser enthalten, bzw. unter Ablagerungsbedingungen auspreßbare Flüssigkeiten abgeben.
8. Radioaktive Abfälle sind von der Annahme ausgeschlossen.
9. Die Temperatur der Gebinde/Abfälle darf bei Anlieferung nicht über 40 °C betragen.

Die Ablagerung der Abfälle muß – außer bei Transformatoren und Kondensatoren – in flexiblen Kunststoffbehältnissen (Big Bags), Stahlblech- oder Kunststoffcontainern sowie Stahl- oder Kunststoffässern erfolgen. Die Behältnisse müssen für den Einsatz in der Deponie zugelassen sein und folgenden Kriterien genügen:

1. Die Behältnisse müssen doppelwandig bzw. mit Inliner versehen sein. Das äußere sowie innere Behältnis bzw. der Inliner müssen gegenüber dem Inhalt aus chemisch beständigem und temperaturbeständigem Material bestehen.
2. Die Behältnisse müssen eine ausreichende mechanische Festigkeit aufweisen. Metallbehältnisse sind durch Maßnahmen (z. B. Beschichtung) gegen Korrosion zu schützen.
3. Die Stapelfähigkeit der Behältnisse (5-fache Nennlast) muß nachgewiesen werden. Big Bags müssen eine Mindesttragfähigkeit SF 2 : 1 (Wechselast) und SF 5 : 1 (Bruchlast) aufweisen.
4. Die Innenbehältnisse/die Inliner müssen staubdicht bzw. bei Abfällen, die nicht mit Wasser in Berührung kommen dürfen, wasserdicht sein und mit einem Kabelbinder (oder vergleichbar) verschlossen sein.

5. Die Verschlüsse von Metall- oder Kunststoffbehältnissen müssen gegen unbeabsichtigtes Öffnen gesichert sein. Um die Inhaltskontrolle und Probenahme zu ermöglichen, dürfen die Deckel dieser Behältnisse weder verklebt, noch verschweißt sein.
6. Abmaße der Behältnisse: Durchmesser: 1,2 Meter; Höhe: max. 1,6 Meter (ohne Palette).
7. Das höchstzulässige Füllgewicht liegt je nach Big Bag zwischen 1 und max. 2 Tonnen. Anlieferung der Big Bags auf Paletten mit der Größe 1,2 Meter x 1,2 Meter, vierseitig aufnehmbar.

Einpunktaufhängung der Big Bags muß möglich sein. Die Tragseile (Anschlag-Faserseile) DIN 83 332 / 83 334 müssen aufgrund der Arbeitssicherheit einen Nenndurchmesser von > 20 mm haben. Das Seil muß mindestens 3,10 m lang sein, da der Neigungswinkel bei angehobenem Big Bag 45° nicht überschreiten darf.
8. Einwandfreie Sauberkeit der Verpackungen und Paletten, d. h. keine Kontamination durch außen befindliche Anbackungen oder Auflagen wegen der Arbeitshygiene.
9. Die verwendeten Behältnisse (Big Bags, Container, Fässer) müssen den oben genannten Anforderungen des Planfeststellungsbeschlusses entsprechen sowie jeweils vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau zugelassen sein. Eine Liste der bereits für die Untertagedeponie Heilbronn zugelassenen Behältnisse stellen wir Ihnen auf Wunsch gerne zur Verfügung.
10. Transformatoren und Kondensatoren sind restentleert und in geeigneten, auslaufsicheren und nicht brennbaren Behältnissen abzulagern.

Sonstige Hinweise:

1. Die Paletten (falls kundeneigen und Rücklauf erforderlich) müssen mit einem Kurzzeichen gekennzeichnet sein. Big Bags oder Container dürfen nicht mit (brennbaren) Paletten abgelagert werden. Diese sind vom Kunden in jedem Fall zurückzunehmen (Ausnahme bei Faßanlieferung).
2. Anlieferung per LKW bzw. Bahnwaggon mit Transportschutzsicherung.
3. Container müssen mit einer unlösbar befestigten Transportvorrichtung ausgestattet sein.
4. Bei Benutzung von Fässern oder Containern ist das Totraumvolumen des Gebindes zu minimieren.
5. Die Fässer sind jeweils zu viert zusammengezurt auf einer Palette stehend anzuliefern.
6. Abfülldatum, Herkunft (Kurzzeichen), Gewicht und laufende Nummer je Kalenderjahr sind auf den Behältnissen zu vermerken.
7. Bei jeder Anlieferung muß ein ausgefüllter Abfallbegleitschein dabei sein (wichtig: Erzeuger, Tonnage, Anzahl der Behältnisse).
8. Die Anlieferung und Abfertigung der Untertagedeponie Heilbronn wird zunächst auf 7:00 bis 14:00 Uhr (Mo – Fr) beschränkt.
9. Der Abfallerzeuger bzw. -anlieferer teilt relevante Änderungen der Abfallzusammensetzung im Hinblick auf die Deponie-Eingangskriterien unverzüglich mit.

Annexe 4

Dimensionnement du système d'aérage supplémentaire

- 4.1 Air nécessaire pour le fonctionnement des engins et pour la dilution des effluents gazeux
- 4.2 Exigences de l'hygiène du travail (amiante)
- 4.3 Génération d'un flux d'air contrôlé
- 4.4 Filtration de l'air contenant poussière

Annexe 4.1: Air nécessaire pour le fonctionnement des engins et pour la dilution des effluents gazeux

Données techniques disponibles:

Consommation de diesel estimée pour les engins	200 g/hkW
Air nécessaire pour le fonctionnement des engins	11.2 Nm ³ /kg diesel
Production de CO ₂	3.15 kg/kg diesel
Valeur limite pour la production de CO selon TAFV1 EURO3	2.1 g/kWh
Valeur VME pour CO ₂ (= 5'000 ppm):	9'000 mg/m ³
Valeur VME pour CO (= 30 ppm):	35 mg/m ³

Calcul de l'air nécessaire pour kW de puissance du moteur :

air de combustion	2.2 m ³ /hkW
dilution du CO ₂ sous la limite VME	70 m ³ /hkW
dilution du CO sous la limite VME	60 m ³ /hkW

Puissance totale des engins	200 kW	
Débit d'air nécessaire pour le fonctionnement des engins:	3.9 m³/s	(14'000 m ³ /h)

Annexe 4.2: Exigences de l'hygiène du travail (amiante)

La norme TRGS 519 exige pour les travaux avec amiante un renouvellement d'air de : 5 h⁻¹

Volume de la zone de déstockage (L x H x P):
5.5 m x 2.8 m x 225 m = 3'465 m³

Débit d'air nécessaire pour le renouvellement de l'air	4.8 m³/s	(17'000 m ³ /h)
--	----------------------------	----------------------------

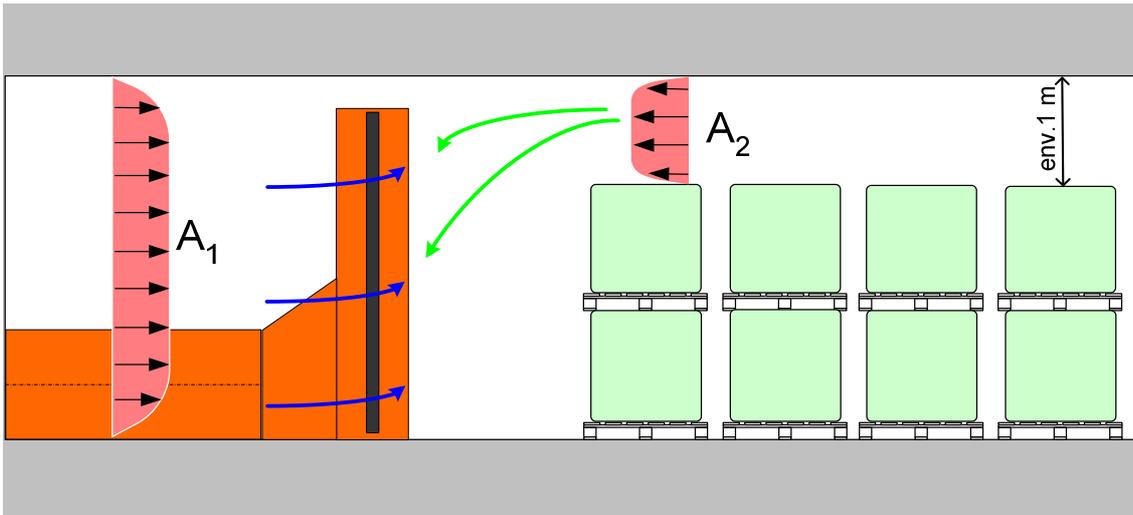
Annexe 4.3: Génération d'un flux d'air contrôlé

Pour éviter une dissémination de fibres d'amiante dans l'allée, un flux d'air contrôlé est nécessaire. La vitesse de circulation de l'air optimale est selon notre expérience entre 0.3 et 0.5 m/s.

section A1	5.5 m x 2.8 m =	15.4 m ²
section A2	5.5 m x 1 m =	5.5 m ²
section totale (A1 + A2) =		20.9 m ²

vitesse du flux d'air	0.3 m/s qui correspondent à	6.3 m³/s	(22'500 m ³ /h)
	0.5 m/s qui correspondent à	10.5 m³/s	(37'600 m ³ /h)

Si deux sections libres A1 sont retenue (presque pas de déchet):			
vitesse du flux d'air	0.3 m/s qui correspondent à	9.2 m³/s	(33'300 m ³ /h)
	0.5 m/s qui correspondent à	15.4 m³/s	(55'400 m ³ /h)



Pour le dimensionnement du ventilateur et des filtres la valeur suivante a été retenue:

9.8 m³/s (35'000 m³/h)
 0.47 m/s

Si l'aspiration est faite en bout de l'allée, alors seulement une section libre A1 devrait être retenue pour le calcul de la vitesse du flux d'air. Avec une valeur de 9.8 m³/s on compense toutefois les pertes d'air le long des autres allées.

Annexe 4.4: Filtration de l'air contenant poussière

Performance Data Superflow-V

Efficiency [-]	Nominal Size H x W x D	Area [m ²]	Gross Face Vel. [fpm]	Gross Face Vel. [m/s]	Filter Resist. [in. w.g.]	Filter Resist. [Pa]
98%	24 x 24 x 12 in 60x60x30 cm	0.37	250	1.27	0.25	62.2
			375	1.91	0.45	111.9
			500	2.54	0.6	149.2
			625	3.18	1	248.7
			750	3.81		
95%	24 x 24 x 12 60x60x30 cm	0.37	250	1.27	0.14	34.8
			375	1.91	0.27	67.1
			500	2.54	0.36	89.5
			625	3.18	0.51	126.8
			750	3.81	0.64	159.1
85%	24 x 24 x 12 60x60x30 cm	0.37	250	1.27	0.7	174.1
			375	1.91	0.18	44.8
			500	2.54	0.27	67.1
			625	3.18	0.4	99.5
			750	3.81	0.6	149.2
Recommended Pressure Drop:					2	497.3

Performance Data Pureflow GS HEPA/ULPA

Efficiency [-]	Nominal Size H x W x D	Area [m ²]	Gross Face Vel. [fpm]	Gross Face Vel. [m/s]	Filter Resist. [in. w.g.]	Filter Resist. [Pa]
99.99%	47 5/8x23.63x5.75 120x60x15 cm	0.73	70	0.36	0.4	99.5
			90	0.46	0.5	124.3
			110	0.56	0.6	149.2
99.9995%	47 5/8x23.63x5.75 120x60x15 cm	0.73	70	0.36	0.55	136.8
			90	0.46	0.7	174.1
			110	0.56	0.85	211.4
Recommended Pressure Drop:					1.5	373.0

Dimensions, Nominal Airflow Ratings, and Maximum Resistance for typical HEPA Filters^a

Size	Dimension in inches	Dimension in millimeters	Filter Area m ²	Nominal Airflow Rating		Face velocity m/s	Maximum Resistance	
				cfm	m ³ /h		in.wg	Pa
1	8x8x3-1/16	203x203x78	0.04	25	42	0.28	1.3	325
2	8x8x5-7/8	203x203x149	0.04	50	85	0.57	1.3	325
3	12x12x5-7/8	305x305x149	0.09	125	221	0.66	1.3	325
4	24x24x5-7/8	610x610x149	0.37	500	850	0.63	1.0	250
5	24x24x11-1/2	610x610x292	0.37	1000	1700	1.27	1.0	250
6	24x24x11-1/2	610x610x292	0.37	1250	2125	1.59	1.0	250
7 ^{b,c}	24x24x11-1/2	610x610x292	0.37	1500	2550	1.90	1.3	325
8 ^d	24x24x11-1/2	610x610x292	0.37	2000	3400	2.54	1.3	325
9	12x12x11-1/2	305x305x292	0.09	250	425	1.27	1.0	250

^a Unencapsulated

^b Constructed with separators

^c Constructed without separators

^d Mini-pleat design

Dimensionnement du système de filtrage

Débit d'air 9.8 m³/s (35'000 m³/h)

Pré-filtre

vitesse avant le filtre 2.18 m/s
 surface des filtre exigé 4.51 m²
 perte de pression 50 Pa
 quantité de filtres 12 pièces de dimensions 60 x 60 cm

Filtre HEPA

vitesse avant le filtre 0.56 m/s
 surface des filtre exigé 17.56 m²
 perte de pression 150.0 Pa
 quantité de filtres 24 pièces de dimensions 120 x 60 cm

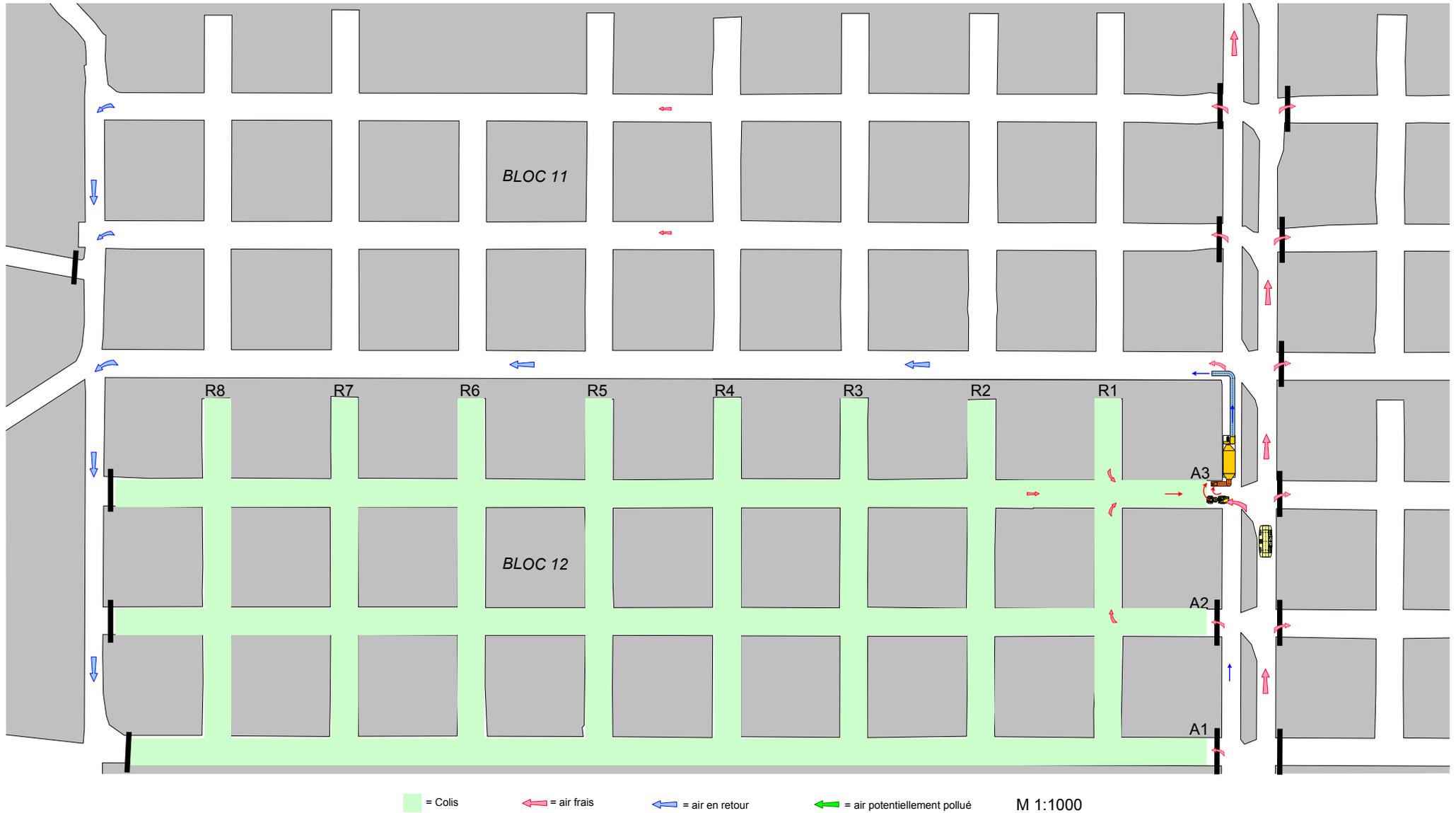
Annexe 5

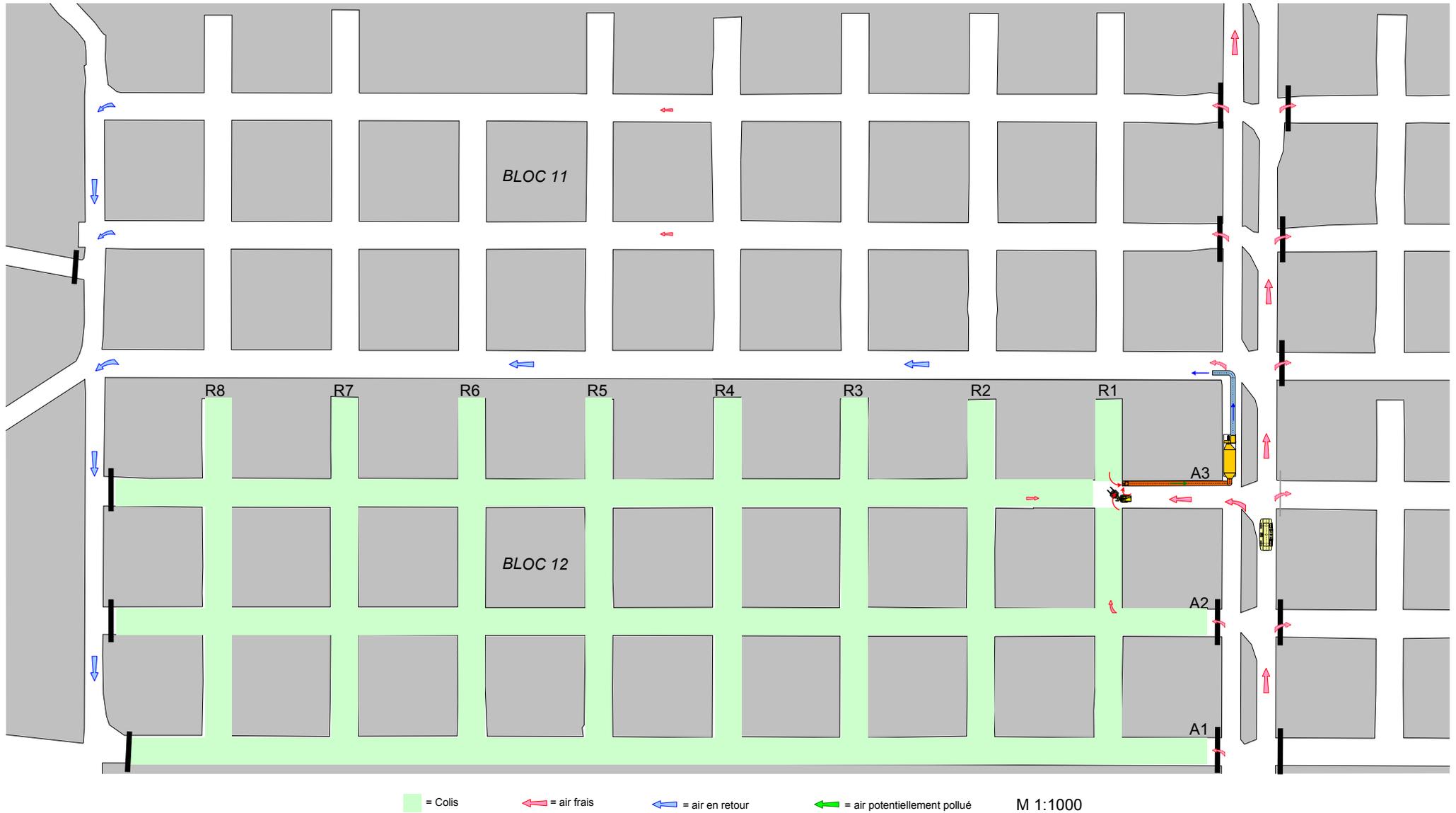
Déroulement du déstockage

- 5.1 Déroulement du déstockage avec aspiration à la source
- 5.2 Déroulement du déstockage avec aspiration en bout de bloc

Annexe 5.1

Déroulement du déstockage avec aspiration à la source

















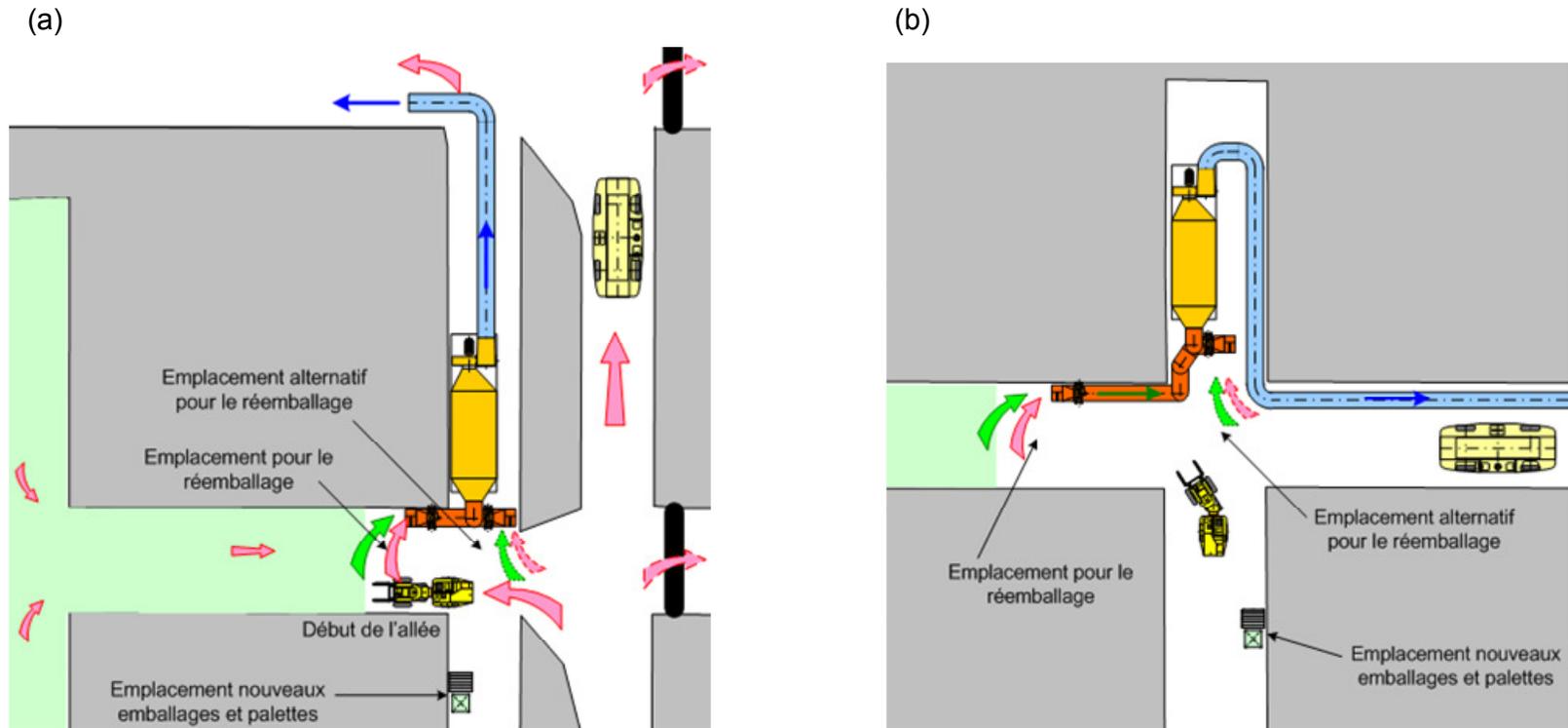


Fig. A5.1 Emplacement alternatif pour le réemballage: (a) au début de l'allée; (b) au milieu du bloc. Le flux d'air est dirigé avec deux guichets vers le front de déstockage ou bien vers l'emplacement alternatif pour le réemballage.

Annexe 5.2

Déroulement du déstockage avec aspiration en bout de bloc

