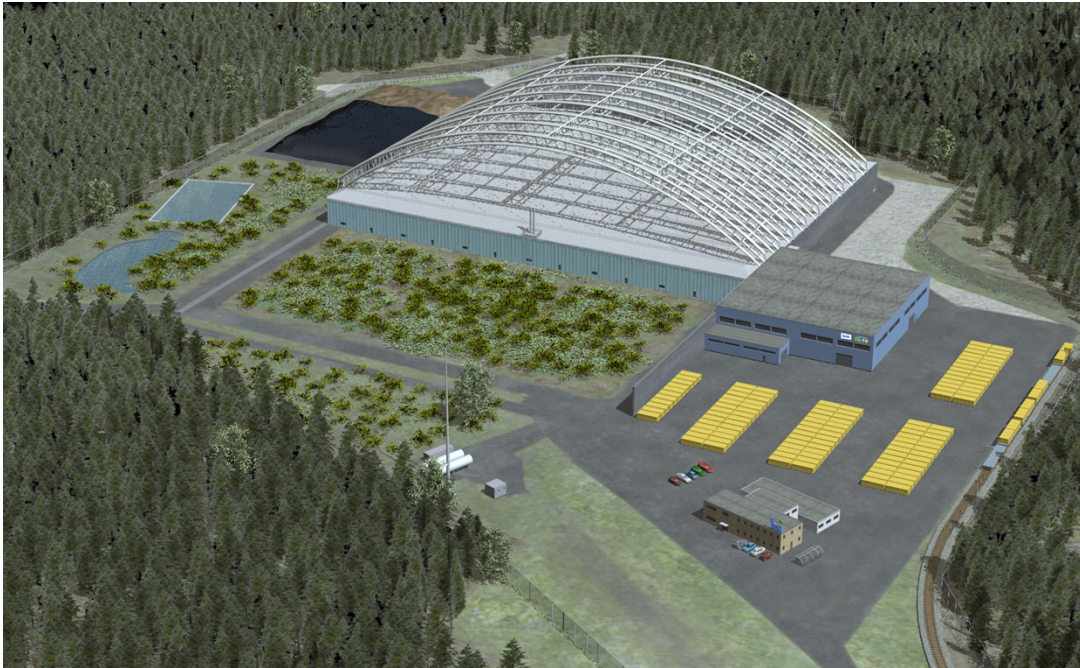


Assainissement définitif de la décharge industrielle de Bonfol

Projet de construction



Synthèse des réponses aux exigences E1/Commentaires sur les E2

Annexe 10

Rapport technique 6

Rapport Annexe 4 :

Rapport succinct selon l'OPAM, Installations



Institut de Sécurité

3 novembre 2006

Institut Suisse de Promotion de la Sécurité
Rue du Crêt-Taconnet 8b
2000 Neuchâtel

Indication pour le lecteur:

Le graphique présenté ci-dessous a été établi afin de clarifier la structure du dossier « Synthèse des réponses aux exigences E1 / Commentaires sur les exigences E2 ». Le présent rapport est indiqué en couleur dans le graphique.

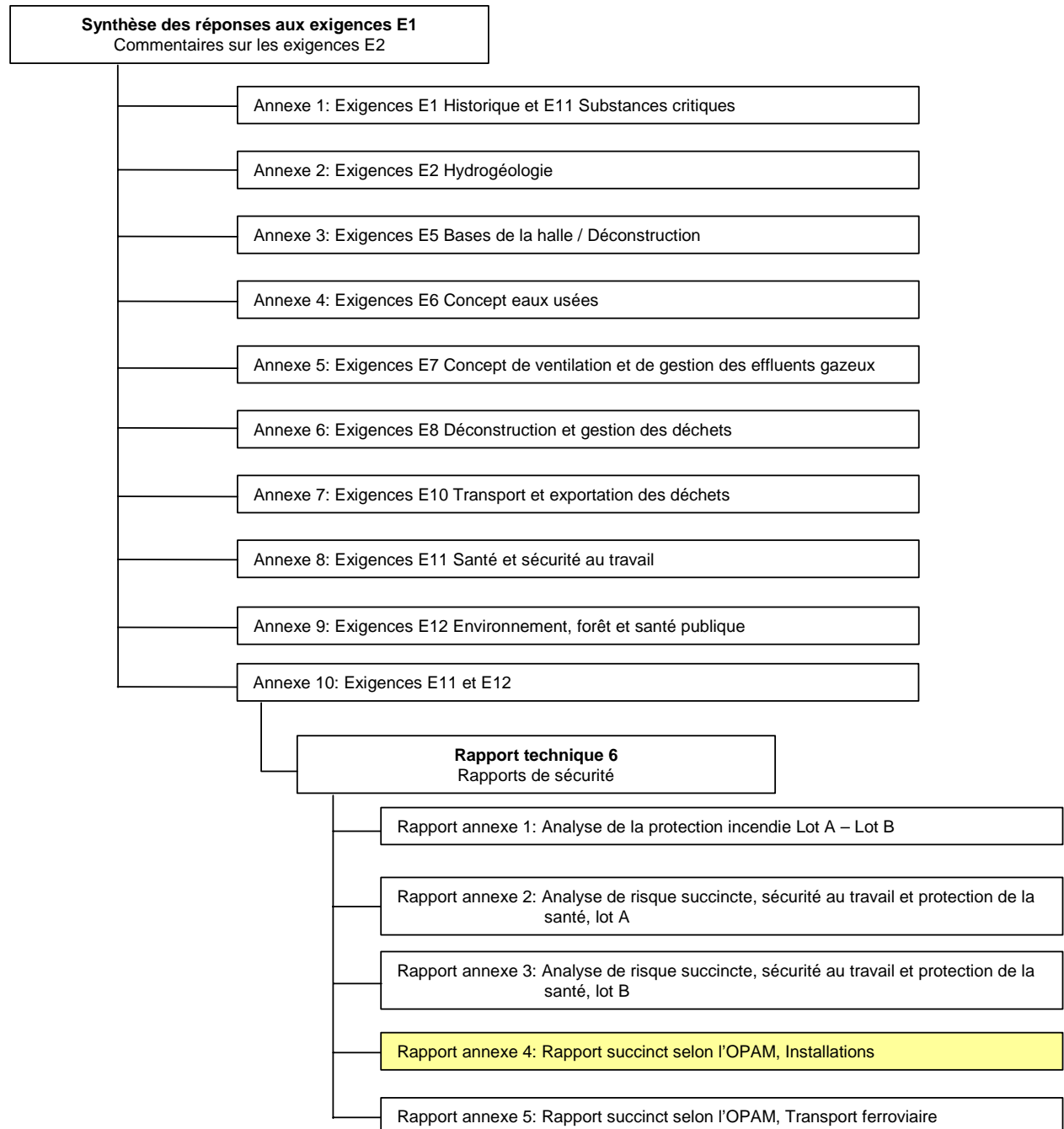


Table des matières

1	Introduction	1
2	Brève description de l'entreprise et informations sur le voisinage.....	1
2.1	Données sur l'entreprise.....	1
2.1.1	Nom.....	1
2.1.2	Situation géographique	1
2.1.3	Coordonnées géographiques.....	1
2.1.4	Plan de situation.....	2
2.2	Autres indications concernant l'entreprise.....	3
2.2.1	Entreprise responsable de l'assainissement.....	3
2.2.2	Organisation	3
2.2.3	Ingénieur de sécurité.....	3
2.2.4	Nombre d'employés	3
2.2.5	Horaires de travail	3
2.2.6	Superficie de l'aire de l'entreprise	4
2.3	Plan de situation concernant l'entreprise.....	4
2.3.1	Genre et affectation de l'entreprise	4
2.3.2	Caractéristiques géologiques.....	4
2.3.3	Installations et infrastructures existantes	4
2.3.4	Installations et infrastructures prévues.....	5
2.3.5	Localisation des produits, substances et déchets spéciaux	7
2.4	Informations sur le voisinage.....	8
2.4.1	Description du voisinage de la DIB	8
2.4.2	Voies de communication	9
2.4.3	Bonfol	9
2.4.4	Sources de danger extérieures	9
2.4.5	Conditions météorologiques.....	10
3	Liste des quantités maximales de substances, produits et déchets spéciaux	12
3.1	Données disponibles	12
3.2	Quantité de déchets.....	12
3.3	Types de déchets	12
3.3.1	Déchets chimiques.....	12

	3.3.2	Déchets militaires	14
	3.3.3	Déchets radioactifs.....	14
	3.4	Caractéristiques des substances, produits ou déchets spéciaux.....	15
4		Bases d'éventuels contrats d'assurances de choses et de responsabilité civile	17
5		Mesures de sécurité.....	17
	5.1	Généralités	17
	5.1.1	Philosophie de sécurité	17
	5.1.2	Concept de sécurité	17
	5.1.3	Mesures de sécurité générales	18
	5.2	But des mesures de sécurité prévues	20
	5.3	Mesures de sécurité constructives	20
	5.3.1	Chantier	20
	5.3.2	Halle d'excavation (lot A).....	20
	5.3.3	Halle de préparation des déchets (lot B).....	20
	5.4	Mesures de sécurité techniques.....	21
	5.4.1	Halle d'excavation (lot A).....	21
	5.4.2	Halle de préparation des déchets (lot B).....	22
	5.5	Mesures de sécurité organisationnelles	23
	5.5.1	Gestion des eaux	23
	5.5.2	Ventilation et gestion des effluents gazeux.....	23
	5.5.3	Halle d'excavation (lot A).....	24
	5.5.4	Halle de préparation des déchets (lot B).....	24
6		Estimation de l'ampleur des dommages que subirait la population ou l'environnement	25
	6.1	Généralités	25
	6.2	Scénarios à envisager	26
	6.3	Scénarios d'incendie.....	31
	6.3.1	Feu au niveau du traitement des fûts intacts	31
	6.3.2	Feu au niveau du front d'excavation	32
	6.3.3	Feu au niveau des bunkers de réception	32
	6.3.4	Feu au niveau du stockage intermédiaire	32
	6.3.5	Feu dans un conteneur sous le crible	33

6.3.6	Feu dans le wagonnet de transport.....	33
6.4	Scénarios d'explosion.....	34
6.4.1	Explosion au niveau du front d'excavation.....	35
6.4.2	Explosion d'un fût sous pression dans la halle d'excavation	35
6.4.3	Explosion dans un bunker de réception.....	36
6.4.4	Explosion au niveau du stockage intermédiaire.....	36
6.4.5	Explosion au niveau du conteneur sous le crible.....	37
6.4.6	Explosion dans un wagonnet de transport.....	37
6.5	Scénarios de libération de substances toxiques dans l'air.....	38
6.5.1	Rupture de l'intégrité d'une halle.....	39
6.5.2	Réaction entre le contenu d'un emballage et un acide ou une base forte avec libération d'une substance volatile toxique.....	39
6.6	Scénarios de libération de substances toxiques dans l'eau.....	40
6.6.1	Rupture du fond de l'étanchéité de la zone d'excavation.....	41
6.6.2	Fuite au niveau de la halle de préparation.....	41
6.6.3	Déversement de substances toxiques au niveau de la STEP	42
6.6.4	Rupture de conduite.....	42
6.6.5	Accident sur un conteneur en cas de pluie	42
6.6.6	Eaux d'extinction d'un incendie	43
6.7	Scénarios "OPAM".....	43
6.7.1	Scénarios retenus	43
6.7.2	Critères pour les dommages graves	44
6.7.3	Incendie sur le front d'excavation.....	46
6.7.4	Explosion au niveau du front d'excavation.....	58
6.7.5	Libération de HCN au niveau d'un bunker de réception	61
6.7.6	Rupture de l'intégrité d'une halle.....	64
6.7.7	Rupture du fond de l'étanchéité de la zone d'excavation.....	66
6.7.8	Résumé des conséquences des scénarios OPAM.....	72
7	Conclusions.....	73
8	Références.....	74

Abréviations

bci	Basler Chemische Industrie (style « Abréviations »)
DIB	Décharge industrielle de Bonfol
HHV	Hydrocarbures halogénés volatils
OEaux	Ordonnance fédérale sur la Protection des Eaux
OEPN	Office des Eaux et de la Protection de la Nature de la République et Canton du Jura
OPAM	Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs
STEP	Station d'épuration

1 Introduction

Le rapport succinct selon l'OPAM est une des pièces importantes à mettre en place dans le cadre du projet de construction de la décharge industrielle de Bonfol. Le document sera rempli sur la base du document défini par l'Office des Eaux et de la Protection de la Nature du canton du Jura.

Ce rapport succinct a été écrit en l'état actuel des connaissances et de la planification du projet d'assainissement.

2 Brève description de l'entreprise et informations sur le voisinage

2.1 Données sur l'entreprise

2.1.1 Nom

Décharge Industrielle de Bonfol (DIB)

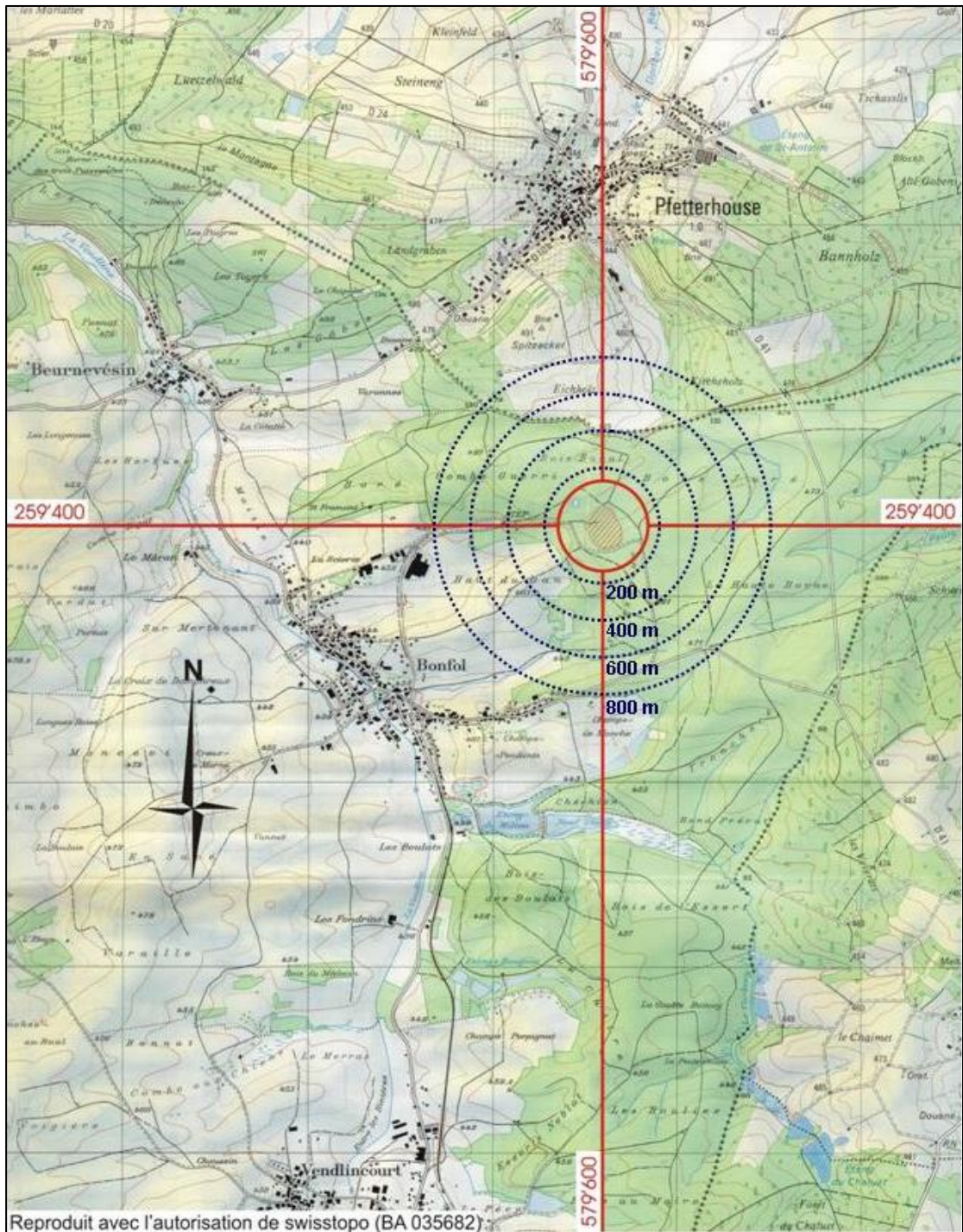
2.1.2 Situation géographique

Nord-est du Canton du Jura, sur la commune de Bonfol

2.1.3 Coordonnées géographiques

579'600 / 259'400

2.1.4 Plan de situation



2.2 Autres indications concernant l'entreprise

2.2.1 Entreprise responsable de l'assainissement

bci Betriebs-AG
c/o Ciba Spezialitätenchemie AG
CH-4002 Basel

Tél. 061/693.06.02

Fax 061/692.66.36

info@bci-info.ch

2.2.2 Organisation

La bci est une société simple fondée en 1962, dont les membres sont des entreprises de l'industrie chimique bâloise. Il s'agit des sociétés Ciba Spécialités Chimiques, Clariant, Novartis, Syngenta, Roche, Rohner, Henkel et SF-Chem.

La bci Betriebs-AG est une société anonyme fondée en juillet 2002 qui regroupe toutes les sociétés membres de la bci.

2.2.3 Ingénieur de sécurité

A définir, sera précisé dans le document Plan Hygiène Sécurité (PHS) en cours.

2.2.4 Nombre d'employés

Environ 10-12 personnes sur site.

2.2.5 Horaires de travail

- Personnel en horaire de jour
- Personnel en 2 x 8
- 5 jours par semaine avec possibilité de travail le samedi

2.2.6 Superficie de l'aire de l'entreprise

82'000 m² (surface totale nécessaire à l'assainissement) dont 57'000 m² de surface de stockage de matériaux propres ou faiblement pollués.

2.3 Plan de situation concernant l'entreprise

2.3.1 Genre et affectation de l'entreprise

Ancienne glaisière, affectée dès 1961 à la mise en décharge de déchets de l'industrie chimique bâloise ainsi que de déchets de l'armée et des industries régionales.

La bci a soumis en décembre 2003 le projet d'assainissement aux autorités du canton du Jura. Les déchets seront excavés, conditionnés et éliminés à l'étranger dans des usines d'incinération de déchets spéciaux. Le sous-sol contaminé sera traité dans une installation de désorption thermique.

2.3.2 Caractéristiques géologiques

- Barrières latérales et base de la DIB formées par les "argiles de Bonfol";
- Dignes intermédiaires et frange supérieure de la bordure nord de la DIB composées de matériaux de remblai argileux;
- Fond de la décharge localement remanié ou remblayé avec des matériaux argileux avant la mise en place des déchets;
- Couverture d'étanchéité mise en place sur l'ancien couvercle argileux sur toute la surface de la décharge, soit env. 30'000 m².

2.3.3 Installations et infrastructures existantes

2.3.3.1 Station d'épuration (STEP)

Elle est constituée de la chambre RC7, du filtre fin, de la station à boues activées, de l'épuration complémentaire et des deux étangs d'embellissement.

2.3.3.2 Système de conduites et de drainages

Ce système comprend les conduites situées entre la chambre principale (CP) et RC7, les conduites et drainages situés en amont de la CP et les conduites raccordées à la couverture d'étanchéité.

2.3.3.3 *Système de dégazage passif*

Trous de 2 m² sur 4 m de profondeur remplis de graviers grossiers. Récupération par des drainages et traitement dans un biofiltre.

2.3.3.4 *Installations de surveillance, d'entretien et de contrôle*

Elles incluent un réseau de tassomètres, dix-huit piézomètres et 5 puits, le site expérimental de la couverture d'étanchéité et plusieurs chemins et chambres de contrôle.

2.3.3.5 *Electricité*

Raccordement électrique de 400 V alimentant la chambre principale et la STEP.

2.3.3.6 *Télécommunications*

Raccordement numérique (ISDN) d'une capacité de trois lignes jusqu'à la STEP, ligne analogique pour la transmission du système d'alarme et ligne téléphonique analogique prolongée de la STEP à la cabane de la décharge (bordure NW de la DIB).

2.3.4 **Installations et infrastructures prévues**

2.3.4.1 *Aménagement des surfaces*

Pistes de chantier, places de stockage pour les matériaux de construction et place de montage pour la halle d'excavation;

2.3.4.2 *Installations générales de chantier*

Pour les entrepreneurs: containers, bureaux, parcs pour véhicules légers. Pour la direction des travaux et les visiteurs: pavillon équipé de bureaux et éventuellement d'un laboratoire d'analyses et places de parc.

2.3.4.3 *Halle d'excavation (lot A)*

Dimensionnée pour une excavation des déchets en deux étapes, d'une surface au sol de 150 x 120 = 18'000 m². La halle contient notamment:

- Deux ponts roulants avec grappin pour l'excavation des déchets
- Un train de matériaux (waggonnets) pour le transfert des déchets excavés d'une halle à l'autre
- Les engins utilisés pour l'excavation des sols contaminés et leur place de stationnement

- Une place de stockage pour les matériaux fortement pollués à traiter par désorption thermique
- Sas (bunkers) donnant sur le lot B

2.3.4.4 Halle de préparation (lot B)

Elle sert à la préparation des déchets provenant de la halle d'excavation. Surface au sol d'env. 4720 m². La halle contient notamment:

- Des bunkers de réception (où le contenu du wagonnet du lot A est basculé)
- Une installation de criblage
- Un concasseur (amené dans la halle à travers un sas) avec bande transporteuse
- Des locaux techniques
- Un laboratoire d'analyses
- Plusieurs locaux de stockage intermédiaire des matériaux stabilisés et/ou gravats
- Plusieurs sas pour l'entrée/sortie des containers
- Des engins de chantier (pelle mécanique, chargeur frontal, etc...)

Eventuellement : installation de désorption thermique des sols contaminés

Un plan des infrastructures et un plan de la halle de préparation figurent en annexe du présent rapport. Le plan de la halle de préparation est présenté en l'état dans sa forme non définitive, mais les modifications du plan prévues sont limitées.

2.3.4.5 Installations de gestion de l'air et des eaux:

- Raccordement au réseau d'eau potable du Syndicat des Eaux de la Vendline (SEV) alimentant le village de Bonfol;
- Réseau d'eau industrielle avec réservoir servant principalement comme eau de lavage et également comme réserve incendie;
- Citerne de 40 m³ pour les eaux fortement polluées;
- STEP DIB modifiée pour les eaux faiblement et moyennement polluées ;
- Raccordement aux installations de la STEP du syndicat d'épuration des eaux de Vendlincourt et Bonfol (SEVEBO) pour les eaux sanitaires

- Système de ventilation commun pour la halle d'excavation et pour la halle de préparation (environ 50'000 m³/h)
- Installation de traitement de l'air

2.3.5 Localisation des produits, substances et déchets spéciaux

Ces produits, substances ou déchets spéciaux sont composés des déchets amenés par les entreprises de la bci, le canton de Berne, l'armée et d'autres fournisseurs ponctuels sur le site d'exploitation de la DIB. La quantité de déchets de la bci mis en décharge dans la DIB a été évaluée à 114'000 tonnes. Leur répartition dans la décharge n'a pas pu être déterminée.

La géométrie initiale de la décharge avant la mise en place des déchets a pu être reconstituée.

Durant l'exploitation de la DIB, les déchets ont été recouverts, au moins localement, avec des matériaux terreux. Les déchets ont en outre été noyés dans l'eau suite à l'élévation du niveau d'eau dans la décharge dans les années ayant suivi sa fermeture.

Suite à cela, un premier assainissement eut lieu dans les années 1982-1994 consistant en la construction d'un système de drainage pour abaisser le niveau d'eau dans la décharge, la construction d'une STEP pour le traitement des lixiviats collectés et la mise en place d'un nouveau couvercle étanche sur la décharge (voir figure ci-dessous).

La surface de la DIB est d'environ 20'000 m² pour une épaisseur moyenne de déchets de 5 m (12 m au maximum).

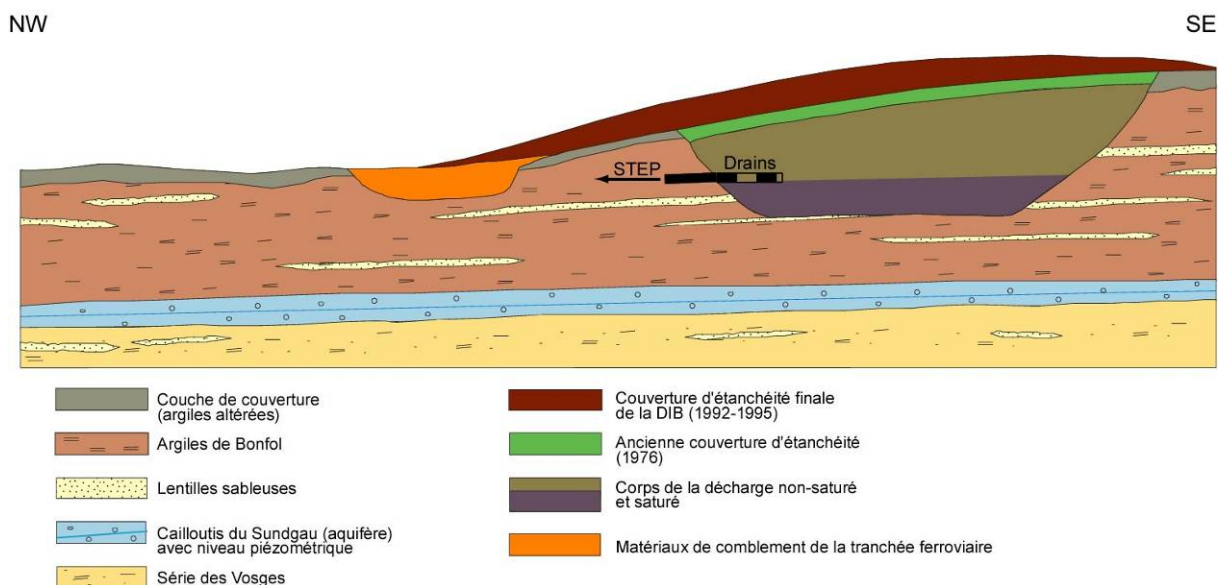


Figure 1 : Coupe-type de la décharge après le premier assainissement

2.4 Informations sur le voisinage

2.4.1 Description du voisinage de la DIB

Au sud-ouest: commune de Bonfol. Distance des habitations les plus proches: environ 800 mètres. Centre du village : environ 1300 mètres.

A l'ouest: station d'épuration (STEP) de la DIB et décharge d'ordures ménagères (DOM). Plus loin (3-4 km) : commune de Dampreux (env. 170 hab.)

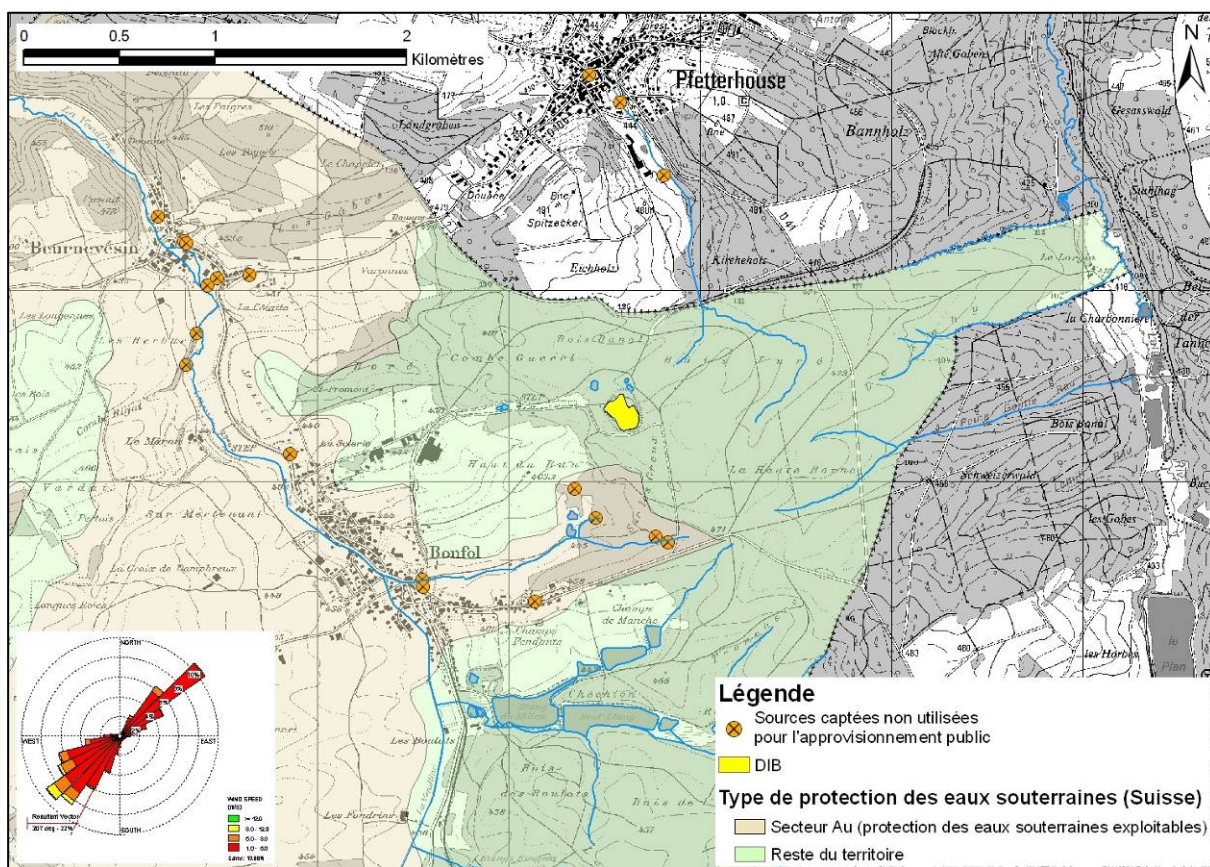


Figure 2 : Carte des secteurs de protection des eaux souterraines de la région de Bonfol, cours d'eau et rose des vents à 40 m du sol pour l'année 2005.

Au nord-ouest: commune de Beurnévésin à 2.5 km (env.150 hab.)

Au nord: commune de Pletterhouse (F) à 1.5-2 km (env. 1'000 hab.)

Au nord-est: commune de Mooslargue (F) à 4-5 km (env. 270 hab.)

Au sud-est: commune de Courtavon (F) à 4 km (env. 330 hab.)

Au sud: commune de Vendlincourt à 4 km (env. 550 hab.)

2.4.2 Voies de communication

- Route d'accès à Bonfol depuis la France, Beurnevésin et Porrentruy
- Route d'accès à la DIB au sud par la route de Courtavon (route cantonale étroite) et au nord par la route accédant à l'ancienne usine de Céramiques Industrielles SA (CISA). Le tronçon entre la DIB et la STEP DIB permettra le croisement des camions sans entraver le trafic ferroviaire
- Ligne ferroviaire de Bonfol à Porrentruy (Chemins de fer du Jura)
- Accès ferroviaire de la gare de Bonfol jusqu'à l'ancienne usine CISA. Cette ligne sera prolongée d'environ 800 mètres entre la CISA et la place de chargement des wagonnets aux abords de la DIB (en parallèle à la route d'accès à la décharge)

2.4.3 Bonfol

La commune de Bonfol comprend notamment:

- Un complexe sportif comprenant un terrain de foot
- Une école
- Deux églises, catholique et protestante
- Diverses petites sociétés ou entreprises ainsi que petits commerces
- Une réserve naturelle avec plusieurs étangs. Ceux-ci sont aménagés avec des parcours pédestres et des possibilités de pratiquer la pêche

Environ 700 habitants vivent à Bonfol.

2.4.4 Sources de danger extérieures

Le site est actuellement clôturé. Dans la situation actuelle, il n'y a cependant pas de sources particulières de dangers liées à l'environnement immédiat de la DIB.

2.4.5 Conditions météorologiques

2.4.5.1 Précipitations

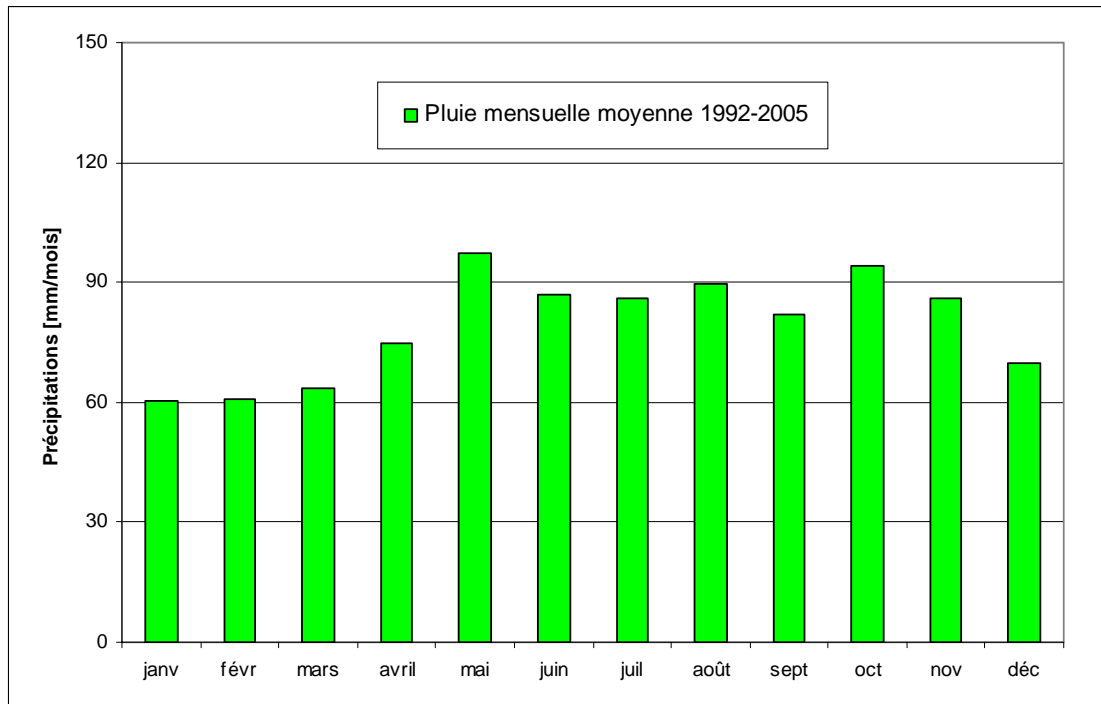


Figure 3 : Pluies mensuelles mesurées à la STEP de Bonfol

2.4.5.2 Rose des vents de la station météo de Bonfol

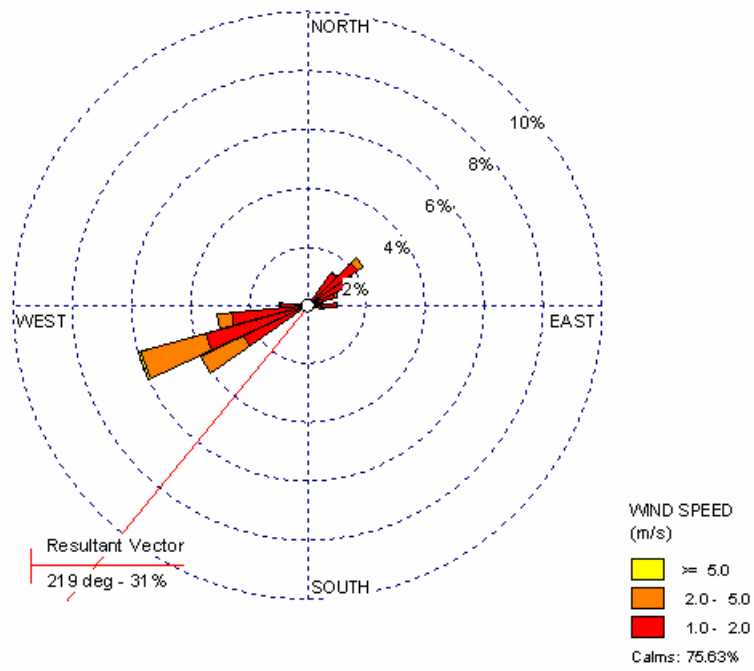


Figure 4 : Direction et vitesse moyennes des vents à 10 mètres de hauteur

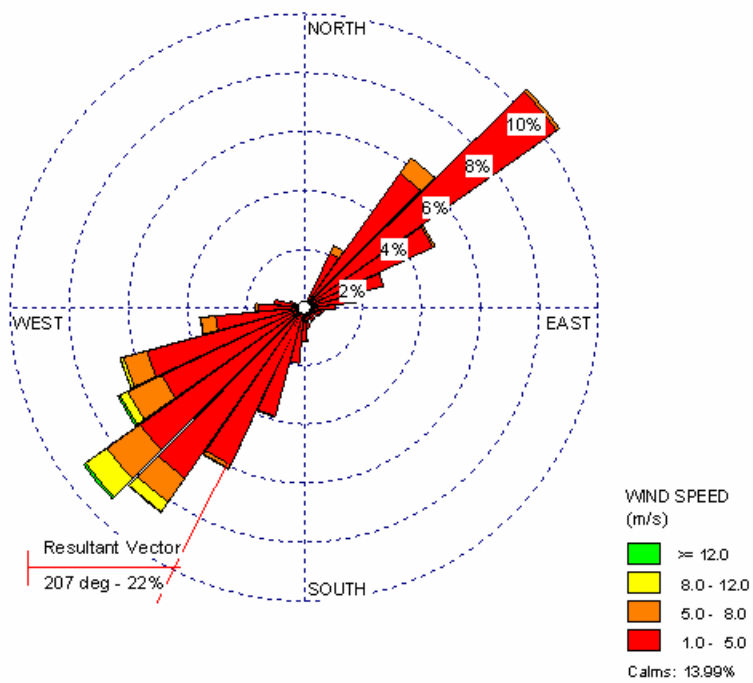


Figure 5 : Direction et vitesse moyennes des vents à 40 mètres de hauteur

La propagation du vent de la région de Bonfol est essentiellement bidirectionnelle, dans un axe SO-NE avec une vitesse des vents typique de 2 m/s à 10 m de hauteur et de 3-4 m/s à 40 m de hauteur.

3 Liste des quantités maximales de substances, produits et déchets spéciaux

3.1 Données disponibles

L'article 5, 1er al., let. b de l'OPAM prévoit que le rapport succinct remis à l'autorité d'exécution comprendra "une liste indiquant les quantités maximales de substances, de préparations ou de déchets spéciaux présents dans l'entreprise et qui dépassent les seuils quantitatifs fixés à l'annexe 1.1, ainsi que les seuils quantitatifs applicables.

Il n'est pas possible d'établir cette liste avec précision. Au moment du stockage des déchets dans la DIB, il n'était en effet pas usuel de caractériser la composition des déchets. Les informations concernant la nature et la quantité de déchets contenus dans la DIB sont résumées ci-dessous.

3.2 Quantité de déchets

La quantité de déchets mise en décharge par les entreprises de la bci a été évaluée à 114'000 tonnes. Le canton de Berne, l'armée et d'autres fournisseurs ponctuels ont également amené différents déchets. A ces quantités viennent s'ajouter la masse des matériaux terreux utilisés pour le recouvrement (env. 20'000 tonnes) et de l'eau absorbée par les déchets. La quantité totale de déchets à traiter est en conséquence de l'ordre de 134'000 tonnes.

3.3 Types de déchets

3.3.1 Déchets chimiques

3.3.1.1 Provenance

Une liste de 2969 substances produites par Ciba et Geigy respectivement Ciba-Geigy durant la période 1961-1976 a été établie, mais elle ne permet pas de tirer des conclusions quant à la composition exacte des déchets.

Hormis les résidus de distillations et d'extractions, la plupart des autres déchets chimiques sont issus d'étapes de filtration ou de clarification. Ils sont soit de nature minérale (plâtre, Kieselguhr), soit composés d'une faible fraction de substances organiques (quelques pour-cent) adsorbées sur des composés minéraux (silica-gel, Kieselguhr) ou organiques (cellulose, charbon actif). De ce fait, la fraction organique est faible et peut être estimée à 10-30%.

3.3.1.2 Répartition

Les résidus et les composés adsorbés se répartissent par type de substances, selon les valeurs suivantes (approximatives) :

Origine des substances	Proportion	Types de substances
Fabrication de colorants et produits intermédiaires	90%	Anilines Acides sulphoniques aromatiques Phénols Crésols Aldéhydes Pyridines Phtalates Phtaléines Thiazoles Pyrazolones Dioxazines Anthraquinones Composés azoïques Colorants à base de complexes métalliques (Ca, Co, Cr, Cu, Mg, Zn) Triazines Solvants minéraux (acides chlorhydrique, sulfurique et nitrique, ammoniacque, soude, carbonate de soude) Solvants organiques (alcools, solvants aromatiques tels que benzène, solvants chlorés)
Agrochimie	5%	Herbicides Fongicides Pesticides Solvants (alcools, cétones)
Fabrication	5%	Résines époxy Bisphénol A Anhydride phtalique Formaldéhyde Solvant (épichlorhydrine)
Production pharmaceutique	1%	Solvants (alcools, cétones, éthers, esters, solvants chlorés)

En ce qui concerne les métaux lourds, la plus grande part est constituée par le fer, provenant du "fer de Béchamp".

3.3.1.3 Particularités

Une grande partie des déchets a été livrée en fûts, le reste en vrac. Au tout début de l'exploitation de la décharge, les fûts étaient en bois, par la suite en métal. La majorité de ces derniers ont été écrasés par des engins de chantier ("trax"). Les fûts contenant des déchets de laboratoire (pour la plupart de petite taille) ont été mis en décharge intacts.

2 camions ont été également enterrés dans la décharge.

3.3.2 Déchets militaires

Ceux-ci sont constitués principalement par des batteries de l'armée. Des balles traçantes ont également été déposées. Aucune affirmation ne peut être faite sur la quantité de substances entreposées. Les batteries contiennent du mercure, du plomb, du nickel et du cadmium. Les balles traçantes contiennent du strontium et du baryum. La tête de la balle contient de l'antimoine et du plomb.

Selon le département de la défense, de la protection de la population et des sports (DPPS), "il existe une probabilité quasi certaine qu'il n'y a aucun détonateur provenant des unités de production de la Confédération entreposé à Bonfol".

3.3.3 Déchets radioactifs

La radioactivité mesurable dans la décharge de Bonfol est essentiellement liée au dépôt de tritium, composé employé dans l'industrie horlogère. Les mesures de radioactivité effectuées depuis 1975 confirment la présence de tritium, mais montrent en revanche que les concentrations mesurées sont faibles et toujours inférieures aux valeurs limites légales en vigueur.

Le prélèvement effectué par la bci en mai 2000 sur les jus de la décharge révèle une radioactivité due au tritium de 756 Bq/L, largement inférieure à la valeur limite légale. Cette valeur a été retenue pour le projet d'assainissement.

Le concept retenu prévoit une mesure de radioactivité pendant l'excavation.

La présence éventuelle de substances radioactives dans la DIB sera traitée selon la législation sur la radioprotection (Loi sur la radioprotection, LRaP), en collaboration avec l'office fédéral de la santé publique (OFSP).

3.4 Caractéristiques des substances, produits ou déchets spéciaux

Grâce aux données figurant dans le document sur les propriétés dangereuses des déchets [13], portant spécifiquement sur les dangers des principaux produits chimiques présents dans la décharge, la toxicité et l'inflammabilité/explosibilité des différents types de produits et de certaines substances en particulier ont pu être évaluées.

Les propriétés qui sont mentionnées portent sur des produits purs (p.ex. pour l'antraquinone), ou, dans certains cas, se réfèrent à une famille de produits (p.ex.: solvants chlorés aromatiques).

D'une manière générale, quand il s'agit d'une famille de produits, les propriétés indiquées sont celles des substances les plus critiques de la famille.

Pour chaque composé, le nombre de croix dans une case correspond à l'intensité du paramètre (p.ex. pour le paramètre "combustible": pas de croix = composé non combustible, 1 croix = composé combustible, deux croix = composé très combustible).

En ce qui concerne l'écotoxicité, de nombreux produits présentent un risque en matière de pollution des eaux. Le choix des scénarios inclura les potentielles conséquences d'un écoulement/infiltration d'un composé (éco)toxique dans les eaux superficielles et souterraines.

	Combustible	Corrosif	Toxique	Effet génétique ^a	Modification de l'état psychique	Trouble de la digestion	Sensibilisant / allergisant	Ingestion	Absorption cutanée	Inhalation	Irritant voie respiratoire	Irritant pour la peau / muqueuses	Irritation du tube digestif	Soluble dans l'eau
Alcools	++		+		±			+	+	+				+
Solvants chlorés aliphatiques	+		+	+	+	+		+	+	+		+		
Aldéhydes	++	+		+	+			+	+	+	+	+	+	+
Épichlorhydrine	++		+	+				+	+	+	+	±		
Acide organique aliphatique	++	++			+		+				±	±		±
Benzènes	++		+	±	+			+	+	±		+		
Dérivés phénoliques	++	+	+	+	+	+		+	+			±	±	+
Crésols	+	+			+	+		±	±	+		+	+	+
Solvants chlorés aromatiques	+		±	+	+	±		+	+	+		+		
Acide aromatique	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
Anhydride phtalique et ses dérivés	+	+				+		+		+	+	+	+	+
Phtalates	+				+	+		+		+		+		+
Antraquinone	+													+
Nitrobenzène	±		+	+					+	+		+	+	
Aniline	+		+		+				±	+		+		+
Toluidine	+		+	+				+	±	+				
Anisidine	+			+			+	+				±		+
Naphtylamine & dérivés	+			±					+	+				
Pyridine	±				+	+			+	+				
Pyrazolones	+		±					+	+	±				
Dioxazines	+							+	+	+				
Triazines	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
Groupes azotés	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Thiazolones	+		+	+				+	+	+				+
Colorants organométalliques	+													
Acides inorganiques	+	±		± ^b							+	±	±	±
Bases inorganiques		±									+	±	±	±

^a: cancérigène, mutagène, tératogène ^b: sous forme de brouillard

4 Bases d'éventuels contrats d'assurances de choses et de responsabilité civile

Dans l'état actuel, des discussions relatives aux contrats d'assurances pour les nouvelles infrastructures et installations sont en cours. Un montant définitif n'a pas encore été établi.

5 Mesures de sécurité

5.1 Généralités

5.1.1 Philosophie de sécurité

D'une manière générale, la bci a pour mission de garantir la sécurité de la décharge industrielle de Bonfol, autrefois utilisée par les entreprises membres et aujourd'hui fermée. Les sociétés regroupées au sein de la bci suivent les principes généraux suivants en matière de sécurité et de responsabilité:

La bci est décidée à faire tout ce qui est en son pouvoir pour exclure tous les risques pour l'homme et l'environnement. C'est pourquoi, elle aspire à un assainissement définitif de la décharge acceptable sur le plan écologique et en termes de risques. C'est la seule solution pour éliminer durablement tout potentiel de danger et ne plus accabler les générations futures.

La bci entend réaliser les travaux d'assainissement dans le cadre d'une collaboration étroite et collégiale avec les autorités et les parties directement concernées. Elle collabore étroitement avec les autorités cantonales, communales et fédérales et a également initié la création d'une commission qui regroupe toutes les parties directement concernées (autorités françaises, ONG, etc.). La bci veut, par une information ouverte, complète et continue sur l'état respectif des travaux d'assainissement, encourager le dialogue et contribuer à apaiser les craintes de la population.

Jusqu'au début des travaux d'assainissement, la bci continuera d'élargir le système de surveillance et de sécurité de la décharge afin de garantir une sécurité optimale pour l'homme et l'environnement.

5.1.2 Concept de sécurité

Le concept général de sécurité comprend des mesures en matière de sécurité au travail, de protection de la santé, de protection de l'environnement, de protection de la population et de protection incendie.

Les mesures de sécurité visent d'une manière générale à limiter tant les conséquences à un niveau local (protection des travailleurs en situation normale d'exploitation et en cas d'incident) qu'à l'extérieur du site (protection de l'air et des eaux, protection des populations environnantes).

Dans ce rapport succinct ne sont présentées que les mesures de sécurité ayant un lien avec la prévention et la protection contre les accidents majeurs.

5.1.3 Mesures de sécurité générales

Le concept général de sécurité prévoit en particulier les mesures suivantes:

5.1.3.1 Prévention générale des risques

- Mesures de protection spécifiques au génie civil (notamment: limitation de la profondeur d'appui des fondations des halles pour limiter le risque d'exfiltration de lixiviats de la décharge)
- Concept de gestion de zones noires et blanches (permet le confinement des polluants dans un périmètre restreint)
- Travaux dans des halles en dépression permettant d'éviter une émission diffuse de polluants dans l'environnement
- Limitation du nombre de personnes dans la fouille
- Limitation des surfaces de déchets ouvertes
- Protection des surfaces servant au stockage de matériaux et liquides pollués
- Analyse de risque pour chaque installation et procédé critique
- Document de protection contre les explosions
- Formation du personnel sur le travail dans les halles et les mesures à prendre en cas d'urgence
- Consignes de sécurité
- Concept de collecte, de traitement et d'évacuation et des eaux
- Concept de ventilation et de gestion des effluents gazeux des halles d'excavation et de préparation

5.1.3.2 Installations techniques

- Installations pour la collecte et le traitement des eaux
- Installations de ventilation
- Installations techniques de protection incendie

5.1.3.3 *Sécurité contre l'intrusion*

- Clôture totale autour du site
- Réglementation et dispositifs de contrôle pour l'accès à la DIB

5.1.3.4 *Surveillance, contrôle*

- Concept de surveillance (eaux, air)
- Programme de sécurité, maintenance et contrôle (SEMAGO)

5.1.3.5 *Intervention*

- Plans d'intervention, d'urgence et de protection contre l'incendie
- Concept d'évacuation et de sauvetage
- Organisation en cas d'urgence avec groupe d'intervention
- Ecrans de forages à l'aval hydraulique de la décharge utilisés pour capter toutes ou une partie des eaux souterraines passant sous le secteur de la décharge en cas de contamination

5.2 But des mesures de sécurité prévues

Les mesures de sécurité prévues remplissent trois fonctions principales:

- Réduire les dangers potentiels: limiter les situations à risque dues aux substances présentes et aux activités d'assainissement
- Eviter les accidents majeurs: les erreurs humaines, pannes, avaries et incidents prévisibles durant l'assainissement ne doivent pas aboutir au déclenchement d'un accident majeur
- Limiter les conséquences d'un accident majeur: si malgré toutes les mesures de sécurité prises, un accident majeur devait avoir lieu, ses conséquences potentielles sur les personnes à l'extérieur du site et sur l'environnement doivent être minimisées.

5.3 Mesures de sécurité constructives

5.3.1 Chantier

- Bac de rétention pour les surfaces de stockage de substances dangereuses (hydrocarbures notamment) et pour les eaux incendies

5.3.2 Halle d'excavation (lot A)

- Structure porteuse, façades et toiture en matériaux incombustibles
- Résistance au feu de la structure porteuse: à définir
- Structure fermée (étanche)
- Mur coupe-feu de résistance au feu EI 60 au minimum entre les lots A et B. Passages au travers de sas avec à chaque extrémité une porte coupe-feu E(I) 30(icb)
- Rétention des eaux d'extinction éventuelles par la couche d'argile étanche
- Digue de terre/argile entre drain et sol assaini (protection de la partie assainie)

5.3.3 Halle de préparation des déchets (lot B)

- Structure porteuse, façades et toiture en matériaux incombustibles
- Structure fermée (étanche)

- Locaux présentant un risque différent du point de vue de l'incendie séparés par des murs présentant une résistance au feu EI 60 au minimum. Portes dans ces murs avec résistance au feu E(I)30 au minimum
- Fosses de rétention étanches pour collecter (par la simple gravité) les liquides dans la halle
- Halle conçue pour faire office de bac de rétention pour les eaux incendie (volume de rétention: env. 500 m³; hauteur des murets de rétention: minimum 15 cm.)

5.4 Mesures de sécurité techniques

5.4.1 Halle d'excavation (lot A)

5.4.1.1 Ventilation et gestion des effluents gazeux

- Installation de ventilation centralisée
- Ventilations locales permettant d'éviter la formation d'une atmosphère explosible

5.4.1.2 Protection contre les incendies/explosions

- Installation de détection d'incendie avec surveillance totale
- Capteurs Ex sur le grappin
- Boutons-poussoirs d'alarme dans toute la halle
- Installations d'extinction d'incendie (2 installations déluges dans la zone de remplissage des wagonnets contenant les déchets excavés et dans la zone de décharge des wagonnets vers le lot B)
- Moyens d'extinction contre les incendies: système automatique de balayage par canons à mousse (protection du front d'excavation), extincteurs portatifs, postes incendie et hydrants extérieurs
- Exutoires de chaleur et de fumée
- Paratonnerre extérieur
- Mise à terre des installations

5.4.1.3 Alimentation électrique

- Alimentation de secours
- Eclairage de sécurité et installations de sécurité sur génératrice de courant

5.4.2 Halle de préparation des déchets (lot B)

5.4.2.1 Ventilation et gestion des effluents gazeux

- Installation de ventilation centralisée
- Répartition de la halle en différents secteurs selon la probabilité de survenance d'une atmosphère Ex. Flux de ventilation des zones les moins contaminées vers les zones les plus contaminées
- Aspiration à la source dans les endroits critiques

5.4.2.2 Protection contre les incendies/explosions

- Installation de détection d'incendie avec surveillance totale
- Boutons-poussoirs d'alarme dans toute la halle
- Installation déluge pour les bunkers et sprinkler pour la zone de stockage intermédiaire
- Moyens d'extinction contre les incendies: extincteurs portatifs, postes incendie et hydrants extérieurs
- Paratonnerre extérieur
- Mise à terre des installations
- ECF à définir

5.4.2.3 Alimentation électrique

- Alimentation de secours
- Eclairage de sécurité et installations de sécurité sur génératrice de courant

5.5 Mesures de sécurité organisationnelles

5.5.1 Gestion des eaux

- Traitement ou évacuation des eaux polluées, selon leur degré de contamination et leur volume:
 - Eaux fortement polluées: évacuées par camion-citerne vers des stations d'épurations industrielles de la région Bâloise (env. 1 camion / semaine)
 - Eaux utilisées pour la lutte contre l'incendie: évacuation dans des bassins de rétention et de contrôle. En cas de contamination, le contenu de ces bassins est soit traité dans la STEP de la DIB, soit évacué vers des stations d'épurations industrielles de la région Bâloise
 - Eaux sanitaires: évacuées vers la STEP du syndicat d'épuration des eaux de Vendlincourt et Bonfol (SEVEBO)
 - Autres eaux polluées: évacuées et traitées vers la STEP adaptée de la DIB
- Surveillance continue de la qualité des eaux superficielles et souterraines selon le principe du concept de surveillance et de sécurité (CSS). Elaboration d'un programme spécifique de surveillance des eaux durant la phase d'assainissement
- Couverture des besoins d'eau d'extinction par les ressources in situ (eau de pluie, eau pompée dans la nappe des cailloutis du Sundgau et eau traitée à la STEP). Le réservoir d'eau industrielle sert également de réserve incendie et contient en permanence au moins 300 m³ d'eau d'extinction
- Evacuation continue des lixiviats de la fouille afin de limiter les quantités pouvant potentiellement être libérées

5.5.2 Ventilation et gestion des effluents gazeux

- Mise en dépression des halles pour la protection contre les émissions diffuses à l'extérieur des halles
- Traitement des effluents gazeux qui sont à traiter selon l'OPair
- Surveillance régulière des émissions dans l'air selon l'OPair
- Surveillance régulière des immissions dans la région du projet (Echantillonnage de COV définis à différentes stations de mesure)

- Système d'alarme en cas de rejet accidentel important de polluants dans l'air
- Station météorologique complète à proximité du site
- Mesure de la concentration en gaz inflammables dans les emplacements critiques des halles avec alarme à 25% LIE (protection contre les explosions)

5.5.3 Halle d'excavation (lot A)

5.5.3.1 Intervention / Situations d'urgence

- Système de relevage des eaux
- Arrêt des travaux en cas d'arrêt de la ventilation
- Procédure d'urgence en cas d'arrêt des installations de sécurité
- Pompage d'intervention des eaux souterraines (barrière hydraulique)

5.5.3.2 Surveillance

- Surveillance régulière des eaux souterraines en aval
- Contrôle de la profondeur excavée (respect d'une distance de sécurité permettant de garantir l'étanchéité)
- Capteurs Ex (LIE)
- Détecteur de radio
- Détecteur de radioactivité en continu sur le grappin
- Caméra infrarouge sur la zone de travail du grappin

5.5.3.3 Ordre et entretien

- Maintenance préventive des installations
- Contrôle feu (contrôle périodique des équipements techniques et vérification de l'état des connaissances relatives à la sécurité dans l'entreprise)

5.5.4 Halle de préparation des déchets (lot B)

5.5.4.1 Situations d'urgence

- Arrêt des travaux en cas d'arrêt de la ventilation
- Procédure d'urgence en cas d'arrêt des installations de sécurité

5.5.4.2 Surveillance

- Contrôle du débit d'air de la ventilation avec système d'alarme en cas de chute de débit
- Contrôle de la qualité de l'air provenant de la halle d'excavation
- Capteurs Ex

5.5.4.3 Ordre et entretien

- Maintenance préventive des installations
- Contrôle feu (contrôle périodique des équipements techniques et vérification de l'état des connaissances relatives à la sécurité dans l'entreprise)

5.5.4.4 Prévention

- Définition de zones Ex dans les emplacements critiques de la halle
- Renouvellement en air neuf de 2-6 fois/h pour prévenir la formation d'atmosphères explosibles. Renouvellement jusqu'à 10 fois/h dans les domaines de danger potentiel d'explosion (zones Ex)

5.5.4.5 Organisation du travail

- Echantillonnage et tests de réactivité des déchets bruts (soude, acide)
- Tests permettant de définir le mode de préparation des déchets (addition de sciure, neutralisation à la chaux éteinte)
- Sélection pour le stockage intermédiaire de matériaux
- Test de compatibilité pour le transfert du contenu des fûts intacts remplis de liquide
- Passage des containers par un sas de décontamination avant la sortie de la halle
- Saisie des données de suivi nécessaires au transport et à l'élimination des déchets, pour chaque container (containers de transport remplissant les critères définis pour le transport de matières dangereuses)

6 Estimation de l'ampleur des dommages que subirait la population ou l'environnement

6.1 Généralités

Dans le cadre de l'assainissement d'une décharge telle que Bonfol, et considérant:

- la multiplicité des substances potentiellement présentes et de leurs propriétés respectives;
- la quantité limitée d'informations disponibles quant à leur emplacement dans la décharge et sur les quantités de chaque substance;
- le fait que la plupart des fûts ont été écrasés;
- la diversité des réactions chimiques potentielles entre les composés entreposés;

Les scénarios d'accident à envisager et les quantités de substances impliquées sont extrêmement divers.

6.2 Scénarios à envisager

Les scénarios devant être pris en compte pour l'OPAM doivent considérer les risques du point de vue statistique, c'est-à-dire que les scénarios mettent en scène des pannes, incidents et erreurs humaines prévisibles ou plausibles durant la durée d'exploitation du chantier.

Les scénarios envisagés sont présentés dans le tableau suivant. Les emplacements, les substances et quantités impliquées, ainsi que les mesures de sécurité applicables sont mentionnées. Les conséquences auprès des travailleurs, des personnes extérieures au site et de l'environnement sont également décrites.

Les scénarios retenus pour une étude plus détaillée (scénarios "OPAM") sont ceux qui pourraient potentiellement aboutir à un accident majeur.

Type de scénario	Emplacement / Cause	§	Substances / quantités impliquées	Mesures de sécurité applicables	Conséquences
Incendie	traitement des fûts intacts	6.3.1	deux fûts de solvant organique	installation de détection incendie ventilation	incendie de faible amplitude intervention rapide par les personnes sur place
	front d'excavation	6.3.2	déchets	système de canons à mousse effectuant un balayage automatique d'une zone prédéfinie	cf. scénario OPAM §6.7.3
	bunker de réception	6.3.3	déchets / volume bunker au maximum env. 300 m ³	installations de détection et extinction automatique ventilation du local	extinction par un dispositif automatique extinction par des forces d'intervention si nécessaire dégagement de fumées pouvant éventuellement incommoder les travailleurs et nécessiter une évacuation
	stockage intermédiaire	6.3.4	déchets env. 2500 m ³	détection d'incendie système automatique d'extinction ventilation	incendie éteint ou maîtrisé par un dispositif automatique extinction par forces d'intervention si nécessaire dégagement de fumées pouvant incommoder les travailleurs et nécessiter une évacuation
	conteneur sous le crible	6.3.5	déchets stabilisés / volume du conteneur env. 10 m ³	déchets stabilisés détection d'incendie	incendie éteint par les personnes sur place ou des forces d'intervention si nécessaire dégagement de fumées pouvant incommoder les travailleurs et nécessiter une évacuation

	wagonnet de transport	6.3.6	conteneur de déchets / env. 20 m ³	techniques (moteur du câble tractant le wagonnet situé hors de la zone de circulation) système d'extinction ventilation	incendie éteint par un dispositif automatique ou par les personnes sur place dégagement de fumées pouvant éventuellement incommoder les travailleurs et nécessiter une évacuation
Explosion	front d'excavation	6.4.1	substances volatiles des déchets	document de protection contre les explosions (prévu) ventilation	cf. scénario OPAM §6.7.4
	halle d'excavation	6.4.2	fût sous pression (3-4 bars)	organisationnelles: formation du personnel, consignes de sécurité, mesures à prendre en cas d'urgence	un travailleur à proximité de l'incident pourrait éventuellement être blessé
	dans un bunker	6.4.3	substances volatiles des déchets	document de protection contre les explosions (prévu) ventilation mesure de la LIE	les structures existantes (bunker) pourraient être endommagées des travailleurs pourraient être blessés par le souffle de l'explosion
	Stockage intermédiaire	6.4.4	substances volatiles des déchets stabilisés	stabilisation des déchets document de protection contre les explosions (prévu) ventilation mesure de la LIE organisationnelles (sélection des déchets)	explosion de faible amplitude un travailleur effectuant des opérations au niveau du stockage intermédiaire pourrait éventuellement être blessé
	conteneur sous le crible	6.4.5	substances volatiles des déchets stabilisés	stabilisation des déchets document de protection contre les explosions (prévu) ventilation mesure de la LIE	le crible pourrait être endommagé un travailleur se trouvant à proximité du crible pourrait éventuellement être blessé
	wagonnet de transport	6.4.6	substances volatiles des déchets	document de protection contre les explosions (prévu) ventilation	évacuation de la pression des gaz de combustion par le haut du wagonnet sans dommages importants (déflagration)

Type de scénario	Emplacement / Cause	§	Substances / quantités impliquées	Mesures de sécurité applicables	Conséquences
Libération de substances toxiques dans l'air	rupture de l'intégrité de la halle d'excavation	6.5.1	substances volatiles des déchets	arrêt des travaux d'excavation recouvrement des déchets par un tapis de mousse	cf. scénario OPAM §6.7.6
	rupture de l'intégrité de la halle de préparation			arrêt des travaux de préparation	cf. scénario OPAM §6.7.6
	destruction d'un fût d'une substance volatile toxique / réaction entre son contenu et un acide ou base forte	6.5.2	cyanure de sodium	organisationnelles: formation du personnel, mesures à prendre en cas d'urgence, consignes de sécurité	cf. scénario OPAM §6.7.5
Libération de substances toxiques dans l'eau	rupture de l'étanchéité du fond de la zone d'excavation	6.6.1	lixiviats	contrôle régulier de la qualité des eaux souterraines barrière hydraulique permettant un pompage	cf. scénario OPAM §6.7.7
	fuite au niveau de la halle de préparation	6.6.2	liquide	halle conçue comme bac de rétention étanche (fond étanche et résistant) système de collecte avec puisards organisationnelles: formation du personnel, organisation en cas d'urgence	liquides retenus dans la halle rapide intervention des personnes sur place (absorbant, éventuel pompage)

	déversement de substances toxiques provenant de la STEP	6.6.3	eaux polluées / lixiviats	contrôle périodique des différentes étapes du traitement existence de 2 étangs d'embellissement pouvant servir de rétention	rétention des eaux fortement polluées dans les 2 étangs d'embellissement en cas d'urgence
	rupture de conduite	6.6.4	lixiviats	conduite double-enveloppe programme de surveillance et d'entretien des drainages et conduites possibilité de drainage dans la DOM	récupération des eaux par un drainage dans la décharge d'ordures ménagères (DOM)
	accident sur un conteneur en cas de pluie	6.6.5	eaux polluées	bac de rétention sur la place de chargement	rétention des eaux polluées par le bac sur la place de chargement
	incendie	6.6.6	eaux d'extinction	couche d'argile étanche (halle d'excavation) mise en place de bac de rétention des eaux d'extinction (halle de préparation)	rétention des eaux d'extinction par la couche d'argile sous la DIB ou dans un bac de rétention en cas de rupture de l'étanchéité de la couche d'argile: cf. scénario OPAM §6.7.7

6.3 Scénarios d'incendie

Les scénarios d'incendie ont pour base la présence de matériaux combustibles conjointement à une source potentielle d'allumage. Les quantités importantes de déchets combustibles présents dans la DIB justifient la prise en compte des risques liés à un incendie dans le choix des scénarios.

La charge thermique principale provient du stockage de déchets. Ces déchets sont composés pour une très faible proportion de liquides, une part importante de résidus pâteux combustibles et de solides. La majorité des composés organiques est facilement voire très facilement inflammable.

La charge thermique des déchets dans la halle d'excavation est estimée à une valeur comprise entre 2'500 et 6'500 MJ/m², pour une épaisseur moyenne de la couche de déchets d'environ 6 mètres. Dans la halle de préparation, la distribution spatiale de la charge thermique est très variable. On retrouve des charges thermiques importantes au niveau des bunkers, des stockages intermédiaires et, bien que moins importante, au niveau des conteneurs sous les cribles ainsi qu'au niveau de traitement des fûts intacts.

Les sources potentielles d'allumage sont aussi bien liées aux activités des halles d'excavation et de préparation (étincelles, défaut technique sur une installation, point chaud sur un véhicule ou une installation, défaut électrique) qu'à des substances très réactives provenant de déchets de laboratoires, telles que le sodium ou le potassium. Si leur emballage est endommagé (p.ex. lors de l'excavation ou au niveau des bunkers), une réaction violente lors d'un contact avec l'eau ou l'air peut induire un début d'incendie.

6.3.1 Feu au niveau du traitement des fûts intacts

La charge thermique dans ce local est principalement constituée par des liquides facilement ou très facilement inflammables. Les sources d'ignitions potentielles sont donc nombreuses (décharge électrostatiques, étincelles d'origine mécanique, point chaud, étincelles électriques...). Ce local correspond à une zone Ex et est séparé du reste des locaux par un mur coupe-feu EI60 et portes coupe-feu EI30 au minimum.

Les mesures de sécurité sont par conséquent un équipement conforme du point de vue Ex, une ventilation transversale et une détection incendie. Un extincteur CO₂ devra être à disposition dans la zone.

Les opérations de transvasement se feront toujours en présence d'une personne, ce qui permettra une rapide intervention en cas d'incident. Les faibles quantités de combustible impliquées dans ce scénario limitent considérablement les conséquences potentielles du point de vue de l'OPAM.

Si pour des raisons pertinentes des modifications dans la procédure de traitement des fûts intacts devaient avoir lieu ou si contre toute attente le nombre de fûts intacts devait être nettement plus important que prévu, l'installation d'un système fixe d'extinction pourra être reconsidéré.

6.3.2 Feu au niveau du front d'excavation

Un feu au niveau des déchets peut avoir une origine chimique (réaction entre un produit sensible à l'air ou à l'humidité) ou mécanique (étincelle lors de travaux). Sans intervention, l'incendie pourrait se propager à l'ensemble du front. Un incendie de cette ampleur poserait des problèmes du point de vue de sa maîtrise qui nécessiterait des moyens extrêmement importants, de la stabilité du bâtiment qui devra être capable de résister à un dégagement de chaleur de cet ordre et de l'environnement de part la possibilité de former des gaz toxiques. La possibilité d'un feu couvant doit également être considérée.

Ce scénario, ses conséquences potentielles et les mesures de sécurité qui lui sont applicables doivent être examinés plus en détail.

6.3.3 Feu au niveau des bunkers de réception

Le feu des déchets au niveau du bunker de réception peut avoir trois principales sources d'ignition: une étincelle due aux parties métalliques dans les déchets, une déféctuosité ou un point chaud au niveau d'un véhicule ou une réaction chimique exothermique.

Les mesures de prévention sont: la ventilation du local qui a pour objectif d'éviter la formation d'une atmosphère explosible, la mesure de la limite inférieure d'inflammabilité qui permet de savoir s'il y a une concentration suffisante de vapeur et le système d'extinction automatique.

En cas de début de sinistre, le feu sera détecté par la détection et éteint grâce au système d'extinction. Le compartimentage permet de sécuriser les autres locaux car chaque bunker constitue un compartiment coupe-feu. Un extincteur CO₂ devra être à disposition dans la zone.

Les fumées dégagées pourraient éventuellement incommoder les personnes présentes et nécessiter une évacuation des locaux.

6.3.4 Feu au niveau du stockage intermédiaire

Un feu au niveau du stockage intermédiaire serait dû à une réaction chimique ou à des étincelles provenant des objets métalliques. Le risque d'un tel incendie est relativement faible car les déchets ont été préalablement stabilisés au niveau du bunker. En cas de départ d'incendie, la présence

d'une détection incendie permettra d'alarmer rapidement les secours. De plus, une installation d'extinction automatique permettra de contenir l'incendie. Dans le cadre de l'intervention, les déchets devront être tout ou partiellement déstockés (dans un autre compartiment) pour s'assurer de l'absence d'un feu couvant.

Les mesures de protection sont la ventilation du local, la détection incendie et le système d'extinction automatique. Un extincteur CO₂ devra être à disposition dans la zone.

Les fumées dégagées pourraient incommoder les personnes présentes et nécessiter une évacuation des locaux.

6.3.5 Feu dans un conteneur sous le crible

Un incendie sous le crible verrait son origine dans les mêmes causes que dans le cas du stockage intermédiaire, à savoir une réaction chimique ou des étincelles provenant des objets métalliques. Le risque d'un tel incendie est relativement faible car les déchets ont été préalablement stabilisés au niveau du bunker. En cas de départ d'incendie, au maximum le contenu du conteneur pourra brûler (soit env. 10 m³). La présence d'une détection incendie permettra d'alarmer rapidement les secours.

Les mesures de sécurité sont par conséquent la ventilation, la stabilisation des déchets et la présence de la détection incendie. Un extincteur CO₂ devra être à disposition dans la zone.

Les fumées dégagées pourraient incommoder les personnes présentes et nécessiter une évacuation des locaux.

6.3.6 Feu dans le wagonnet de transport

Un feu de déchet au niveau du wagonnet proviendrait d'une réaction chimique d'une substance sensible à l'air ou à l'eau ou d'un dysfonctionnement du groupe hydraulique. L'ensemble des déchets du container peuvent brûler soit environ 20 m³. Les zones de stationnement de ce wagonnet seront munies d'un système d'extinction automatique.

Les mesures de prévention applicables sont la ventilation locale qui évite la formation d'une atmosphère explosive dans la halle et la présence du moteur du câble tractant le wagonnet en dehors de la zone de circulation.

Un feu dans le wagonnet serait rapidement maîtrisé par le système d'extinction automatique ou par les personnes présentes à proximité.

Les fumées dégagées pourraient éventuellement incommoder les personnes présentes et nécessiter une évacuation des locaux.

6.4 Scénarios d'explosion

Les scénarios d'explosion dans la DIB ont pour base la présence de substances volatiles inflammables conjointement à des sources potentielles d'allumage.

Les déchets de la DIB sont composés pour une très faible proportion de liquides, une part importante de résidus pâteux combustibles et de solides. La majorité est facilement voire très facilement inflammable. Les activités liées à l'excavation et à la préparation des déchets peuvent provoquer localement la dispersion de substances volatiles dans l'air et pourraient ainsi créer les conditions de formation d'une atmosphère explosible. Dans des conditions normales d'exploitation, la ventilation installée dans les halles devra permettre de maintenir une concentration de substances inflammables dans l'air inférieure à 25% de la limite inférieure d'explosibilité (LIE).

Les mesures de prévention suivantes ont été prises pour l'installation de ventilation, afin de prévenir une éventuelle panne: redondance de la ventilation (ventilation par 2 ventilateurs dont chacun peut assurer 100% du débit d'air de la ventilation en fonctionnement normal) et basculement sur génératrice en cas de coupure de courant. Si l'installation de ventilation tombait en panne malgré tout, il est prévu d'arrêter les travaux.

Les sources potentielles d'allumage sont aussi bien liées aux activités des halles d'excavation et de préparation (électricité statique, étincelles, défaut technique sur une installation, point chaud sur un véhicule ou une installation, défaut électrique) qu'à des substances très réactives provenant de déchets de laboratoires, telles que le sodium ou le potassium. Si leur emballage est endommagé (p.ex. lors de l'excavation ou au niveau des bunkers), une réaction violente lors d'un contact avec l'eau ou l'air peut induire une explosion.

D'une manière générale en présence de substances inflammables, différents types d'explosions peuvent se produire [4, 5]:

Explosion physique: Eclatement physique d'un récipient (fût, bombonne, réservoir...) suite à la rupture de son étanchéité, par exemple en raison d'une augmentation de pression interne sous l'effet de la température.

VCE (Vapour Cloud Explosion) : Explosion d'un nuage de gaz. La libération d'une quantité importante d'un gaz plus lourd que l'air provoque la formation d'un mélange inflammable au ras du sol. La part de gaz qui se trouve dans le mélange susceptible d'exploser prend feu à une vitesse de quelques m/s. Des essais à l'air libre ont prouvé que l'effet de pression reste très limité en l'absence d'obstacles (de l'ordre de quelques mbars). Pour cette raison, la notion classique de "Unconfined VCE" n'est pas à conseiller, puisque le terme d' "explosion" suggère bel et bien un effet de pression. Quand le gaz chassé

par l'expansion du front des flammes rencontre un obstacle contre lequel il est comprimé puis enflammé, l'accélération des flammes qui s'ensuit provoque une hausse de pression.

Dans l'ensemble, on peut dire que l'effet de pression d'une explosion de gaz non confinée ne dépasse pas une valeur de 50 mbars. Les dommages provoqués par une telle onde de surpression correspondent à une destruction limitée de bâtiments [4, 5]. C'est uniquement quand il existe des structures susceptibles de causer une importante surpression locale, que l'on doit s'attendre à des pressions explosives très élevées. L'analyse des dégâts dus à des VCE historiques permet d'indiquer des surpressions allant de 0.3 à 0.5 bar.

Explosion confinée: Plus on empêche le mélange gaz/air non consommé de s'étendre, plus on obtient un effet de pression élevé. Les explosions de gaz dans des récipients clos atteignent des pressions de 7 à 10 bars.

6.4.1 Explosion au niveau du front d'excavation

Les sources d'ignition potentielles sont d'origine chimique (réaction entre un produit sensible à l'air ou à l'humidité) ou mécanique (étincelle lors de travaux, électricité statique).

Les activités d'excavation et de transfert des déchets dans la DIB, en "mettant à nu" une part importante de résidus pâteux et de solides inflammables, vont augmenter la surface de contact entre les déchets, les lixiviats et l'air.

Un scénario considérant la formation d'une atmosphère explosible de benzène dans l'air sera étudié plus en détail.

6.4.2 Explosion d'un fût sous pression dans la halle d'excavation

Ce scénario envisage l'explosion physique d'un fût contenant des gaz sous pression (max.3-4 bars) et endommagé lors de l'excavation, par exemple avec un engin ou le grappin. La brusque rupture de l'étanchéité du fût pourrait éventuellement blesser une personne présente à proximité du fût. Considérant la taille du récipient et le fait qu'il s'agit d'une explosion physique, les impacts resteront très localisés.

Les mesures de sécurité applicables sont essentiellement organisationnelles (formation du personnel, consignes de sécurité et mesures à prendre en cas d'urgence).

Les conséquences de ce scénario à l'extérieur du site, et donc du point de vue de l'OPAM, sont très faibles.

6.4.3 Explosion dans un bunker de réception

Une explosion au niveau du bunker de réception peut avoir quatre principales sources d'ignition: une étincelle due aux parties métalliques dans les déchets, une déféctuosité ou un point chaud au niveau d'un véhicule, une décharge électrostatique ou une réaction chimique exothermique.

Les mesures de prévention sont la ventilation du local (renouvellement en air frais d'au moins 6 fois par heure) qui a pour objectif d'éviter la formation d'une atmosphère explosible et la mesure de la limite inférieure d'inflammabilité qui permet de savoir si la concentration de vapeur est suffisamment basse. Un compartimentage coupe-feu entre les bunkers permet de sécuriser les autres locaux contre l'incendie.

Le déroulement des processus de travail dans le bunker est le suivant:

- Le système de sas isole le bunker du lot A
- Après le basculement du container de déchets dans le bunker, ce dernier est totalement fermé, sans présence humaine ni machine
- Le bunker est ventilé jusqu'à atteindre une concentration de l'air en substances inflammables inférieure à 25% de la LIE
- Le bunker est ouvert pour l'analyse des déchets, leur stabilisation et leur étalement

La ventilation du bunker favorise l'évaporation des composés volatiles contenus dans les déchets, mais les évacue directement par les canaux de ventilation. La ventilation est redondante (deux ventilateurs, alimentation par réseau électrique et génératrice de secours) et un arrêt des travaux est prévu si malgré tout la ventilation tombait en panne. De plus, dans une telle situation, l'évaporation des composés volatiles des déchets serait très lente, celle-ci étant proportionnelle à la vitesse du vent à la surface des déchets.

Si malgré toutes les mesures de sécurité une explosion avait lieu, elle pourrait endommager les structures existantes (bunker). Des travailleurs à proximité du bunker pourraient éventuellement être blessés par le souffle de l'explosion.

6.4.4 Explosion au niveau du stockage intermédiaire

Les sources d'ignition potentielles sont à l'origine les mêmes que dans le cas du wagonnet, à savoir une réaction chimique, à des étincelles provenant des objets métalliques ou à une décharge d'électricité statique. Les locaux du stockage intermédiaire sont séparés par un compartimentage coupe-feu.

Le risque de la formation d'une atmosphère explosible au niveau du stockage intermédiaire est faible en raison de la stabilisation préalable des déchets au niveau du bunker et du système de ventilation. Le document de protection contre les explosions assure une prévention supplémentaire.

Si une explosion avait tout de même lieu, elle serait de faible amplitude. Un travailleur effectuant des opérations au niveau du stockage intermédiaire pourrait éventuellement être blessé lors de l'explosion.

6.4.5 Explosion au niveau du conteneur sous le crible

Les sources d'allumage au niveau d'un conteneur sous le crible proviennent d'une réaction chimique, d'une décharge d'électricité statique ou d'étincelles provenant des objets métalliques. Le développement d'une atmosphère explosible est limité en raison de la stabilisation préalable des déchets au niveau du bunker, et du système de ventilation. Le document de protection contre les explosions sera une mesure de prévention supplémentaire.

Si une explosion avait tout de même lieu, le crible pourrait être endommagé. Un travailleur se trouvant à proximité pourrait éventuellement être blessé lors de l'explosion.

6.4.6 Explosion dans un wagonnet de transport

Une explosion au niveau du wagonnet aurait pour origine une réaction chimique d'une substance sensible à l'air ou à l'eau, un dysfonctionnement du groupe hydraulique ou une décharge d'électricité statique. La ventilation permet de prévenir la formation d'une atmosphère explosible.

Le wagonnet n'ayant pas de couverture, en cas d'explosion cette dernière ne serait pas confinée, permettant l'évacuation de la pression des gaz de combustion par le haut sans dommages importants (déflagration).

6.5 Scénarios de libération de substances toxiques dans l'air

Le système de ventilation pour les halles d'excavation et de préparation a été prévu et dimensionné afin de tenir compte de l'augmentation des émissions d'effluents gazeux dans l'air liée aux activités d'assainissement de la DIB. Le but est de respecter les normes OPAir. Dans son annexe 1 ch.7 et 8, celle-ci fixe des valeurs limites pour le rejet de substances organiques et de substances cancérigènes dans l'air. La concentration des émissions d'une des substances organiques figurant au ch. 72 ne doit pas dépasser les valeurs ci-dessous:

Substances organiques sous forme de gaz, de vapeur ou de particules	débit massique égal ou supérieur à	Concentration
substances de la classe 1	0,1 kg/h	20 mg/m ³
substances de la classe 2	2 kg/h	100 mg/m ³
substances de la classe 3	3 kg/h	150 mg/m ³

Figure 6 : Tableau des substances organiques sous forme de gaz, de vapeur ou de particules ann.1 OPAir

Les émissions de substances cancérigènes mentionnées au ch. 83 seront limitées de manière que la concentration des émissions ne dépasse pas les valeurs suivantes et qu'elle leur soit si possible inférieure:

Substances cancérigènes	débit massique égal ou supérieur à	Concentration
substances de la classe 1	0.5 g/h	0.1 mg/m ³
substances de la classe 2	5 g/h	1 mg/m ³
substances de la classe 3	25 g/h	5 mg/m ³

Figure 7 : Tableau des substances cancérigènes ann.1 OPAir

Les effluents gazeux dépassant les valeurs limites de l'OPair seront traités.

En fonctionnement normal, il est prévu de récupérer l'air sortant de la halle d'excavation pour le réinjecter dans la halle de préparation des déchets. L'air

sortant de la halle de préparation est dirigé vers la cheminée. Le débit volumique d'air prévu de la ventilation est de 51'000 m³/h.

L'installation de ventilation sera équipée d'un filtre à particules.

En cas de contamination importante de l'air, un by-pass permet de diriger l'air sortant de la halle d'excavation directement vers l'installation de traitement.

Le schéma général du système de ventilation figure en annexe du présent rapport.

La composition actuelle de l'air de la DIB ("Bonfol-Mix") a pu être caractérisée grâce à plusieurs séries de mesures [9]. Les effluents gazeux sont constitués de composés aromatiques (benzène et toluène: 38%), de composés organiques chlorés (dichlorométhane, chloroforme, chlorobenzène, trichloroéthylène, trichloroéthane, dichloréthène et tetrachloroéthylène: 43%), de méthanol (5%), de tétrahydrofurane (THF, 5%) et d'autres composés (8%).

Considérant les immissions de substances organiques et cancérigènes, l'OPair ne définit pas spécifiquement de valeurs limites. Les art.27 à 30 définissent un cadre légal pour la prévision et la surveillance des immissions par les entreprises ainsi que pour l'appréciation par les autorités des immissions mesurées.

Pour les scénarios envisagés, un "worst-case" est considéré, c'est-à-dire que les scénarios se dérouleront avec une installation de traitement de l'air qui n'est pas en fonction.

6.5.1 Rupture de l'intégrité d'une halle

La rupture de l'intégrité de la halle d'excavation ou de la halle de préparation pourrait être la conséquence d'un événement naturel (chutes de neige abondantes, tremblement de terre, vents violents), d'un événement extérieur (chute d'un avion...) ou résulter d'un incident grave (affaissement de la structure, choc d'un engin de chantier contre la structure, explosion à proximité de murs porteurs...).

Ce scénario sera développé plus en détail.

6.5.2 Réaction entre le contenu d'un emballage et un acide ou une base forte avec libération d'une substance volatile toxique

Ce scénario envisage la réaction entre le contenu d'un emballage qui serait endommagé lors des travaux d'excavation ou lors du basculement du wagonnet dans le bunker de réception, avec un acide ou une base forte qui

serait présent à proximité. La réaction entre les deux composés aboutirait à la formation d'un gaz toxique.

Dans une telle situation, les mesures de sécurité qui s'appliquent sont organisationnelles: formation du personnel, mesures à prendre en cas d'urgence, consignes de sécurité.

On ne peut pas totalement exclure que certains résidus de produits de laboratoires très toxiques aient été déposés dans la DIB. Selon les informations en notre possession, la présence de flacons contenant potentiellement jusqu'à 1 kg de cyanure de sodium ne peut être écartée. Un scénario impliquant la réaction du contenu d'un tel flacon avec un acide fort présent, aboutissant à la formation de HCN gazeux, sera développé plus en détail et ses conséquences potentielles sur la population et l'environnement évaluées.

6.6 Scénarios de libération de substances toxiques dans l'eau

Du point de vue de l'OPAM, les aspects déterminants liés à un potentiel déversement de substances toxiques dans l'eau sont la surface ou le volume d'eaux superficielles contaminées, ainsi que la quantité d'eaux souterraines contaminées.

Les matériaux qui composent l'encaissant de la DIB sont essentiellement argileux et assurent ainsi son étanchéité. Les principaux écoulements d'eau souterraine dans la région de la DIB se font dans la nappe des cailloutis du Sundgau. De cet aquifère, elles transitent ensuite 200 m au nord-ouest de la décharge dans la série des Vosges pour rejoindre l'aquifère karstique régional.

A la hauteur de la décharge, l'eau souterraine des cailloutis du Sundgau est transportée horizontalement à une vitesse moyenne de 1 m par jour entre les argiles de Bonfol et la série des Vosges, le toit de la série des Vosges constituant une limite imperméable.

Une contamination éventuelle à partir de la décharge pourrait se produire par des exfiltrations d'eau de la décharge en direction des eaux souterraines. Cette contamination pourrait traverser la barrière argileuse pour transiter ensuite dans la nappe des cailloutis du Sundgau située sous la décharge.

La région de la décharge industrielle se situe sur les bassins versants de trois rivières, la Vendline, la Largue et le Dorfbach. Considérant la géographie de la DIB et les activités liées à son assainissement, un écoulement important d'un composé toxique dans un cours ou une étendue d'eau superficielle est très peu probable.

Le système actuel de surveillance de la DIB doit garantir que la décharge n'a pas d'impact négatif sur l'homme et l'environnement et que les risques

d'accident sont contrôlés. Les points suivants font notamment l'objet d'une surveillance:

- Couverture de la décharge
- Volumes de lixiviats contenus dans la décharge
- Lixiviats drainés dans la décharge
- Bilan hydrique
- Fonctionnement de la STEP
- Argiles de Bonfol
- Cailloutis du Sundgau
- Réseau de surveillance éloigné

6.6.1 Rupture du fond de l'étanchéité de la zone d'excavation

Une rupture localisée du fond de l'étanchéité dans la zone d'excavation ne peut être totalement exclue. Cet incident aurait lieu dans la halle d'excavation lors de l'utilisation d'un engin de chantier ou du grappin. Un écoulement de lixiviat ou d'un produit écotoxique contenu dans les déchets pourrait avoir lieu et transiter jusqu'à la nappe des cailloutis du Sundgau.

Ce scénario, ses conséquences potentielles et les mesures de sécurité qui y sont relatives seront développés en détail.

6.6.2 Fuite au niveau de la halle de préparation

Une fuite dans la halle de préparation pourrait être due à un écoulement de liquide d'un fût, notamment suite à une erreur humaine lors de la manutention jusqu'au local de traitement des fûts intacts.

La formation du personnel prévient ce genre d'accident sans pouvoir toutefois l'exclure.

Même si un écoulement d'un liquide toxique avait lieu, la halle est conçue comme un bac de rétention, avec un fond étanche et résistant. La légère inclinaison du fond de la halle permet de facilement collecter les écoulements dans un puisard.

Les personnes présentes sur place permettent de plus une rapide intervention (absorbant, éventuel pompage).

Un écoulement de liquide contenu dans les déchets pourrait aussi avoir lieu dans le bunker de réception. Au niveau du crible ou du stockage intermédiaire, la stabilisation des déchets rend une fuite de liquide très peu

probable. Les mesures de sécurité citées précédemment s'appliquent également.

6.6.3 Déversement de substances toxiques au niveau de la STEP

Un concept de gestion des eaux a été développé pour la phase d'assainissement de la DIB. Les eaux seront collectées, traitées et évacuées en fonction de leur degré de contamination et leur volume. Il est prévu de traiter des eaux faiblement ou moyennement pollués dans la STEP adaptée de la DIB. On ne peut cependant exclure que des eaux fortement polluées parviennent à la STEP de la DIB, par exemple à la suite d'une erreur dans les analyses.

Un contrôle périodique des différentes étapes du traitement de la STEP permet de détecter les anomalies le plus tôt possible. Il permet de détecter la présence de composés difficilement dégradables ou pouvant mettre en péril le fonctionnement normal de la STEP.

En cas d'urgence, 2 étangs d'embellissement peuvent servir de rétention pour des eaux fortement polluées.

6.6.4 Rupture de conduite

Ce scénario envisage la rupture de la conduite des eaux de lixiviation de la DIB, située entre la chambre principale (CP) et la chambre RC7 (non comprise).

Un écoulement de lixiviats pourrait potentiellement transiter en direction de la nappe des cailloutis du Sundgau.

La conduite considérée est à double enveloppe. De plus, les drainages et conduites de lixiviats sont soumis à un programme de surveillance et d'entretien, incluant un curage tous les 2 ans (ou selon les besoins) et un contrôle par caméra après le curage en cas de doute. Dans l'intervalle des entretiens prévus, des indicateurs permettent de mettre en évidence toute anomalie et d'y remédier, conformément au concept de surveillance et de sécurité (CSS).

Si un écoulement avait tout de même lieu, ces eaux seraient récupérées par un drainage dans la décharge d'ordures ménagères (DOM).

6.6.5 Accident sur un conteneur en cas de pluie

Lors du chargement des conteneurs sur les wagons destinés aux usines d'incinération, un accident (chute du conteneur) pourrait répandre le contenu

du conteneur sur le sol. En cas de pluie, les eaux pourraient potentiellement être contaminées.

L'existence d'un bac de rétention sur la place de chargement permet de retenir un éventuel écoulement d'eaux polluées.

6.6.6 Eaux d'extinction d'un incendie

Une des conséquences indirectes d'un scénario d'incendie (cf. §6.3) serait la génération rapide d'une quantité importante d'eaux potentiellement contaminées.

Dans le scénario d'un incendie dans la halle d'excavation, la rétention des eaux d'extinction se ferait par la couche d'argile étanche. Bien que très peu probable, si le fond de la décharge devait présenter une rupture d'étanchéité, le scénario s'assimile à celui d'une rupture d'étanchéité du fond de la zone d'excavation avec écoulement de produit toxique (voir §6.6.1 et 6.7.7).

Si un incendie venait à se déclarer dans la halle de préparation, celle-ci est conçue pour faire office de bac de rétention pour les eaux incendie équipé d'une pompe pour l'évacuation de ces eaux.

6.7 Scénarios "OPAM"

6.7.1 Scénarios retenus

Les scénarios retenus pour une évaluation des conséquences au sens de l'OPAM sont les suivants:

- Incendie sur le front d'excavation
- Explosion au niveau du front d'excavation
- Libération d'un composé volatil toxique (cyanure) au niveau du bunker de réception
- Rupture de l'intégrité d'une halle
- Rupture de l'étanchéité de la zone d'excavation

Les scénarios choisis conduisent aux dommages potentiels les plus graves pour la population et l'environnement.

6.7.2 Critères pour les dommages graves

Conformément aux critères d'appréciation I pour l'ordonnance sur les accidents majeurs, l'autorité d'exécution recourt à différents critères pour apprécier la gravité des dommages sur la base du rapport succinct. Les dommages sont déclarés graves pour tout indice d'accident majeur égal ou supérieur à 0.3. Selon l'indicateur choisi, cet indice correspond aux conséquences suivantes (voir aussi diagramme ci-dessous):

- Décès: ordre de grandeur: 10
- Blessés: ordre de grandeur: 100
- Volume ou surface d'eaux superficielles polluées: respectivement 10^6 m^3 ou 1 km^2 environ
- Pollution d'un captage d'eaux souterraines alimentant environ 10'000 mois-personnes (peut être appliqué par analogie pour des eaux souterraines dont on connaît l'existence présentant une utilisation comme eau potable digne d'intérêt, mais qui ne sont pas exploitées)
- Atteinte à la fertilité du sol d'environ 0.02 km^2 années-surface pendant une année au moins
- Dégâts matériels d'environ 50 millions de frs (indice 1996)

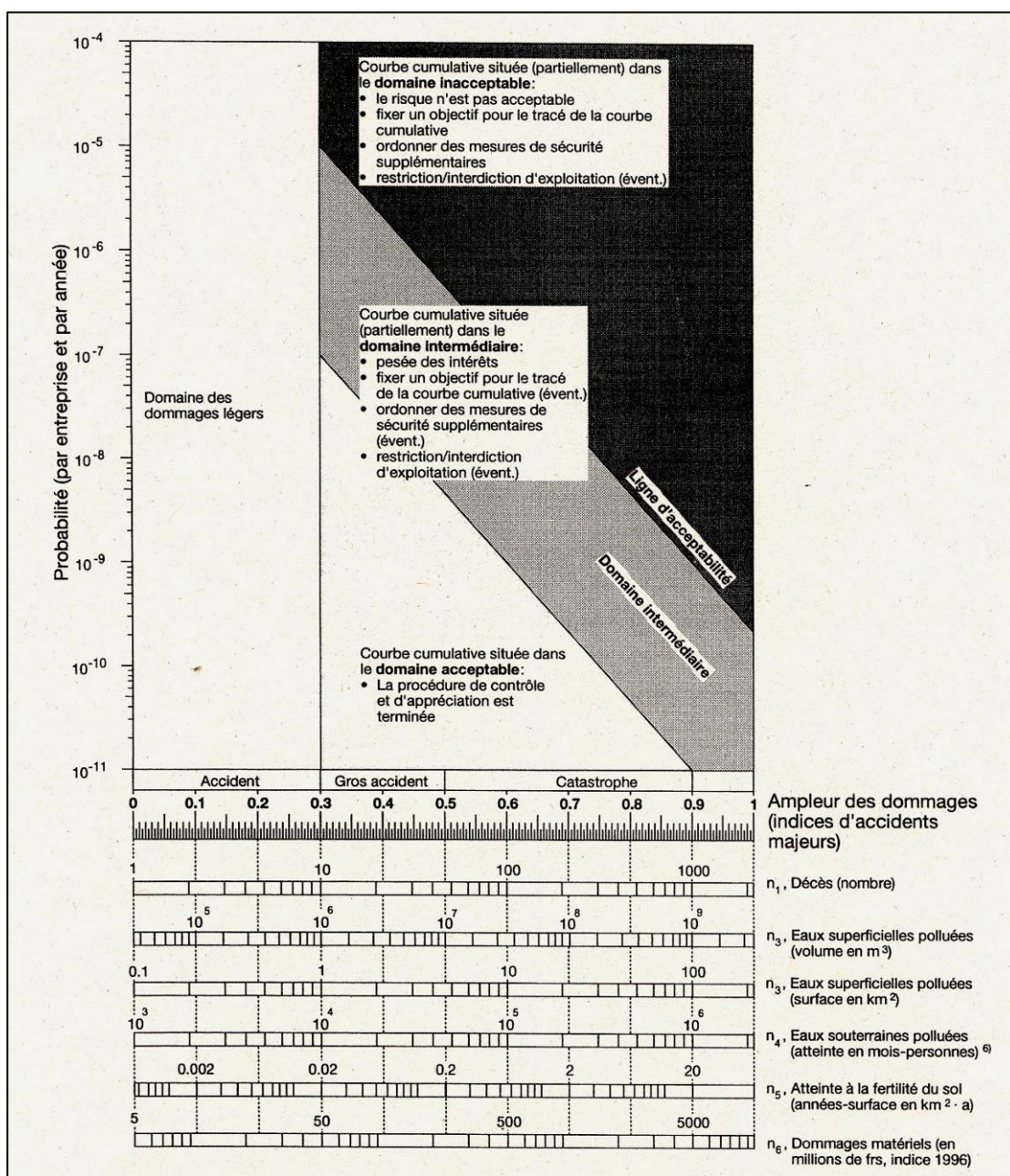


Figure 8 : Diagramme Probabilité - Conséquences pour les critères d'appréciation de risque [3]

6.7.3 Incendie sur le front d'excavation

6.7.3.1 Description

- Début d'incendie provoqué par une source d'allumage d'origine chimique ou mécanique
- Les matières combustibles sont constituées par les déchets
- Surface de la zone d'excavation des déchets: env. 4'000 m²
- Moyens de prévention: détection incendie, caméra infrarouge sur la zone de travail du grappin, installation d'extinction automatique et exutoires de chaleur et de fumées, rapport protection incendie

6.7.3.2 Déroulement et calculs

Dans le cadre du projet d'assainissement de la décharge de Bonfol, une analyse des mesures de protection incendie a été effectuée. Elle porte sur le lot A qui correspond à la halle d'excavation et pour le lot B, la halle de préparation des déchets. Ces documents servent de base pour la définition des mesures de protection contre l'incendie en matière de construction, de technique et d'organisation pour la DIB.

Système d'extinction

Les moyens d'extinction à disposition doivent permettre de maîtriser l'incendie à un stade précoce. Pour cela, un moyen d'extinction automatique sera mis en place pour protéger le front de déchet.

Si à l'heure actuelle, le choix du système d'extinction n'est pas définitivement fixé, l'emploi d'un système de canons à mousse effectuant un balayage automatique d'une zone prédéfinie et permettant la formation d'un tapis de mousse sur le front de déchet est envisagé.

Cette installation devra pouvoir être déclenchée manuellement ou automatiquement en fonction de la présence ou non de personnel. Des canons seront fixés en périphérie du front d'excavation et cet ensemble sera complété par des canons situés sur la partie supérieure du front d'excavation. Ils seront déplacés avec l'avancement du front d'excavation. Chaque canon pouvant être aussi enclenché individuellement, cela permet une extinction locale et laisse la possibilité d'étendre la zone de mousse. Le débit par canon est d'environ 1500 l/min et la mousse présente un faible taux de foisonnement (max. 16 %), ce qui la rend relativement adhérente.

Un système sprinkler ou déluge n'est à l'heure actuelle pas totalement exclu. Une telle installation présente le désavantage d'une consommation plus importante en eau, d'une flexibilité plus faible, d'une mise en œuvre plus difficile et des quantités d'eaux à traiter plus importantes.

A noter que si ce dispositif doit permettre la maîtrise d'un feu ouvert, la possibilité d'un feu couvant doit être considérée. Le front devra être détassé et, si nécessaire, éteint. Cette opération peut être éventuellement combinée par l'utilisation d'un jet plein suffisamment puissant.

Il est très probable que le système d'extinction permette d'éteindre rapidement un incendie sur le front d'excavation, en quelques minutes. Le déclenchement de l'ouverture des exutoires de chaleur et de fumée (ECF) sera manuel ou automatique (asservissement avec la détection). Si les ECF sont ouverts, la fumée s'échappera par ceux-ci et sera rejetée directement dans l'atmosphère, avec possibilité de rabattement par les forces d'intervention. Si les ECF restent fermés, les fumées devront être rabattues, ceci pouvant être fait de manière contrôlée (avec un traitement des fumées) ou par l'intervention des pompiers lors de l'évacuation des fumées dans l'atmosphère.

Le volume des eaux d'extinction sera fonction du nombre de canons mis en œuvre et de la durée d'intervention, sachant que chaque canon a un débit de 1.5 m³/min. Les eaux d'extinction seront retenues par le sol de la décharge qui est étanche, celui-ci agissant comme un bac de rétention. Le problème potentiel de contamination lié aux eaux d'extinction est examiné dans le chapitre 6.6.6.

Si malgré tout, le système automatique d'extinction devait être insuffisant pour maîtriser un incendie sur le front d'excavation, le plan d'intervention intègre une organisation pour ce type d'évènement ("Feu grand cas").

Le retour d'expériences effectuées durant la phase pilote de l'assainissement de la décharge industrielle de Bonfol devra permettre de confirmer le dimensionnement prévu du système automatique d'extinction. Au besoin, des adaptations seront portées en tenant compte des informations complémentaires nouvellement obtenues.

Propriétés des déchets

Afin d'obtenir une première estimation des paramètres thermochimiques du feu, des hypothèses doivent être faites quant à la composition des déchets qui seraient en feu. Une fraction combustible de 20% est considérée. En approximation, la fraction non combustible (80%) est constituée à 50% de silica-gel, à 20% d'eau, à 20% de fer et de matériaux terreux ou de démolition et à 10% d'autres substances incombustibles.

Des valeurs pour la répartition et les paramètres typiques de la fraction combustible des déchets sont proposées dans le tableau suivant:

Type de déchet	Proportion des déchets combustibles	Chaleur de combustion [MJ/kg]	Vitesse spécifique de combustion [kg/m ² s]
Bois, papiers, tissus	10%	17	0.006
Composés halogénés	15%	20	0.03
Autres résidus de distillation et solvants	55%	30	0.04

Figure 9 : Proposition de valeurs pour la fraction combustible et les paramètres types du feu de déchets

Les vitesses spécifiques de combustion pour les composés halogénés et pour les autres résidus de distillation et solvants correspondent aux vitesses de combustion d'une flaque de liquide de surface infinie.

Propagation du feu

Si les canons à mousse s'avéraient insuffisants pour maîtriser l'incendie, le feu pourrait se propager à l'ensemble de la zone d'excavation. Bien que très improbable, cette hypothèse ne peut être complètement exclue. Pour être éteint, l'incendie nécessiterait alors des forces d'intervention externes. La durée d'intervention (déplacement et intervention) est estimée à 45 minutes.

Peu d'informations sont disponibles concernant les paramètres de combustibilité et d'inflammabilité des déchets. Concernant la propagation, il est admis que:

- Au maximum, le feu pourrait couvrir une surface d'env. 4'000 m² (100 x 40 mètres)
- La vitesse de propagation typique d'un feu de matières solides est de 1 mm/sec dans sa phase initiale; pour un feu de matières liquides, elle est de 0.01-1 mètre par seconde. Les déchets de la DIB sont généralement sous une forme pâteuse
- Le lixiviat n'est pas combustible
- La vitesse de propagation dépend principalement de la concentration en oxygène de l'air. En cas d'un incendie dans la halle d'excavation, la diminution de la concentration de l'oxygène de l'air limiterait la vitesse de propagation du feu
- Le vent peut fortement augmenter la vitesse de propagation d'un feu. La vitesse du vent dans la halle est presque nulle et n'augmenterait pas la vitesse de propagation du feu

- Compte tenu de la forte proportion de substances minérales (non combustibles) dans les déchets, la propagation du feu aurait lieu principalement par un phénomène de radiation

En première approximation et en l'absence d'informations supplémentaires, la surface en feu considérée sera estimée en calculant la propagation du feu sur le front de déchets à l'aide des valeurs de la littérature [23]. Pour un substrat solide, l'ordre de grandeur de la vitesse de propagation horizontale est de 1 mm par seconde.

Néanmoins, des vitesses de propagation plus élevées pourraient avoir lieu dans les zones où les matières combustibles sont dans les plus grandes concentrations. Pour tenir compte de cet effet, une valeur moyenne de propagation horizontale de 1 cm/s sera retenue, correspondant à une propagation lente d'un feu de liquide.

L'accroissement maximal de la surface en feu après 45 minutes (arrivée des forces d'intervention) serait ainsi de $\pi \times (0.01 \text{ m/s} \times 2700 \text{ s})^2 = 2290 \text{ m}^2$, soit une surface inférieure à la surface ouverte (4'000 m²). Pour calculer les effets du feu, une surface moyenne du feu sur le front de déchets doit être considérée. Celle-ci est obtenue en intégrant l'évolution de la surface en feu au cours du temps. Une surface moyenne de 760 m² est ainsi calculée.

Puissance du feu

La quantité de chaleur dégagée lors d'une combustion est fonction du pouvoir calorifique et de la vitesse spécifique de combustion du matériau considéré. La puissance thermique d'un feu est généralement estimée par la formule suivante [23]:

$$Q = m'' \times A \times \Delta H$$

où

Q est la puissance thermique en MW

m'' est la vitesse spécifique de combustion en kg/m²s

A est la surface du combustible en feu

ΔH est la chaleur de combustion du combustible en MJ/kg

La densité de débit calorifique du front de déchets sera assimilée en première approximation à 0.75 MW/m², ce qui correspond à des valeurs moyennes m''

et ΔH de 0.03 kg/m²s et 25 MJ/kg respectivement (voir les valeurs de la figure 9).

Le calcul de la puissance moyenne du feu avant l'arrivée des forces d'intervention se basera sur cette valeur ainsi que sur la surface moyenne en feu, laquelle est obtenue en intégrant l'évolution de la surface en feu au cours du temps. Une surface moyenne de 760 m² est ainsi calculée. Le calcul de la puissance moyenne du feu donne alors:

$$Q = 0.75 \times 760 = 570 \text{ MW}$$

La structure porteuse de la halle est en acier et donc susceptible de subir des déformations sous l'effet de la chaleur. En moyenne, l'acier perd la moitié de sa résistance mécanique à 500°C.

En cas d'un incendie non maîtrisé par les canons à mousse et se propageant sur la totalité du front de déchets, un effondrement de la structure en acier de la halle d'excavation est probable.

Fumées dégagées

Une importante quantité de fumées sera dégagée durant l'incendie. La quantité de fumées peut être estimée par la relation suivante [24]:

$$D = 3.24 \times Q$$

où

D est le débit total de fumées en kg/sec

Q est la puissance thermique du feu en MW

L'application numérique de cette formule évalue le débit moyen de fumées à env. 2 tonnes / seconde pour la surface de la zone d'excavation en feu.

Mis à part l'azote de l'air qui représente env. 80% de la masse des fumées, celles-ci se composent principalement de gaz carbonique (CO₂) et d'eau (H₂O). Des volumes plus faibles de monoxyde de carbone (CO) et de produits de combustion incomplets seront également formés.

Au vu de la diversité des matières combustibles, les produits de combustion pouvant être formés sont extrêmement divers. En particulier, les gaz de combustion suivants, qui présentent un danger particulier à l'encontre des personnes, sont susceptibles d'être dégagés (en faibles quantités) [25]:

- Sulfure d'hydrogène H₂S
- Dioxyde de soufre SO₂
- Ammoniac NH₃
- Acide cyanhydrique HCN
- Acide chlorhydrique HCl
- Gaz nitreux NO_x
- Acroléine CH₂=CH-CHO
- Phosgène COCl₂
- Dioxines/furanes PCDD/PCDF
- Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

La liste n'est pas exhaustive. D'autres produits de combustion et des acides inorganiques et organiques pourraient également être formés.

Concernant le phosgène, celui-ci n'apparaît que rarement et à faible concentration. Sa durée de vie est très courte car il réagit avec l'eau et se décompose.

Le monoxyde de carbone (CO) et dans une moindre mesure le dioxyde de carbone (CO₂) présentent également un danger pour les personnes.

6.7.3.3 Conséquences

Les conséquences prévisibles sur la population sont faibles, même en cas d'incendie de grande ampleur. Le plan d'intervention et l'organisation en cas d'urgence permettent notamment une organisation efficace et une rapide alerte à la population si cela devait être nécessaire. Certaines personnes pourraient éventuellement être incommodées par des nuisances (odeurs, fumées).

Les composés toxiques ou corrosifs libérés ou produits lors d'un incendie seraient en effet fortement dispersés sous l'effet de la chaleur. Les forces de convection provoquent une importante élévation des fumées produites et un fort brassage de l'air. La demande du feu en oxygène induit des flux d'air mettant en mouvement de l'oxygène mais aussi de l'azote (78% de l'air ambiant), ce dernier composé provoquant une dilution supplémentaire des fumées de l'incendie.

Un monitoring des effluents (mesures des concentrations de gaz toxiques dans l'air) en cas d'incendie est prévu.

Considérant les mesures constructives, techniques et organisationnelles en matière de protection incendie (pour plus d'informations, se référer au document d'analyse de la protection incendie et aux mesures de prévention mentionnées au §6.7.3.1), les conséquences pour le personnel seront limitées. Les personnes travaillant dans la halle d'excavation constateront directement l'incendie ou seront alertées par le système de détection et seront rapidement évacuées de la halle.

L'impact éventuel sur le sol des fumées d'incendie est évalué ci-après.

Atteinte à la fertilité du sol

L'indicateur de dommages n_5 de l'OPAM évalue l'atteinte portée à la fertilité du sol, exprimée en années-surface, qui est obtenue en multipliant la surface touchée par le nombre d'années pendant lesquelles sa fertilité est entravée.

Par sol, on entend la couche de terre meuble de l'écorce terrestre où peuvent pousser les plantes.

L'ordonnance sur les atteintes portées aux sols (OSol) définit les différents types d'atteintes aux sols:

- Atteinte chimiques: atteintes portées aux sols par des substances naturelles ou artificielles (polluants)
- Atteintes biologiques: atteintes portées aux sols par des organismes, en particulier par des organismes génétiquement modifiés ou pathogènes
- Atteintes physiques: atteintes à la structure, à la succession des couches pédologiques ou à l'épaisseur des sols résultant d'interventions humaines

Des seuils d'investigation sont définis et indiquent, pour une utilisation donnée, le niveau d'atteinte à partir duquel, selon l'état des connaissances, la santé de l'homme, des animaux et des plantes peut être menacée.

Polluants des sols

Dans le cadre d'un scénario d'incendie, seules les potentielles atteintes chimiques aux sols sont significatives. D'une manière générale, les polluants pouvant porter atteinte aux sols sont des composés persistants et pouvant être accumulés dans la chaîne alimentaires.

Considérant les polluants ayant un impact déterminant sur le sol définis dans l'OSol et les substances contenues dans la DIB, les impacts potentiels des polluants suivants sur le sol devront être étudiés:

Dioxines/Furanes

Les dibenzodioxines polychlorées (PCDD) et les dibenzofuranes polychlorés (PCDF) sont connus à cause de leurs effets toxicologiques et écotoxicologiques. Ces deux groupes d'éthers aromatiques chlorés comprennent en tout 75 dioxines chlorées et 135 furanes chlorés, qui diffèrent par le nombre et la position des atomes de chlore dans la molécule.

A côté des gaz d'échappement non épurés et des unités d'incinération d'ordures ménagères (UIOM), les sources importantes de ces composés chlorés sont les procédés de fabrication des métaux, notamment l'agglomération de minerai de fer.

De même, certains procédés de production de l'industrie chimique peuvent former des dioxines et furanes lors de réactions secondaires (parallèles).

Les PCDD et PCDF se forment par oxydation lors de processus incomplets de combustion - avant tout dans la mise en œuvre des procédés industriels, mais aussi dans la nature, auxquels participent des composés carbonés et chlorés (d'origine inorganique et organique).

Le fait que les PCDD et PCDF se forment relativement facilement provient de l'arrangement des atomes sous forme de cycles stables respectivement à 5 et 6 liaisons; de plus la présence des atomes de chlore dans la molécule défavorise la réaction avec O₂; ces composés sont en effet stables jusqu'à 600...800°C.

HAP

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) peuvent être transportés par les particules de fumée ou d'autres constituants d'aérosols. Ils appartiennent à la famille des hydrocarbures benzéniques cycliques: système cyclique condensé avec une base moléculaire constituée de plusieurs cycles benzéniques liés les uns aux autres.

Les HAP se forment lors d'une combustion incomplète de pratiquement toutes les substances organiques: on les trouve dans les gaz d'échappement des véhicules automobiles et les constituants d'aérosols solides qu'ils contiennent, dans les gaz de combustion des foyers domestiques ainsi que dans les centrales thermiques, mais également dans la fumée du tabac, lorsqu'on fait des grillades ou lorsqu'on fume du poisson ou de la viande.

Parmi plus de 100 composés connus de cette classe de produits, six HAP caractéristiques, relativement faciles à détecter, ont été retenus comme substances de référence pour évaluer la pollution de l'eau potable par les HAP à travers un paramètre global.

Autres composés

Compte tenu des quantités présentes dans la décharge, des quantités potentiellement formées et entraînées lors d'un incendie, la contamination des sols par des PCB, des métaux lourds ou le fluor sera en première

approximation considéré comme moins importante que pour les HAP et les PCDD/F.

Emissions de polluants lors d'un incendie

Les quantités de polluants émises seront évaluées sur la base de valeurs d'émissions typique mesurées:

Polluant	Type de combustible	Facteur d'émission typique [mg HAP/kg] ou [ng I-TEQ/kg]	Source
HAP	Incinérateur de déchets	6.8	Handbook of PAH [20]
	Feu de forêt	20	Handbook of PAH [20]
	Feu d'un fût ouvert de déchets ménagers	24	BUWAL [19]
	Feu d'un fût ouvert de déchets ménagers (sans déchets recyclés)	66	BUWAL [19]
PCDD / PCDF	Feu d'un fût de déchets ménagers ouvert	9-148	BUWAL [19]
	Feu d'un fût de déchets ménagers ouvert avec 1% PVC	179-242	BUWAL [19]
	Feu d'un fût de déchets ménagers ouvert avec 7.5% PVC	3500-6700	BUWAL [19]

Figure 10 : Facteurs d'émission typiques pour les HAP et les dioxines/furanes

Il s'avère difficile de choisir un facteur d'émission pour les HAP et les PCDD/F qui soit représentatif des conditions réelles de combustion en cas d'incendie dans la DIB.

Pour les HAP, une valeur de 24 mg HAP /kg déchet est retenue. Cette valeur correspond aux émissions de HAP d'un feu de fût ouvert de déchets. Malgré que la teneur en composés aromatiques soit plus importante dans les déchets de la DIB que dans des déchets ménagers, le facteur d'émission sera tout de même retenu en première approximation, considérant que les HAP se forment lors d'une combustion incomplète de pratiquement toutes les substances organiques. La formation de HAP est de plus fortement dépendante des paramètres de combustion (apport d'oxygène et température de combustion notamment).

La valeur du facteur d'émission des PCDD/F est notamment fonction des paramètres spécifiques du feu (température de combustion, concentration d'oxygène), de la teneur en chlore du combustible et d'autres paramètres particuliers (teneur en cuivre en particulier).

Concernant le lien entre la teneur en chlore du combustible et la formation de dioxines/furanes, il convient de préciser les points suivants [19,22] :

- Si la concentration en chlore dans un combustible est faible (<1%), la teneur en chlore du composé n'est pas le facteur dominant pour la quantité de PCDD/F formée. D'autres facteurs (efficacité de la combustion, température des gaz de combustion, forme du foyer...) sont déterminants quant à la formation de dioxines/furanes
- Pour des concentrations plus élevées en chlore (>1%) dans un combustible, un lien entre la quantité de PCDD/F formée et la teneur en chlore peut être mis en évidence. Ceci peut être observé dans le tableau présenté, où l'ajout de PVC dans les déchets augmente la quantité de chlore organique et provoque une augmentation des émissions de dioxines. Les corrélations entre les quantités de PCDD/F et les précurseurs chlorés (benzène et phénol chlorés p.ex.) peuvent cependant varier considérablement, de un à deux ordres de grandeur
- La combustion de composés contenant du chlore sous forme organique ou inorganique aboutit dans les deux cas à la formation d'une quantité importante de HCl, qui a un rôle déterminant dans la formation de composés chloro-organiques tels que PCDD/F
- La combustion de PVC contribue clairement à la formation de dioxines/furanes. L'acide chlorhydrique (HCl gazeux) est un produit de combustion direct du PVC. Du benzène est également formé au cours de la combustion. Cette réaction est suivie par des oxychlorinations aboutissant à la formation de benzènes et de phénols chlorés, précurseurs des PCDD/F

En première approximation et en l'absence de données supplémentaires, les valeurs pour le feu d'un fût de déchets ménagers augmenté de 1 à 7.5 % de PVC sera considéré pour le facteur d'émissions des dioxines/furanes.

La concentration massique en composés halogénés dans les déchets de la DIB est de 3% environ (cf. figure 9) et correspond donc à l'intervalle de valeurs considéré. Le facteur d'émissions pour les PCDD/F d'un feu d'un fûts de déchets ménagers augmenté de 7.5% de PVC correspond à un "worst-case" (en plus des autres hypothèses pénalisantes déjà considérées).

Les valeurs suivantes seront donc retenues pour l'évaluation des conséquences au sens de l'OPAM:

- Pour les HAP: 24 mg/kg déchet
- Pour les dioxines/furanes: (210 à 5'100) ng I-TEQ/kg déchet

Considérant une vitesse spécifique de combustion moyenne de 0.03 kg/m²s et la surface du combustible en feu de 760 m², la vitesse moyenne de combustion des déchets est de:

$$0.03 \times 760 = 23 \text{ kg déchets / seconde}$$

Les quantités émises de polluants pendant 45 minutes d'incendie seraient les suivantes:

Pour les HAP:

$$23 \text{ [kg déchets/sec]} \times 24 \text{ [mg HAP/kg déchets]} \times 2700 \text{ [sec]} \\ = 1.5 \cdot 10^6 \text{ mg HAP}$$

soit 1.5 kg de HAP qui pourrait potentiellement être libérés dans l'atmosphère.

Pour les dioxines/furanes:

$$23 \text{ [kg déchets/sec]} \times (210 \text{ à } 5'100) \text{ [ng I-TEQ/kg déchets]} \times 2700 \\ \text{[sec]} = (1.3 \cdot 10^7 \text{ à } 3.1 \cdot 10^8) \text{ ng I-TEQ de PCDD/F}$$

soit (0.013 à 0.31 g) I-TEQ de PCDD/F qui pourrait potentiellement être libérés dans l'atmosphère.

Evaluation au sens de l'OPAM

En première approximation, l'intégralité des composés émis lors d'un incendie dans la halle d'excavation pourraient se déposer sur le sol à l'extérieur de la DIB et contaminer la couche superficielle.

L'évaluation des conséquences au sens de l'OPAM se fera par l'estimation de la surface de sol pouvant être contaminée au sens de l'OSol, c'est-à-dire le volume de la couche superficielle de sol pouvant atteindre une augmentation de concentration égale à la valeur d'investigation. Cette évaluation fait donc l'hypothèse que les polluants libérés lors de l'incendie se répartissent de manière homogène sur une surface de sol de telle manière à atteindre la valeur d'investigation sur cette surface.

La densité moyenne de la couche superficielle du sol est estimée à 1'400 kg/m³ [28-30]. Considérant une épaisseur de 20 cm pour la couche superficielle (cf. profondeur de prélèvement OSol), la masse de celle-ci est d'env. 280 kg par mètre carré de sol.

Les surfaces de sol suivantes pourraient être contaminées au sens de l'OSol:

Polluant	Seuil d'investigation selon l'OSol [mg HAP/kg sol] ou [ng I-TEQ/kg sol]	Quantité potentielle émise de polluant lors d'un incendie [mg] ou [ng I-TEQ]	Masse de sol pouvant atteindre le seuil d'investigation [kg]	Surface équivalente [m ²]
HAP	10	1'477'440	147'700	530
PCDD/F	20	12'927'600 à 313'956'000	646'400 à 15'698'000	2'300 à 56'100

Les quantités de HAP et de dioxines/furanes émises lors d'un incendie correspondent donc à une augmentation de la concentration des HAP et des dioxines/furanes dans le sol égale aux valeurs d'investigation, pour des surfaces de 530 m², respectivement de 2'300 à 56'100 m².

Le calcul effectué correspond à la charge totale de polluants qui pourrait affecter les sols. Il ne tient pas compte de la charge de polluants déjà existante dans les sols potentiellement affectés.

Considérant une durée de vie de 10 ans pour les HAP et de 100 ans pour les dioxines, l'indicateur de dommages n₅ au sens de l'OPAM équivaut au maximum à:

$$(0.0023 \text{ à } 0.056) [\text{km}^2] \times 100 [\text{années}] = (0.23 \text{ à } 5.6) [\text{km}^2 \cdot \text{année}]$$

Suite aux émissions de dioxines/furanes résultant d'un incendie, l'atteinte à la fertilité des sols pourrait être de (0.23 à 5.6) [km² · année]. L'Indice d'accident majeur au sens de l'OPAM est de 0.5 à 0.8.

Les hypothèses faites dans ce scénario (début d'incendie, incendie non maîtrisé par le système d'extinction, puissance du feu maximale dès le début, valeurs d'émissions conservatives) sont conservatives. **Les mesures de sécurité applicables (détection automatique et système d'extinction automatique sur l'ensemble du front de déchet) doivent cependant permettre d'abaisser suffisamment la probabilité d'occurrence du scénario et de se situer dans le domaine acceptable du diagramme probabilité - conséquences pour l'appréciation du risque.**

L'adéquation et l'exhaustivité des mesures de sécurité relatives au risque d'incendie sur le front d'excavation seront vérifiées par un arbre de défaillances dans un document annexe. Si nécessaire, des nouvelles mesures seront définies sur la base des arbres de défaillances.

6.7.4 Explosion au niveau du front d'excavation

6.7.4.1 Description

- Etalement d'une flaque de benzène correspondant au volume d'un fût (200 L)
- Surface d'étalement de 40 m² (étalement maximal: 5 mm d'épaisseur de flaque)
- Evaporation de la flaque jusqu'à formation d'une atmosphère explosible au-dessus de la flaque
- Explosion du mélange suite à un allumage
- Moyens de prévention: détection LIE, système de ventilation, limitation de la surface de déchets ouverte, document de protection contre les explosions, arrêt des travaux en cas de panne du système de ventilation

6.7.4.2 Déroulement

Le benzène a été retenu pour ce scénario car il est l'un des composés les plus volatiles, possède une limite inférieure d'explosibilité (LIE) basse (1.2%) et est le composé majoritairement présent dans l'air de la décharge (env. 26% de la fraction gazeuse).

L'étalement du contenu d'un fût de benzène correspond à la formation d'une flaque de 7 mètres de diamètre environ. Selon les calculs présentés en annexe, le temps nécessaire à l'évaporation d'une telle flaque dans la halle d'excavation est d'environ 45 minutes, dans les conditions mentionnées.

Cette quantité évaporée (176 kg) correspond selon la loi des gaz parfaits et aux conditions mentionnées à un volume de benzène sous forme gazeuse d'environ 52 m³. Considérant la valeur LIE de 1.2%, une atmosphère explosible d'un volume de 4400 m³ pourrait potentiellement être formée. Cette hypothèse peu réaliste ne tient cependant pas compte des quantités de benzène évacuées par les canaux de ventilation et de la dispersion du benzène dans le volume de la halle d'excavation (env. 165'000 m³).

D'une manière générale, une augmentation de la concentration en substances inflammables dans l'air est prévisible, mais sera limitée par des ventilateurs mobiles permettant d'éviter les phénomènes de stratification et par l'important dispositif de ventilation générale mis en place (51'000 m³/h en fonctionnement normal). Le brassage de l'air de la halle et la ventilation localisée rendent la formation d'une atmosphère explosible de grande ampleur très peu probable.

6.7.4.3 Conséquences

La limitation de la surface de déchets ouverte, le système de ventilation et les mesures de protection qui y sont relatives doivent permettre de limiter la formation d'une atmosphère explosible. On ne peut cependant totalement exclure qu'une atmosphère explosible puisse localement se former.

La situation la plus dangereuse correspondrait à la formation d'une atmosphère explosible en l'absence de ventilation (panne de ventilation). Dans ces circonstances, il est prévu d'interrompre les travaux d'assainissement enfin de limiter tout risque d'ignition. Des mesures de précaution particulières seraient à prendre, notamment par rapport au ré-enclenchement de l'installation de ventilation.

Pour évaluer les effets d'une explosion d'un nuage de vapeurs/gaz, deux paramètres sont déterminants [26]:

- Le nuage formé doit se situer dans le domaine d'explosibilité du mélange. Un nuage de vapeurs/gaz aura généralement trois régions:
 - une région "riche" (au-dessus de la limite supérieure d'explosibilité, LSE) près du point de dispersion,
 - une région "pauvre" (au-dessous de la limite inférieure d'explosibilité, LIE) à partir d'une certaine distance du nuage
 - une région intermédiaire située dans le domaine d'explosibilité. Le système de ventilation mis en place vise à limiter au minimum la formation d'atmosphères explosibles, c'est-à-dire la formation de zones situées dans le domaine d'explosibilité du mélange (pour le benzène: domaine d'explosibilité dans l'air de 1.2-8.0 %vol).
- L'effet de l'explosion d'un nuage de vapeurs/gaz est déterminé par la vitesse de propagation de flamme. Plus vite la flamme se propage à travers le nuage inflammable, plus l'élévation de pression dans le nuage sera importante. En général, le mode de propagation de la flamme dans un nuage sera une déflagration. Des détonations ne peuvent avoir lieu que dans des circonstances exceptionnelles qui ne sont pas à considérer ici.

En l'absence d'obstacles particuliers sur le front de propagation du nuage, des vitesses de propagation de flamme de l'ordre de 5 à 30 m/s ont lieu pour des hydrocarbures (correspondant à des conditions laminaires). Dans ces conditions, le nuage de vapeurs/gaz va simplement brûler et correspondra à un "large flash fire" [26].

Une condition supplémentaire est en effet nécessaire pour avoir une augmentation de pression dans l'explosion d'un nuage de vapeurs/gaz: la présence de conditions de turbulence, qui peut être obtenue par l'interaction de l'expansion du front de flamme avec des obstacles présents dans un espace confiné, par exemple dans des installations industrielles.

Compte tenu du faible nombre d'obstacles présents dans la halle et comme déjà mentionné dans le chapitre 6.4, les valeurs attendues pour l'effet de surpression dans la halle d'excavation sont en conséquences faibles, de l'ordre de 50 mbars [4, 5].

Cette surpression provoquera (cf. annexe 8) des dommages limités sur les structures, à savoir la possible destruction de fenêtres et de structures apparentées. Selon la littérature, cette surpression n'est pas suffisante pour provoquer l'effondrement ou un endommagement conséquent de structures porteuses en béton ou métalliques.

En ce qui concerne l'éventuel aménagement d'événements de surpression, considérant:

- le très grand volume impliqué (volume de la halle: 165'000 m³);
- l'ampleur de la surface de détente qui serait nécessaire, et pour une pleine efficacité, les surfaces de détente devraient être réparties sur l'ensemble de la superficie de la halle;
- la surpression d'amplitude limitée qui résulterait de l'explosion d'un nuage de vapeurs/gaz;
- les flammes qui se propagent dans une atmosphère explosible pouvant au plus, prendre un volume jusqu'à dix fois plus important que celui de l'atmosphère explosible avant son ignition [27];

l'aménagement de tels dispositifs dans la halle d'excavation apparaît comme peu adapté et difficile à mettre en oeuvre. Les mesures de sécurité relatives aux risques d'explosion visent à prévenir la formation d'une atmosphère explosible et à supprimer toutes les sources potentielles d'ignition.

Pour les aspects touchant à la sécurité au travail, des travailleurs qui se trouveraient à proximité de l'explosion pourraient être blessés par le souffle de l'explosion, le front de chaleur ou des débris projetés.

L'Indice d'accident majeur au sens de l'OPAM est inférieur à 0.1.

6.7.5 Libération de HCN au niveau d'un bunker de réception

6.7.5.1 Description

- Rupture d'un emballage contenant 1 kg de cyanure de sodium (NaCN) dans l'un des bunkers de réception de la halle de préparation
- Le cyanure ainsi libéré rencontre une quantité suffisante d'acide et réagit en totalité pour former de l'acide cyanhydrique selon l'équation suivante:
$$\text{NaCN} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Na}^+ + \text{HCN}$$
- La réaction se passe en l'espace de 5 minutes (worst-case) et libère de l'acide cyanhydrique dans l'atmosphère ventilée du bunker
- L'air extrait du bunker se mélange à la totalité de l'air sortant de la ventilation de la halle d'excavation, soit à un débit prévu de 51'000 m³/h
- Mesures de sécurité organisationnelles: formation du personnel, mesures à prendre en cas d'urgence, consignes de sécurité

6.7.5.2 Déroulement et calculs

Considérant la masse molaire du cyanure de sodium (NaCN): 49.01 g/mol, 1 kg de NaCN équivaut à 20.4 moles. La réaction d'une mole de cyanure de sodium avec une mole d'acide fort aboutit à la formation d'une mole de cyanure d'hydrogène (gazeux). Il y a donc libération de 20.4 moles HCN. Aux conditions atmosphériques considérées (1013 mbar, 15°C), 20.4 moles HCN correspondent à 483 L de HCN gazeux.

Durant l'intervalle de temps de la durée de réaction (5 minutes), le volume d'air ventilé est de 4250 m³. Le scénario se déroule en fonctionnement normal et dans l'hypothèse que les normes OPair pour les émissions sont respectées. En conséquence, il n'est pas prévu de traiter les fumées. L'air sortant de la ventilation sera donc directement rejeté par la cheminée dans l'atmosphère. La concentration en acide cyanhydrique en sortie de cheminée est de 114 ppm ou 130 mg/m³. La durée prévue du rejet correspond au temps de réaction soit environ 5 minutes.

Le déroulement d'un même scénario dans la halle d'excavation aboutirait à une dilution plus importante de l'acide cyanhydrique libéré. Une réaction chimique avec le cyanure de sodium ayant lieu dans le bunker de réception correspond donc au "worst-case".

La dispersion des quantités mentionnées d'acide cyanhydrique dans l'atmosphère a été modélisée par le "package" de programmes AERMOD développé par les autorités environnementales américaines (US-EPA). La méthode et ses hypothèses de calcul sont présentées dans le document "Ausbreitungsrechnung" [16].

6.7.5.3 Conséquences

L'évaluation des conséquences sur les personnes de la dispersion d'une substance dans l'air doit tenir compte la charge toxique de cette substance, c'est-à-dire de la concentration de la substance dans l'air rapportée à la durée de l'exposition. Différentes valeurs de références existent pour juger de ces effets:

- La valeur moyenne d'exposition (VME) indique la concentration moyenne dans l'air des postes de travail en un polluant donné qui, en l'état actuel des connaissances, ne met pas en danger la santé de la très grande majorité des travailleurs sains qui y sont exposés, et ceci pour une durée de 42 heures hebdomadaires, à raison de 8 heures par jour, pendant de longues périodes. Le polluant en question peut être sous forme de gaz, de vapeur ou de poussière
- La valeur AEGL-2 (Acute Exposure Guideline Level) correspond à la concentration d'une substance dans l'air au-dessus de laquelle il est prévu que la population générale, incluant des individus sensibles, peut induire des effets irréversibles ou d'autres effets sérieux de longue durée sur la santé ou une capacité altérée de s'enfuir
- La valeur AEGL-3 (Acute Exposure Guideline Level) correspond à la concentration d'une substance dans l'air au-dessus de laquelle il est prévu que la population générale, incluant des individus sensibles, peut induire des effets adverses présentant un danger de mort ou la mort
- La valeur IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health) correspond à un niveau d'exposition maximale en milieu professionnel pour une durée de 30 minutes n'entravant pas l'évacuation des individus, ni n'induisant d'effets irréversibles
- La valeur LC50 correspond à une concentration de la substance dans l'air ayant des effets létaux chez 50% des personnes

Pour l'acide cyanhydrique, les valeurs rencontrées sont les suivantes:

Effet	Concentration [ppm]	Durée de l'exposition	Source
VME	1.9	8 h	SUVA [21]
AEGL-2	7.1 / 17	60 / 10 min	NIOSH cf. annexe 6
AEGL-3	15 / 27	60 / 10 min	NIOSH cf. annexe 6
IDLH	50	30 min	NIOSH / CDC cf. annexe 6
LC50	90	30 min	NIOSH cf. annexe 6

Selon la modélisation effectuée et les résultats présentés à la page suivante, les concentrations maximales d'acide cyanhydrique rencontrées dans l'air après 1 heure sont les suivantes:

- A 2 mètres de hauteur: 0.003 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- A la hauteur de la cheminée (48 mètres): 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

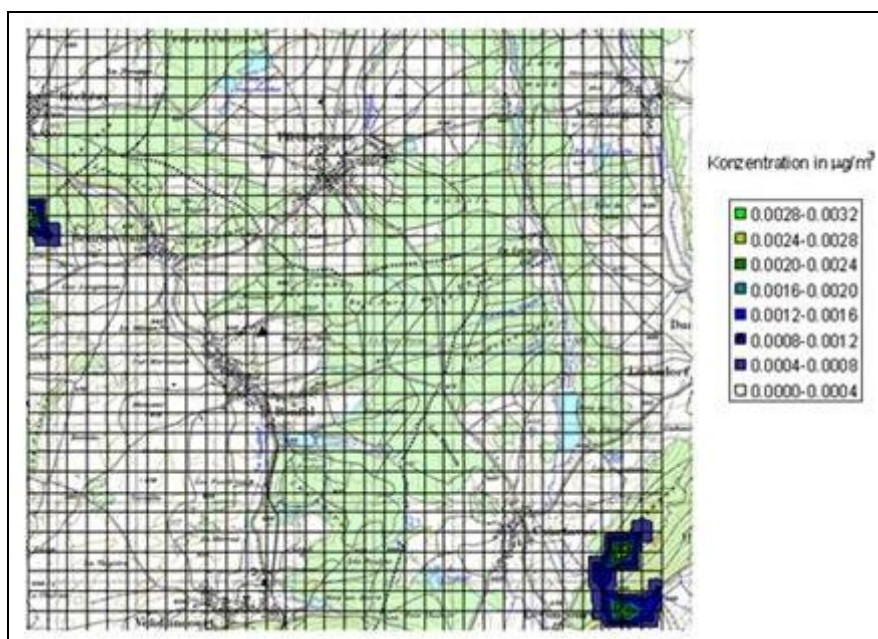


Figure 11 : Concentrations attendues en HCN une heure après l'accident, 2 mètres au-dessus du sol

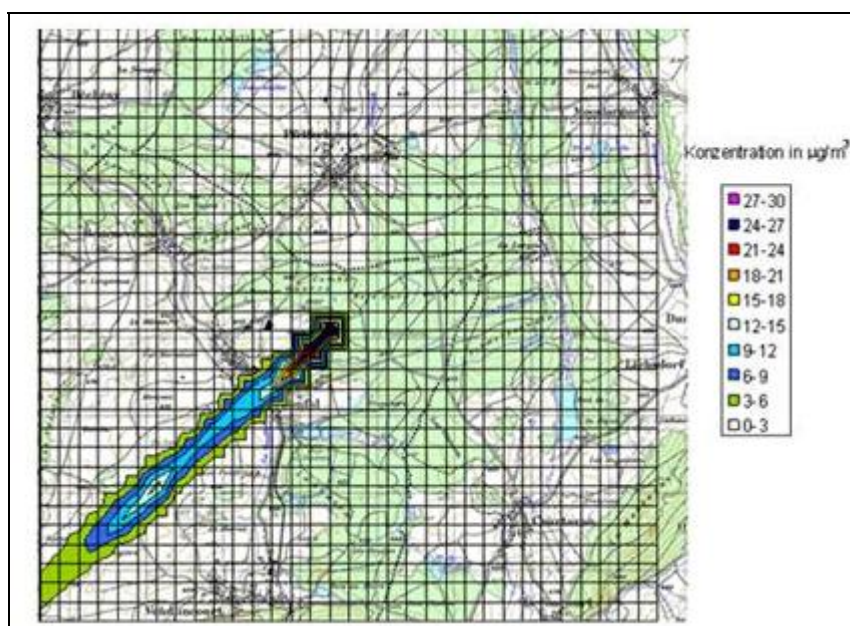


Figure 12 : Concentrations attendues en HCN une heure après l'accident, 48 mètres au-dessus du sol

Ces valeurs sont inférieures d'un facteur 2 mio, respectivement 400 par rapport à la valeur AEGL-2 pour 1 heure (7.1 ppm). L'impact sur la population est donc négligeable.

L'Indice d'accident majeur au sens de l'OPAM est inférieur à 0.1.

6.7.6 Rupture de l'intégrité d'une halle

6.7.6.1 Description

- Rupture de l'intégrité d'une halle suite à un évènement naturel, un incident grave ou un évènement extérieur
- Surface de l'ouverture: destruction totale de l'enveloppe de l'une des halles
- Le système de ventilation de l'autre halle continue à fonctionner normalement
- Mesures de prévention: construction selon la norme SIA 261 "Actions sur les structures porteuses", formation du personnel, limitation de la formation d'une atmosphère explosible, mesures spécifiques au génie civil

6.7.6.2 Déroulement

En fonctionnement normal, la ventilation commune aux deux halles devrait libérer 51'000 m³/h d'air et d'effluents gazeux dans l'atmosphère. Par effluents gazeux, on entend les substances volatiles dont l'air frais s'est chargé lors de son cheminement à travers les deux halles.

La rupture de l'intégrité d'une halle aurait pour conséquence une libération potentielle dans l'atmosphère des effluents gazeux de la halle par l'ouverture créée. Considérant un scénario où le traitement de l'air n'est pas prévu en fonctionnement normal, les composés polluants qui pourraient sortir par l'ouverture seraient les mêmes que ceux sortant par la ventilation. La vitesse de libération des effluents gazeux à l'extérieur de la halle pourrait être plus rapide, mais cet effet serait limité par la mise en dépression des halles.

La modélisation des émissions prévues en cas de rupture d'intégrité de la halle d'excavation ou de la halle de préparation ne montre pas de différence significative par rapport aux émissions en fonctionnement normal. Les calculs montrent même une légère diminution des émissions en cas de rupture de l'intégrité d'une des deux halles.

En de telles circonstances, les travaux dans la halle d'excavation et de préparation seraient arrêtés, et les déchets recouverts par une mousse pour limiter toute conséquence.

Emission en cas de rupture d'intégrité de la halle d'excavation

zone	Halle d'excavation	Asp. source haut + bas	Asp. source wagonnet	Emission direct à l'atmosphère
Débit de l'air [m ³ /h]	0	0	0	0
Émissions [kg/h]	0.272	0.000	0.000	0.272
Débit massique [kg/h]	0.272	0.000	0.000	0.272
Concentration [mg/m ³]				
Conc. C org [mg C/m ³]				
Débit massique OPAIR				
Classe 1 [kg/h]	0.108	0.000	0.000	0.108
Classe 2 [kg/h]	0.056	0.000	0.000	0.056
Classe 3 [kg/h]	0.035	0.000	0.000	0.035
Classe K3 [kg/h]	0.073	0.000	0.000	0.073
Concentration OPAIR				
Classe 1 [mg/m ³]				
Classe 2 [mg/m ³]				
Classe 3 [mg/m ³]				
Classe K3 [mg/m ³]				

Stockage intermed.	Jonction	Préparation	Bunker de réception	Effluents gazeux selon vent. reg.
33'000	34'000	37'000	13'000	38'000
0.131	1.231	2.322	4.103	7.787
0.403	1.634	3.956	5.493	7.787
12	48	107	423	205
7	27	60	237	115
0.159	0.646	1.563	2.170	3.076
0.084	0.339	0.820	1.139	1.615
0.052	0.209	0.506	0.703	0.997
0.109	0.441	1.067	1.481	2.100
4.8	19.0	42.2	166.9	80.9
2.5	10.0	22.2	87.6	42.5
1.6	6.2	13.7	54.1	26.2
3.3	13.0	28.8	113.9	55.3

Efficacit

Emission en cas de rupture d'intégrité de la halle de la préparation

zone	Halle d'excavation	Asp. source haut + bas	Asp. source wagonnet	Effluents gazeux selon vent. reg.
Débit de l'air [m ³ /h]	29'000	6'000	5'000	40'000
Émissions [kg/h]	0.093	0.180	0.000	0.272
Débit massique [kg/h]	0.093	0.180	0.000	0.272
Concentration [mg/m ³]	3	30	0	7
Conc. C org [mg C/m ³]	2	17	0	4
Débit massique OPAIR				
Classe 1 [kg/h]	0.037	0.071	0.000	0.108
Classe 2 [kg/h]	0.019	0.037	0.000	0.056
Classe 3 [kg/h]	0.012	0.023	0.000	0.035
Classe K3 [kg/h]	0.025	0.048	0.000	0.073
Concentration OPAIR				
Classe 1 [mg/m ³]	1.3	11.8	0.0	2.7
Classe 2 [mg/m ³]	0.7	6.2	0.0	1.4
Classe 3 [mg/m ³]	0.4	3.8	0.0	0.9
Classe K3 [mg/m ³]	0.9	8.1	0.0	1.8

Stockage intermed.	Jonction	Préparation	Bunker de réception	Emission direct a l'atmosphère
0	0	0	0	0
0.131	1.231	2.322	4.103	7.787
0.131	1.231	2.322	4.103	7.787
0.052	0.486	0.917	1.620	3.076
0.027	0.255	0.482	0.851	1.615
0.017	0.158	0.297	0.525	0.997
0.035	0.332	0.626	1.106	2.100

Figure 13 : Emissions en cas de rupture d'intégrité de la halle d'excavation (tableau en haut) et de la halle de préparation (tableau en bas)

Exploitation en activité

zone	Halle d'excavation	Asp. source haut + bas	Asp. source wagonnet	Stockage intermed.	Jonction	Préparation	Bunker de réception	Effluents gazeux totaux
Débit de l'air [m ³ /h]	29'000	6'000	5'000	36'000	37'000	40'000	13'000	51'000
Émissions [kg/h]	0.094	0.182	0.058	0.131	2.444	7.234	4.103	14.245
Débit massique [kg/h]	0.094	0.182	0.058	0.283	2.726	9.961	7.340	14.245
Concentration [mg/m ³]	3	30	12	8	74	249	565	279
Conc. C org [mg C/m ³]	2	17	6	4	41	139	316	156
Débit massique OPAIR								
Classe 1 [kg/h]	0.037	0.072	0.023	0.112	1.077	3.934	2.899	5.627
Classe 2 [kg/h]	0.019	0.038	0.012	0.059	0.565	2.066	1.522	2.954
Classe 3 [kg/h]	0.012	0.023	0.007	0.036	0.349	1.275	0.939	1.823
Classe K3 [kg/h]	0.025	0.049	0.016	0.076	0.735	2.686	1.979	3.841
Concentration OPAIR								
Classe 1 [mg/m ³]	1.3	12.0	4.6	3.1	29.1	98.4	223.0	110.3
Classe 2 [mg/m ³]	0.7	6.3	2.4	1.6	15.3	51.6	117.1	57.9
Classe 3 [mg/m ³]	0.4	3.9	1.5	1.0	9.4	31.9	72.3	35.8
Classe K3 [mg/m ³]	0.9	8.2	3.1	2.1	19.9	67.1	152.2	75.3

Figure 14 : Emissions correspondant à l'exploitation en activité (cf. rapport « concept de ventilation et de gestion des effluents gazeux »)

6.7.6.3 Conséquences

Les conséquences pour la population et l'environnement sont négligeables.

L'Indice d'accident majeur au sens de l'OPAM est inférieur à 0.1.

6.7.7 Rupture du fond de l'étanchéité de la zone d'excavation

6.7.7.1 Description simple

- Rupture du fond de l'étanchéité de la zone d'excavation
- Infiltrations de lixiviats sous la couche d'argile
- Ecoulement de 1'000 m³ sur 100 jours (10 m³/j)
- La barrière hydraulique retient 95% de l'écoulement
- Mesures de prévention: formation du personnel, contrôles réguliers de la profondeur excavée, respect d'une distance de sécurité entre le fond de la zone excavée et la couche d'argile ainsi que contrôle régulier de la qualité des eaux souterraines

6.7.7.2 Situation initiale

Dans le rapport annexe N° 6.1 au projet d'assainissement (chapitre 6.6 [1]), le risque d'exposition des biens à protéger par rapport aux émissions d'eau de percolation de la décharge a été estimé pour la situation actuelle. Bien que les sources et autres eaux potentiellement atteintes ne servent pas à l'alimentation en eaux potable des personnes, la toxicité chronique envers les personnes a été choisie comme échelle, respectivement facteur de normalisation pour quantifier l'exposition potentielle des biens à protéger. Le facteur T correspond au facteur de dilution devant être atteint afin que l'eau considérée ne soit plus toxique de façon chronique en cas d'utilisation comme eau potable (ou que le risque de cancer soit inférieur à 10⁻⁵). Le facteur T est obtenu en fonction de la composition d'une eau et des données toxicologiques correspondantes de ses composants. Pour l'eau de percolation non diluée de la DIB le facteur déterminé est de T=110'000.

La composition des lixiviats de la décharge a peu changé au cours du temps. Ces lixiviats contiennent 65 g/l de substance sèche et env. 15 g/l de DOC (carbone organique dissous):

- Les substances minérales principales sont les chlorures, le sodium, les sulfates, le potassium, l'ammonium et le fer. A l'exception de l'ammonium qui peut être toxique vis-à-vis des poissons, ces substances ne présentent pas de toxicité significative.
- Les concentrations en métaux lourds sont insignifiantes, à l'exception du fer, du zinc et de l'antimoine
- Les concentrations élevées en DOC sont dues principalement à la présence d'alcools (>31%), d'acides gras (>16%) et de cétones (>3%). Ces substances sont facilement biodégradables
- Des anilines, phénols, éthers, solvants chlorés, ainsi que benzènes chlorés, nitrés ou alkylés sont également présents dans les lixiviats.

Les facteurs de dilution T calculés dans [18] (voir figure 6.6 dans [18]) pour les ruisseaux Vendline et Dorfbach pour les émissions d'eau d'infiltration par les secteurs sableux du fond de la décharge sont inférieurs à 0.1, resp. 0.7, c'est-à-dire qu'il n'y a aucun risque à utiliser l'eau de ces cours d'eau. Pour les émissions d'eau d'infiltration par les secteurs latéraux sableux, on obtient pour la Vendline $T < 1$ et pour le Dorfbach la valeur maximale de $T = 6.6$.

Le rapport succinct présent traite le scénario d'un incident pendant l'assainissement de la DIB et détermine l'exposition potentielle des biens à protéger dans le système de circulation régional (procédure analogue à [18]).

6.7.7.3 Description détaillée du scénario d'incident

Les caractéristiques essentielles du scénario d'incident sont:

- Pendant les travaux d'excavation 1000 m³ d'eau de percolation de la décharge parviennent dans les cailloutis du Sundgau sur une période de 100 jours (c'est-à-dire 7 L/min avec $T = 110'000$) ;
- Il est supposé que l'eau de percolation de la décharge ($T = 110'000$) se mélange immédiatement et de façon homogène avec le courant d'eau souterrain ($T < 1$) au niveau de la coupe transversale SG 38 – SG 34 où env. 106 L/min s'écoulent. La valeur du facteur T qui en résulte est de 6'800;
- L'eau souterraine chargée en eau de percolation dans les cailloutis du Sundgau ($T = 6'800$) est pompée par la mise en service de la barrière hydraulique existante. Cette mesure permet d'éliminer et de traiter env. 95% des eaux souterraines de la coupe transversale SG 38 – SG 34 (c'est-à-dire 107 L/min). Les 5% d'eaux souterraines restant (6 L/min) poursuivent leur écoulement et parviennent par différentes voies possibles dans la Vendline et le Dorfbach.

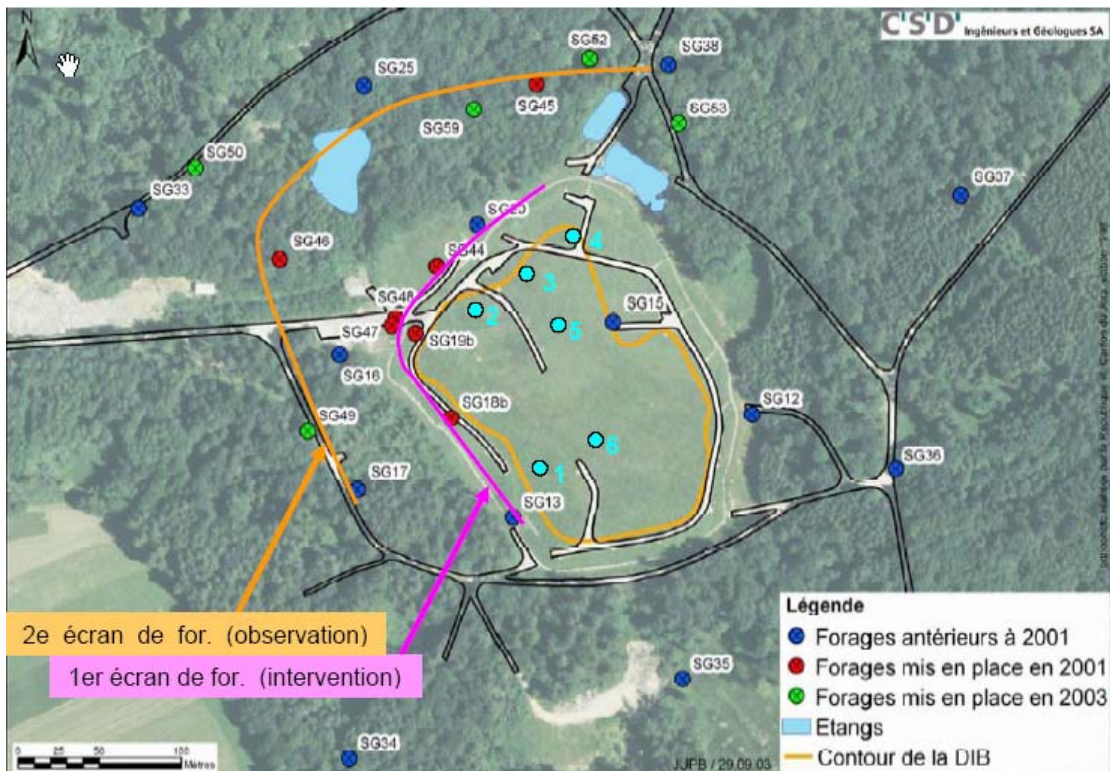


Figure 15 : Ecran de forages dans l'aquifère des cailloutis du Sundgau

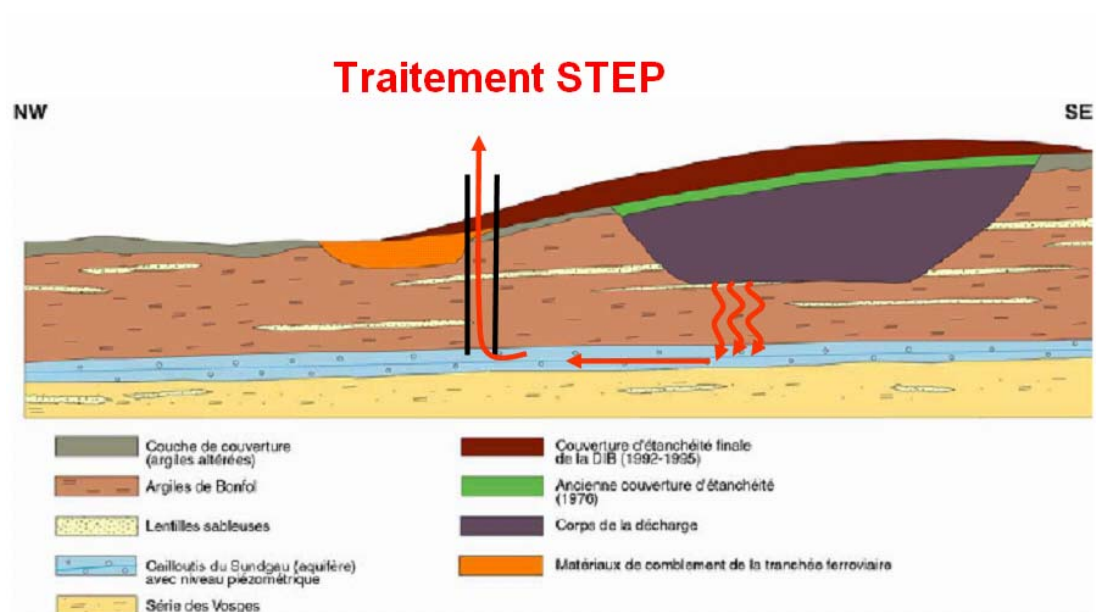


Figure 16 : Fonctionnement des écrans de forages dans l'aquifère des cailloutis du Sundgau

6.7.7.4 Hypothèses et simplifications

Les estimations requièrent des hypothèses et simplifications supplémentaires.

- Puisque les pertes en eau de percolation s'opèrent par le fond de la décharge, il est admis qu'il n'y a pas d'eau de percolation disponible pouvant s'écouler dans les cailloutis du Sundgau par des « lentilles (fenêtres)(Sandfenster) de sable » latérales et de façon diffuse.
- Il est admis qu'il n'y a pas de dégradation (des polluants);
- La dynamique du scénario d'incident n'est pas prise en considération. L'estimation se porte sur un état permanent malgré le fait que les apports en polluant ne se déroulent « que » sur 100 jours ;
- L'exutoire resp. la réutilisation des eaux souterraines interceptées par la barrière hydraulique et traitées ($T \leq 1$) ne sont pas prises en considération ;
- Comme les cheminement et volumes des écoulements dans le système de circulation régional ne sont pas tous connus, un scénario "worst-case" est retenu, dans lequel la nappe phréatique des cailloutis du Sundgau n'est diluée que dans les ruisseaux Vendline et Dorfbach.

6.7.7.5 Résultats

Les résultats des estimations sont représentés à la figure 17. Le scénario d'incident défini provoque une charge potentielle de la Vendline ($T < 2$) et/ou du Dorfbach ($T < 14$). C'est-à-dire qu'il est théoriquement envisageable que suite à l'incident, des teneurs en polluants temporairement plus élevées apparaissent dans la Vendline et/ou le Dorfbach. Les valeurs de T calculées représentent les charges "worst-case" pour les deux ruisseaux. Quand une charge correspondant à $T = 2$ est présente dans la Vendline, il n'y a pas de charge dans le Dorfbach ($T < 1$) et vice versa.

Ces facteurs de dilution se basent sur des hypothèses, estimations et simplifications qui ne sont pas en mesure de refléter pleinement la réalité. En outre les facteurs de dilution calculés pour la Vendline et le Dorfbach représentent les valeurs moyennes annuelles ; les facteurs de dilution réels peuvent varier selon le débit des eaux.

Les deux sources Q40 et Q41 représentent un cas particulier en ce sens que l'eau est utilisée pour la pisciculture, de sorte que des teneurs en ammoniac élevées pourraient présenter une toxicité pour les poissons. Dans le cas d'une exfiltration des eaux de percolation (1'090 mg N/L ammonium) la concentration moyenne en azote d'ammonium total (ammonium + ammoniac) dans les eaux souterraines pourrait théoriquement s'élever à env. 67 mg N/L. En prenant l'hypothèse pessimiste que l'eau souterraine polluée parvienne sans dilution ou peu diluée par les sources Q40

et Q41 dans les étangs de pisciculture, une atteinte à ces étang serait théoriquement possible.

Dans les deux ruisseaux également, une charge en ammoniacque est envisageable : la concentration maximale en azote d'ammonium total dans la Vendline est estimée à 0.02 mg de N/L, dans le Dorfbach, des valeurs allant jusqu'à 0.15 mg de N/L pourraient être atteintes.

En comparaison: les exigences en matière de qualité des cours d'eau par rapport à l'ammonium (somme ammonium et ammoniac) selon l'Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, annexe 2, chiffre 12) sont les suivantes :

- 0.2 mg de N/L pour des températures supérieures à 10° C;
- 0.4 mg de N/L pour des températures inférieures à 10° C.

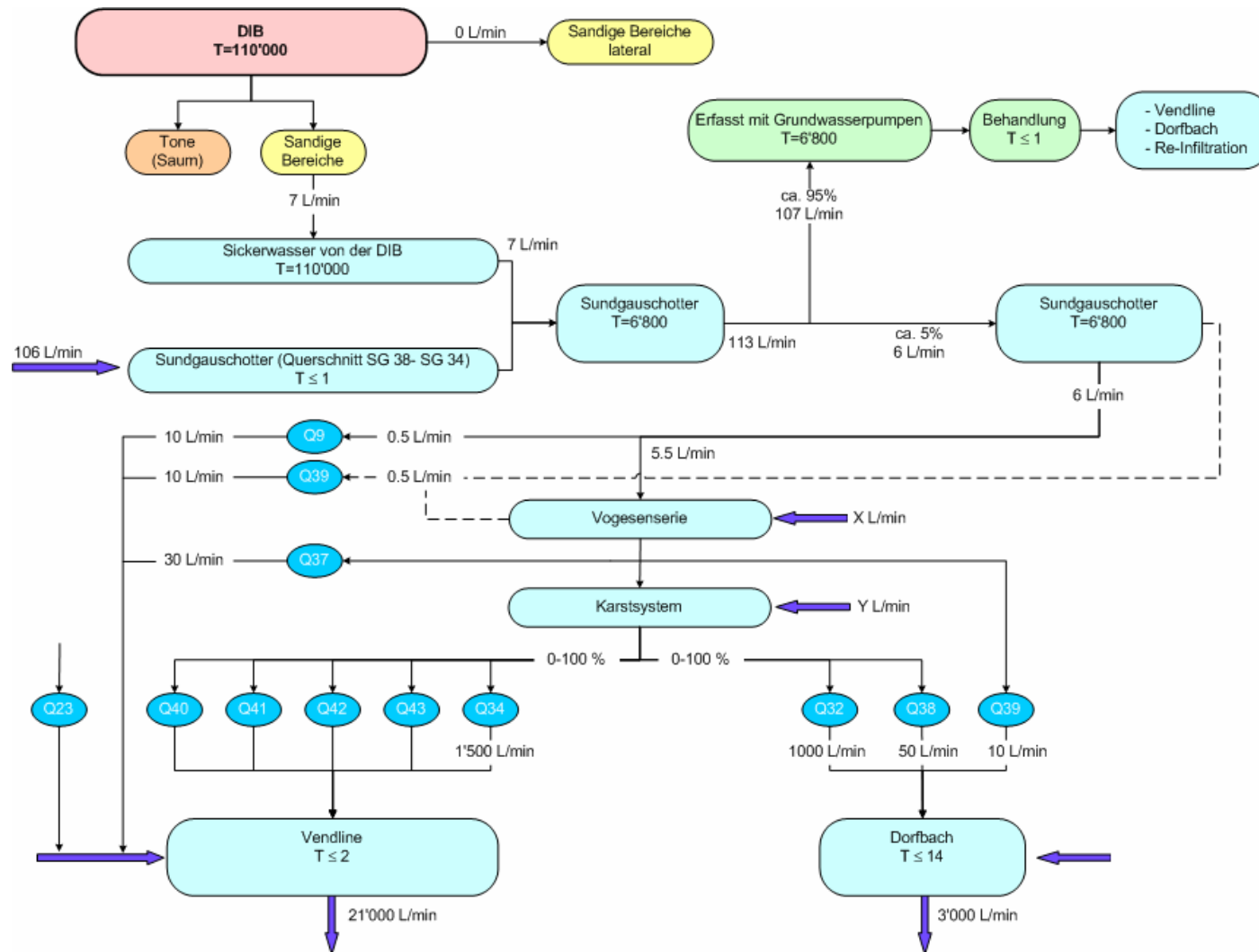


Figure 17: Système de circulation régional, voies de propagation envisageables et exposition potentielle des biens à protéger pour le scénario d'incident (Explication voir texte)

6.7.7.6 Conclusions

Lors d'un incident au cours duquel 10 m³ d'eau de percolation de la décharge parviennent par jour dans les eaux souterraines et dont 5% peuvent se répandre de façon non contrôlée dans le système régional de circulation, des charges accrues peuvent apparaître dans la Vendline et/ou le Dorfbach. Le seuil de toxicité par rapport aux personnes peut être temporairement dépassé d'un facteur 2 (Vendline) respectivement 14 (Dorfbach).

6.7.8 Résumé des conséquences des scénarios OPAM

Dénomination du scénario	Conséquences	Indice d'accident majeur
Incendie sur le front d'excavation	Probable effondrement de la structure métallique de la halle Nuisances (odeurs, fumées) auprès de la population Potentielle contamination du sol par des dioxines/furanes	0.5 - 0.78
Explosion au niveau du front d'excavation	Expansion du front d'explosion peu ou pas limitée par des obstacles Léger endommagement des structures existantes Eventuels blessés parmi les travailleurs à proximité	< 0.1
Libération de HCN au niveau du bunker de réception	Concentrations maximales d'acide cyanhydrique rencontrées dans l'air après 1 heure à 2 mètres de hauteur et à hauteur de la cheminée (48 mètres) inférieures d'un facteur 2 mio, respectivement 400 par rapport à la valeur AEGL-2 pour 1 heure (7.1 ppm)	< 0.1
Rupture de l'intégrité d'une halle	Légère diminution des émissions des effluents gazeux	< 0.1
Rupture du fond de l'étanchéité de la halle d'excavation	Pas de source d'eau potable exploitée atteinte Des charges accrues peuvent apparaître dans la Vendline et/ou le Dorfbach Seuil de toxicité par rapport aux personnes peut être temporairement dépassé d'un facteur 2 (Vendline) respectivement 14 (Dorfbach)	

7 Conclusions

Les mesures de sécurité relatives à l'assainissement de la décharge industrielle de Bonfol (DIB), intégrant des mesures de sécurité relevant du domaine de la sécurité au travail, de la protection contre l'incendie et contre les explosions, de la protection des populations et de l'environnement, ainsi que des analyses de risque pour les halles d'excavation et de préparation, permettent de réduire les risques potentiels, d'éviter les accidents majeurs et de limiter leurs conséquences si un accident majeur devait malgré tout avoir lieu.

Les mesures constructives, techniques et organisationnelles définies dans les documents déjà existants et présentées dans ce document permettent un état suffisant de prévention du risque et de maîtrise des accidents majeurs. Leur mise en œuvre progressive devra permettre de garantir durant toute la durée de l'assainissement une protection efficace et suffisante de la population et de l'environnement.

L'étude de "scénarios-catastrophes" ("worst-case") a montré que les conséquences d'un accident majeur sur les personnes extérieures au site de la DIB sont très limitées. Les indicateurs de dommages n_1 et n_2 , relatifs aux impacts sur la population, sont dans tous les scénarios inférieurs à 0.1.

Les conséquences d'un accident majeur sur l'environnement (indicateurs de dommages n_3 à n_5) pourraient être plus importantes dans le cas d'un incendie et des émissions de fumées qui en résultent. Des polluants libérés dans les fumées pourraient porter atteinte à la fertilité du sol. L'indicateur de dommages n_5 est égal à 0.50 à 0.78 dans ce scénario. **Les mesures de sécurité applicables (détection automatique et système d'extinction automatique sur l'ensemble du front de déchet) doivent cependant permettre d'abaisser suffisamment la probabilité d'occurrence du scénario et de se situer dans le domaine acceptable du diagramme probabilité - conséquences pour l'appréciation du risque.**

Les conséquences d'un écoulement d'eaux polluées dans les eaux souterraines ont été étudiées en détail et font partie intégrante du concept de surveillance et de sécurité de la DIB (CSS). Les mesures d'intervention prévues permettent de limiter fortement les impacts d'un tel scénario.

8 Références

- [1] Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM), RS 814.012, Conseil Fédéral, 2005, Berne (CH)
- [2] Manuel I de l'ordonnance sur les accidents majeurs, OFEFP, 1991, Berne (CH)
- [3] Critères d'appréciation I pour l'ordonnance sur les accidents majeurs, OFEFP, 1996, Berne (CH)
- [4] Exemple de méthode: Etude de risque d'une citerne pour gaz liquéfié, OFEFP, 1996, Berne (CH)
- [5] Rapport-cadre Stockage de gaz liquéfié, Basler & Hofmann, 1995, Zurich (CH)
- [6] Loss prevention in the process industries, Frank P Lees, 2nd edition, 1996
- [7] Assainissement définitif de la DIB: Projet d'assainissement selon l'OSites, IG DIB, 2003
- [8] Eingabeprojekt Dossier 15: Störfall- und Risikobetrachtungen, IG Rückbau, 2003, Zürich (CH)
- [9] Abluftproblematik DIB, balewa/HIM/DI Bonfol, 2006
- [10] Rapport technique annuel 2004 DIB, CSD/mireco, 2005
- [11] Surveillance actuelle de l'environnement: Mesures d'intervention en cas de contamination, bci, 2005
- [12] Analyse de la protection incendie des lots A et B, IS, 2006
- [13] Complément au rapport sécurité et protection de la santé: Propriétés dangereuses des déchets, IS, 2006
- [14] Analyse de risque succincte: Travaux réalisés par le lot A, bci/IS/HIM, 2006
- [15] Analyse de risque succincte: Travaux réalisés par le lot B, bci/IS/Marti, 2006
- [16] Ausbreitungsrechnung, BMG, 2006
- [17] Berechnung Lachenverdampfung nach SFK/TAA, balewa, 2006
- [18] Chemische Risikobewertung Deponie Bonfol Stand Ende 2002, Beilagenbericht Nr. 6.1 zum Sanierungsprojekt, BMG Engineering AG, August 2003.
- [19] Dioxin- und PAK-Emissionen der privaten Abfallverbrennung, Umwelt-Materialien Nr.172, BUWAL, Bern, 2004
- [20] Ramdahl Handbook of PAH Vol. 2, Bjorseth, A. and T., 1983
- [21] Valeurs limites d'exposition aux postes de travail 2005, Suva, Lucerne, 2005

- [22] The Inventory of Sources and Environmental Releases of Dioxin-Like Compounds in the United States: The Year 2000 Update, Environmental Protection Agency, USA, 2005
- [23] SFPE Handbook of Fire Protection Engineering", 2nd edition, NFPA, 1995
- [24] Toxicité et dispersion des fumées d'incendie: Phénoménologie et modélisation des effets (Rapport d'étude Ω-16), INERIS, 2005
- [25] Cours de base "Ecole du feu", Centre de formation de l'Institut de Sécurité, 2005
- [26] Methods for the calculation of physical effects, part 2, CPR 14E, 3rd edition, TNO, Pays-Bas, 1997
- [27] Prévention des explosions, SUVA 2153, Lausanne, 2004
- [28] Manuel protection des sols et génie civil, série l'environnement pratique, OFEFP, 1996
- [29] Construire en préservant les sols, guide de l'environnement N°10, OFEFP, 2001
- [30] Mémento agricole 2006, SRVA (service romand de vulgarisation agricole)

D. Guignard

D. Gandini

Collaborateur(s) chargé(s) de l'étude:

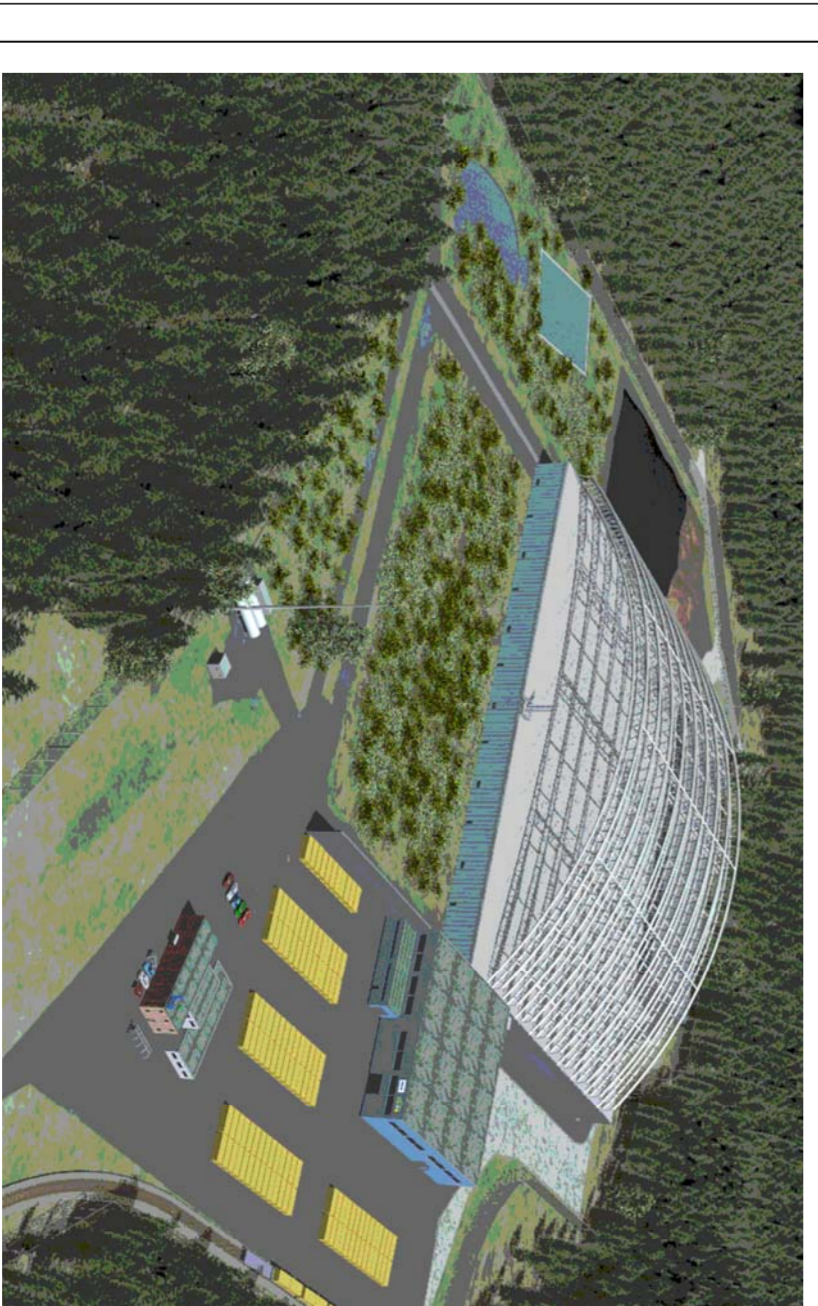
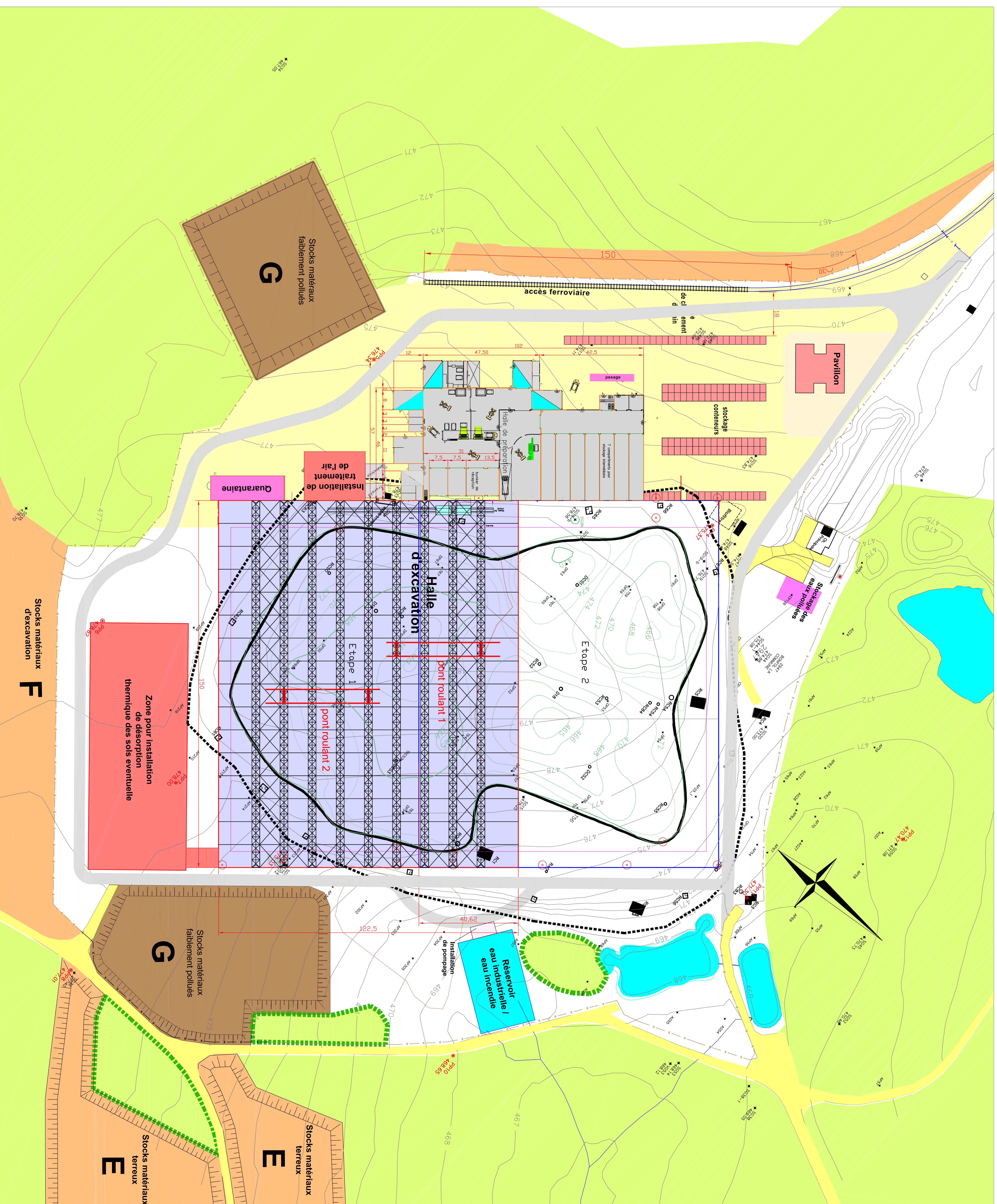
D. Guignard

Neuchâtel, le 3 novembre 2006

Mandat n° 302716

Annexe 1

Plan des infrastructures prévues



Statut: Plan spécial

Compagnie D3 Borefil
 14, rue Turpin, 44
 44100 Nantes
 Tél. 02 51 93 31 99
 Fax 02 51 93 31 98

Entreprise spécialisée en Assainissement
HT

Infrastructure sur place
 Vue en plan

Échelle	1:500
100m	20cm
200m	40cm
300m	60cm
400m	80cm
500m	100cm
600m	120cm
700m	140cm
800m	160cm
900m	180cm
1000m	200cm

N° Plan: SH-P-2-143

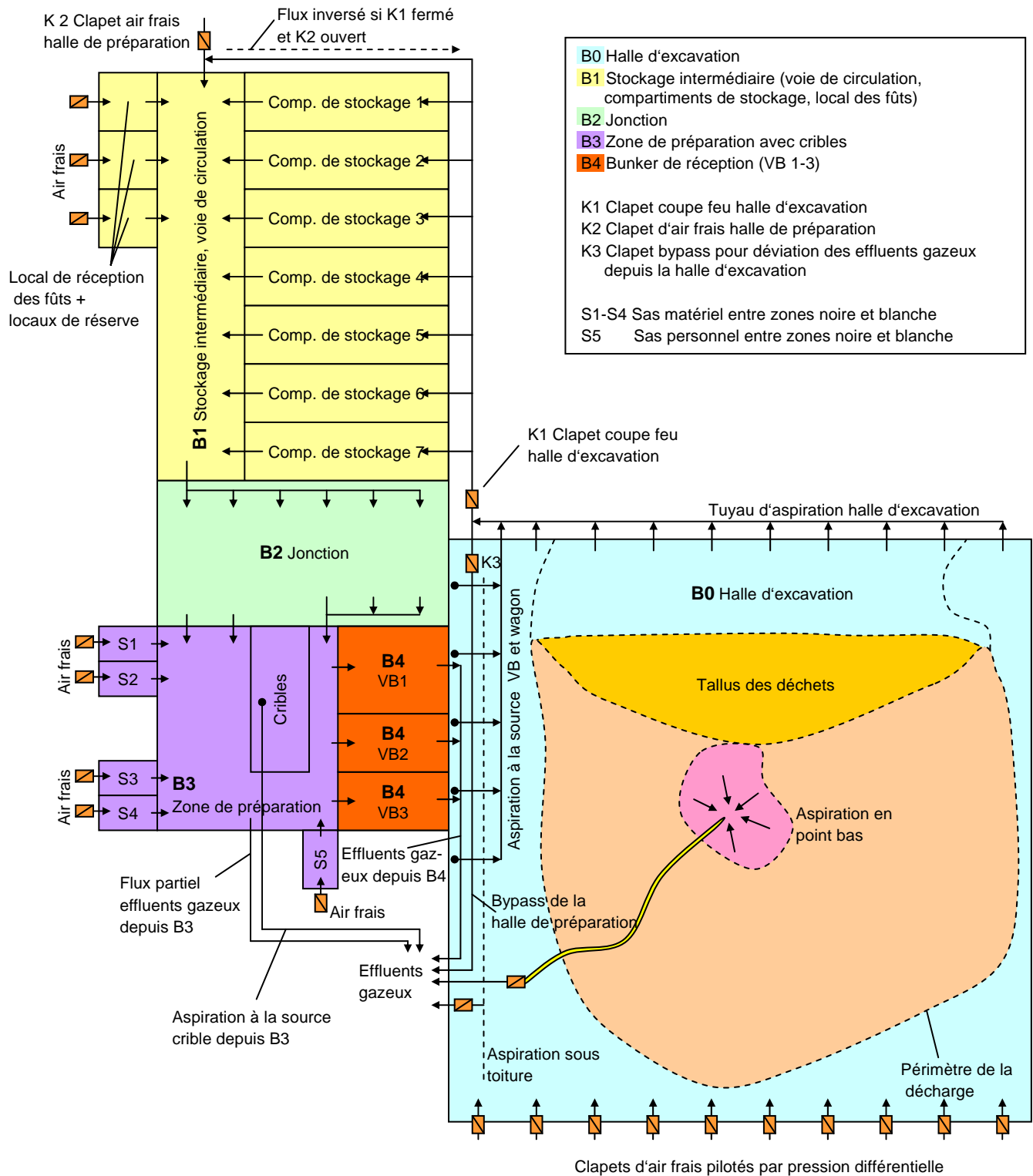
bci Berthels-AG
 bci Berthels-AG
 DÉCHARGE INDUSTRIELLE DE BONFOL
 ASSAINISSEMENT DÉFINITIF

Annexe 2

Plan de la halle de préparation

Annexe 3

Schéma du concept de ventilation



Annexe 4

Actions sur les structures porteuses

selon la norme SIA 261

Sondermülldeponie Bonfol, Lastannahmen nach SIA 261

Ständige Lasten

Flächenlasten

⇒	<i>Dachaufbau, SIA 261, 2.2, Anhang A</i>		
	Pfetten	$g_{k1.1} =$	0,30 [kN/m ²]
	Dachabdichtung 2-lagig	$g_{k1.2} =$	0,02 [kN/m ²]
	Wärmedämmung 12 cm	$g_{k1.3} =$	0,05 [kN/m ²]
	Bitumendampfsperre	$g_{k1.4} =$	0,08 [kN/m ²]
	Dachtrapezblech	$g_{k1.5} =$	0,15 [kN/m ²]
		$\Sigma g_{k1} =$	0,60 [kN/m ²]

⇒	<i>Installationslasten</i>	$g_{k2} =$	0,10 [kN/m ²]
---	----------------------------	------------	----------------------------------

⇒	<i>Fassade</i>	$g_{k3} =$	0,50 [kN/m ²]
---	----------------	------------	----------------------------------

Veränderliche Lasten

Flächenlasten

⇒	<i>Verkehr</i>	$q_{k1} =$	0,50 [kN/m ²]	(nicht in Komb. mit Schnee)
---	----------------	------------	----------------------------------	-----------------------------

⇒ *Schnee auf das Dachtragwerk, SIA 261, Kap. 5*

Char. Wert der Schneelast:	$q_k =$	$\mu_i * C_e * C_T * S_k$	
Dachneigung:	$\alpha =$	1,0 [°]	
Dachformbeiwert:	$\mu_i =$	0,8	SIA 261, Fig. 2 + 3
Windexposition:	$C_e =$	1,0	normal
Thermischer Beiwert:	$C_T =$	1,0	
	$S_k =$	$[1 + (h_0/350)^2] * 0,4 \geq 0,9$ kN/m ²	
Bezugshöhe:	$h_0 =$	480 [m]	SIA 261, Anhang D
	$S_k =$	1,15 [kN/m ²]	
	$q_{k2} =$	0,92 [kN/m ²]	

⇒ *Wind, SIA 261, Kap. 6*

Profilbeiwert:	$C_h =$	$1,6 * [(z/z_g)^{\alpha_r} + 0,375]^2$	
Gebäudehöhe:	$z =$	12,0 [m]	min z (5 bei II,IIa,III; 10 bei IV)
Geländekategorie III ;	$z_g =$	450	SIA 261, Tabelle 4
	$\alpha_r =$	0,23	SIA 261
	$C_h =$	1,0	
Referenzwert d. Staudrucks:	$q_{p0} =$	0,9	[kN/m ²] SIA 261, Anhang E
	$q_p =$	$C_h * q_{p0}$	
Staudruck:	$q_p =$	0,94	[kN/m ²]

Druckbeiwerte gem. SIA 261, Anhang C gesonderte Ermittlung nach Bauteil

Einzellasten

⇒	<i>Hallenkran, 15to</i>	$Q_k =$	160 / 41 [kN]	max / min Radlast
---	-------------------------	---------	----------------------	-------------------

Annexe 5

Fiche de sécurité chimique NaCN

Fiches Internationales de Sécurité Chimique

CYANURE DE SODIUM

ICSC: 1118



NaCN

Masse moléculaire: 49.01

N° ICSC : 1118

N° CAS : 143-33-9

N° RTECS : [VZ7525000](#)

N° ONU : 1689



N° CE : 006-007-00-5

07.05.2003 Revu en réunion



TYPES DE RISQUES/ EXPOSITIONS	RISQUES/ SYMPTOMES AIGUS	PREVENTION	PREMIER SECOURS/ AGENTS D'EXTINCTION
INCENDIE	Non combustible mais forme des gaz inflammables au contact de l'eau ou de l'air humide. Emission de fumées (ou de gaz) irritantes ou toxiques lors d'incendie.		PAS d'agent aqueux. PAS d'eau. PAS de dioxyde de carbone. En cas d'incendie à proximité: mousse et poudre .
EXPLOSION			En cas d'incendie: refroidir les fûts, etc., en les arrosant d'eau; éviter tout contact de la substance avec l'eau.
CONTACT PHYSIQUE		EVITER LA DISPERSION DE POUSSIERE! OBSERVER UNE HYGIENE STRICTE!	DANS TOUS LES CAS, CONSULTER UN MEDECIN!
• INHALATION	Mal de gorge. Maux de tête. Confusion. Faiblesse. Essoufflement. Convulsions. Perte de conscience.	Aspiration locale ou protection respiratoire.	Air frais, repos. Pas de respiration artificielle par le bouche-à-bouche. Administer oxygen by trained personnel. Consulter un médecin.
• PEAU	PEUT ETRE ABSORBEE ! Rougeur. Douleur. (Suite, voir Inhalation).	Gants de protection. Vêtements de protection.	Retirer les vêtements contaminés. Rincer la peau abondamment à l'eau ou prendre une douche. Consulter un médecin.
• YEUX	Rougeur. Douleur. (Suite, voir Inhalation).	Lunettes de protection fermées, écran facial ou protection oculaire associée à une protection respiratoire en présence de poudre.	Rincer d'abord abondamment à l'eau pendant plusieurs minutes (retirer si possible les lentilles de contact), puis consulter un médecin.
• INGESTION	Sensation de brûlure. Nausées. Vomissements. Diarrhée. (Voir Inhalation).	Ne pas manger, ne pas boire ni fumer pendant le travail. Se laver les mains avant de manger.	Faire vomir (SEULEMENT LES PERSONNES CONSCIENTES!). Porter des gants de protection pour faire vomir. Pas de resuscitation bouche-à-bouche. Administration de l'oxygène par

une personne formée.
 Consulter un médecin. Voir
 Notes.


DEVERSEMENTS & FUITES	STOCKAGE	CONDITIONNEMENT & ETIQUETAGE
<p>Evacuer la zone dangereuse! Consulter un expert! Ventilation. Balayer et récupérer la substance répandue dans des récipients secs, hermétiques et étiquetés. Neutraliser soigneusement les résidus avec une solution d'hypochlorite de sodium. Laver ensuite abondamment à l'eau. NE PAS laisser ce produit contaminer l'environnement. Tenue de protection chimique comprenant un appareil de protection respiratoire autonome.</p>	<p>Séparer des oxydants forts, des acides, des aliments et des produits alimentaires, du dioxyde de carbone, de l'eau ou des produits contenant de l'eau. Conserver au sec. Bien fermer. Conserver dans un local bien ventilé.</p>	<p>Hermétique. Récipient incassable; mettre les récipients fragiles dans un emballage incassable fermé. Ne pas transporter avec des aliments ni des produits alimentaires. Polluant marin. Note: A Symbole T+ Symbole N R: 26/27/28-32-50/53 S: 1/2-7-28-29-45-60-61 Classe de danger ONU: 6.1 Classe d'emballage ONU: I</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;">   </div>
VOIR IMPORTANTES INFORMATIONS AU DOS		
<p>ICSC: 1118 Préparé dans le cadre de la coopération entre le Programme International sur la Sécurité Chimique et la Commission Européenne (C) 1999</p>		

Fiches Internationales de Sécurité Chimique

CYANURE DE SODIUM

ICSC: 1118

<p>D</p> <p>O</p> <p>N</p> <p>N</p> <p>E</p> <p>E</p> <p>S</p> <p>I</p> <p>M</p> <p>P</p> <p>O</p> <p>R</p> <p>T</p> <p>A</p>	<p>ASPECT PHYSIQUE; APPARENCE: POUDRE CRISTALLINE BLANCHE, HYGROSCOPIQUE, D'ODEUR CARACTERISTIQUE. SANS ODEUR SI SECHE.</p> <p>DANGERS PHYSIQUES:</p> <p>DANGERS CHIMIQUES: La substance se décompose rapidement au contact d'acides et lentement au contact de l'eau, de l'humidité ou du dioxyde de carbone, produisant du cyanure d'hydrogène (voir ICSC 0492). La solution dans l'eau est une base moyennement forte.</p> <p>LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE (LEP): TLV: pour CN 5 mg/m³; (valeur plafond); (peau); (ACGIH 2003). MAK: 3.8 mg/m³ I; H; Classe de limitation des taux les plus élevés: II(1); Classe de substances pouvant présenter un risque pendant la grossesse: C; (DFG 2002).</p>	<p>VOIES D'EXPOSITION: La substance peut être absorbée par l'organisme par inhalation, à travers la peau et par ingestion.</p> <p>RISQUE D'INHALATION: Une contamination dangereuse de particules en suspension dans l'air peut être rapidement atteinte par dispersion.</p> <p>EFFETS DES EXPOSITIONS DE COURTE DUREE: La substance est sévèrement irritante pour les yeux, la peau et les voies respiratoires. La substance peut avoir des effets sur la respiration cellulaire, entraînant des convulsions et une perte de conscience. L'exposition peut entraîner la mort. L'observation médicale est conseillée. Voir Notes.</p> <p>EFFETS DES EXPOSITIONS PROLONGEES OU REPETEES: La substance peut avoir des effets sur la thyroïde.</p>
---	---	---

N T E S	
PROPRIETES PHYSIQUES	Point d'ébullition : 1496°C Point de fusion : 563.7°C Densité: 1.6 g/cm ³
DONNEES ENVIRONNEMENTALES	Solubilité dans l'eau à 20°C : 58 g/100 ml La substance est très toxique pour les organismes aquatiques. 
NOTES	
<p>Les valeurs limites d'exposition professionnelle applicables ne doivent être dépassées à aucun moment pendant le travail. Un traitement spécifique est nécessaire dans le cas d'un empoisonnement avec cette substance. Des moyens appropriés et les instructions y afférentes doivent être disponibles. NE PAS emporter de vêtements de travail chez soi. Suivant le niveau de l'exposition, une surveillance médicale périodique est recommandée. Ne jamais travailler seul dans une zone où l'exposition au cyanure d'hydrogène est possible.</p> <p style="text-align: right;">Carte de données d'urgence pour le transport: TREMCARD (R)-61S1689. Code NFPA: H 3; F 0; R 0.</p>	
AUTRES INFORMATIONS	
Valeurs limites d'exposition professionnelle d'application en Belgique.	
ICSC: 1118	CYANURE DE SODIUM
<small>(C) PISSC, CCE, 1999</small>	
NOTICE LEGALE IMPORTANTE:	La CCE de même que le PISSC, les traducteurs ou toute personne agissant au nom de la CCE ou du PISSC ne sont pas responsables de l'utilisation qui pourrait être faite de cette information. Cette fiche exprime l'avis du comité de révision du PISSC et peut ne pas toujours refléter les recommandations de la législation nationale en la matière. L'utilisateur est donc invité à vérifier la conformité des fiches avec les prescriptions en usage dans son pays.

Annexe 6

Fiches de sécurité chimique HCN

Fiches Internationales de Sécurité Chimique

CYANURE D'HYDROGENE, LIQUEFIE

ICSC: 0492




Acide cyanhydrique
Acide prussique
HCN
Masse moléculaire: 27.03
(liquéfié)
(liquéfié)

N° ICSC : 0492
N° CAS : 74-90-8
N° RTECS : [MW6825000](#)
N° ONU : 1051
N° CE : 006-006-00-X
07.05.2003 Revu en réunion



TYPES DE RISQUES/ EXPOSITIONS	RISQUES/ SYMPTOMES AIGUS	PREVENTION	PREMIER SECOURS/ AGENTS D'EXTINCTION
INCENDIE	Extrêmement inflammable. Emission de fumées (ou de gaz) irritantes ou toxiques lors d'incendie.	PAS de flammes nues, PAS d'étincelles et interdiction de fumer.	Couper l'alimentation; en cas d'empêchement et sans danger à proximité, laisser le feu s'éteindre; sinon, pour l'éteindre: poudre, eau pulvérisée, mousse, dioxyde de carbone.
EXPLOSION	Les mélanges air/gaz sont explosifs.	Système en vase clos, ventilation, équipement électrique et éclairage protégés contre les explosions.	En cas d'incendie: maintenir les bonbonnes à basse température en les arrosant d'eau. Combattre le feu depuis une position abritée.
CONTACT PHYSIQUE		EVITER TOUT CONTACT!	DANS TOUS LES CAS, CONSULTER UN MEDECIN!
• INHALATION	Confusion. Somnolence. Maux de tête. Nausées. Convulsions. Essoufflement. Perte de conscience. La mort.	Ventilation, aspiration locale ou protection respiratoire.	Air frais, repos. Position semi-assise. Pas de respiration artificielle par le bouche-à-bouche. Administer oxygen by trained personnel. Consulter un médecin. Voir Notes.
• PEAU	PEUT ETRE ABSORBEE ! (Suite, voir Inhalation).	Gants de protection. Vêtements de protection.	Rincer la peau abondamment à l'eau ou prendre une douche. Consulter un médecin. Porter des gants de protection pour administrer les premiers secours.
• YEUX	LES VAPEURS PEUVENT ETRE ABSORBEES! Rougeur. (See Inhalation).	Lunettes de protection fermées ou protection oculaire associée à une protection respiratoire.	Rincer d'abord abondamment à l'eau pendant plusieurs minutes (retirer si possible les lentilles de contact), puis consulter un médecin.

<p>• INGESTION</p>	<p>Sensation de brûlure. (Suite, voir Inhalation).</p>	<p>Ne pas manger, ne pas boire ni fumer pendant le travail. Se laver les mains avant de manger.</p>	<p>Rincer la bouche. NE PAS faire vomir. No mouth-to-mouth artificial respiration. Administer oxygen by trained personnel. Consulter un médecin. Voir Notes.</p>
<p>DEVERSEMENTS & FUITES</p>	<p>STOCKAGE</p>	<p>CONDITIONNEMENT & ETIQUETAGE</p>	
<p>Evacuer la zone dangereuse immédiatement! Consulter un expert! Ventilation. Ecarter toute source d'ignition. Absorber le liquide restant avec du sable ou avec un absorbant inerte et emporter en lieu sûr. NE JAMAIS arroser le liquide au jet. NE PAS laisser ce produit contaminer l'environnement. Tenue de protection chimique étanche aux gaz comprenant un appareil de protection respiratoire autonome.</p>	<p>A l'épreuve du feu. Séparer des aliments et des produits alimentaires . Conserver au froid. Stocker seulement une fois stabilisé.</p>	<p>Polluant marin. Symbole F+ Symbole T+ Symbole N R: 12-26-50/53 S: 1/2-7/9-16-36/37-38-45-60-61 Classe de danger ONU: 6.1 Classe de danger subsidiaire ONU: 3 Classe d'emballage ONU: I</p> 	
<p>VOIR IMPORTANTES INFORMATIONS AU DOS</p>			
<p>ICSC: 0492</p>		<p>Préparé dans le cadre de la coopération entre le Programme International sur la Sécurité Chimique et la Commission Européenne (C) 1999</p>	

Fiches Internationales de Sécurité Chimique

CYANURE D'HYDROGENE, LIQUEFIE

ICSC: 0492

<p>D O N N E E S I M P O R T A</p>	<p>ASPECT PHYSIQUE; APPARENCE: LIQUIDE OU GAZ INCOLORE , D'ODEUR CARACTERISTIQUE.</p> <p>DANGERS PHYSIQUES: Le gaz se mélange bien à l'air et des mélanges explosifs se forment rapidement.</p> <p>DANGERS CHIMIQUES: La substance peut polymériser sous l'effet d'une forte chaleur, sous l'influence de bases, sous l'influence de plus de 2% d'eau ou si le produit n'est pas stabilisé , avec des risques d'incendie et d'explosion. Lors de combustion, il se forme des gaz toxiques et corrosifs comprenant des oxydes d'azote. La solution dans l'eau est un acide faible. Réagit violemment avec les oxydants ou le chlorure d'hydrogène dans des mélanges alcooliques , en provoquant des risques d'incendie et d'explosion.</p> <p>LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE (LEP): TLV: 4.7 ppm; (valeur plafond); (peau); (ACGIH 2003). MAK: 1.9 ppm, 2.1 mg/m³; H;</p> <p>VOIES D'EXPOSITION: La substance peut être absorbée par l'organisme par inhalation, à travers la peau et par ingestion.</p> <p>RISQUE D'INHALATION: Une contamination dangereuse de l'air est très rapidement atteinte lors de l'évaporation de cette substance à 20°C.</p> <p>EFFETS DES EXPOSITIONS DE COURTE DUREE: La substance est irritante pour les yeux et les voies respiratoires. La substance peut avoir des effets sur la respiration cellulaire , entraînant des convulsions et une perte de conscience . L'exposition peut entraîner la mort. L'observation médicale est conseillée. Voir Notes.</p> <p>EFFETS DES EXPOSITIONS PROLONGEES OU REPETEES: La substance peut avoir des effets sur la thyroïde .</p>
---	--

<p style="text-align: center;">N T E S</p>	<p>Classe de limitation des taux les plus élevés: II(2); Classe de substances pouvant présenter un risque pendant la grossesse: C; (DFG 2002).</p>	
<p style="text-align: center;">PROPRIETES PHYSIQUES</p>	<p>Point d'ébullition : 26°C Point de fusion : -13°C Densité relative (eau = 1) : 0.69 (liquide) Solubilité dans l'eau : miscible Tension de vapeur à 20°C : 82.6 kPa</p>	<p>Densité de vapeur relative (air = 1) : 0.94 Point d'éclair : -18°C (c.f.) Température d'auto-inflammation : 538°C Limites d'explosivité en volume % dans l'air : 5.6-40.0 Coefficient de partage octanol/eau tel que log Poe : -0.25</p>
<p style="text-align: center;">DONNEES ENVIRONNEMENTALES</p>	<p>La substance est très toxique pour les organismes aquatiques.</p>	
<p>NOTES</p>		
<p>Les valeurs limites d'exposition professionnelle applicables ne doivent être dépassées à aucun moment pendant le travail. Un traitement spécifique est nécessaire dans le cas d'un empoisonnement avec cette substance. Des moyens appropriés et les instructions y afférentes doivent être disponibles. L'odeur n'est pas un signal fiable lorsque la valeur limite d'exposition est dépassée. Les recommandations de la fiche concernent aussi le cyanure d'hydrogène stabilisé et absorbé sur matériel poreux inerte . Autres numéros ONU: 1613, cyanure d'hydrogène, solution aqueuse, à moins de 20% de cyanure d'hydrogène; 1614, cyanure d'hydrogène stabilisé et absorbé sur matériel poreux inerte; 3294, cyanure d'hydrogène, solution alcoolique, à moins de 45% de cyanure d'hydrogène. Ne jamais travailler seul si l'exposition au cyanure d'hydrogène est possible. Suivant le niveau de l'exposition, une surveillance médicale périodique est recommandée.</p> <p style="text-align: right;">Carte de données d'urgence pour le transport: TREMCARD (R)-61S1051. Code NFPA: H 4; F 4; R 2.</p>		
<p>AUTRES INFORMATIONS</p>		
<p>Valeurs limites d'exposition professionnelle d'application en Belgique.</p>		
<p>ICSC: 0492 CYANURE D'HYDROGENE, LIQUEFIE (C) PISSC, CCE, 1999</p>		
<p>NOTICE LEGALE IMPORTANTE:</p>	<p>La CCE de même que le PISSC, les traducteurs ou toute personne agissant au nom de la CCE ou du PISSC ne sont pas responsables de l'utilisation qui pourrait être faite de cette information. Cette fiche exprime l'avis du comité de révision du PISSC et peut ne pas toujours refléter les recommandations de la législation nationale en la matière. L'utilisateur est donc invité à vérifier la conformité des fiches avec les prescriptions en usage dans son pays.</p>	

Hydrogen cyanide

IDLH Documentation

CAS number: 74908

NIOSH REL: 4.7 ppm (5 mg/m³) STEL [skin]

Current OSHA PEL: 10 ppm (11 mg/m³) TWA [skin]

1989 OSHA PEL: 4.7 ppm (5 mg/m³) STEL [skin]

1993-1994 ACGIH TLV: 10 ppm (11 mg/m³) CEILING [skin]

Description of Substance: Colorless or paleblue liquid or gas (above 78°F) with a bitter, almondlike odor.

LEL: . . 5.6% (10% LEL, 5,600 ppm)

Original (SCP) IDLH: 50 ppm

Basis for original (SCP) IDLH: The chosen IDLH is based on the statements by Patty [1963] that 45 to 54 ppm is "tolerated by man for 0.5 to 1 hour without immediate or late effects; 110 to 135 ppm, however, may be fatal after 0.5 to 1 hour or later, or dangerous to life [Flury and Zernik 1931; Dudley et al. 1942]."

Short-term exposure guidelines: None developed

ACUTE TOXICITY DATA:

Lethal concentration data:

Species	Reference	LC ₅₀ (ppm)	LC _{Lo} (ppm)	Time	Adjusted 0.5- hr LC (CF*)	Derived value
Mammal	AAPCO 1966	-----	200	5 min	103 ppm (0.52)	10 ppm
Mamma	Arena 1970	-----	36	2 hr	60 ppm (1.67)	6.0 ppm
Human	Dudley et al. 1942	-----	107	10 min	71 ppm (0.67)	7.1 ppm
Rat	Dudley et al. 1942	503	-----	5 min	259 ppm (0.52)	26 ppm
Mouse	Dudley et al. 1942	323	-----	5 min	166 ppm (0.52)	17 ppm
Rabbit	Gates et al. 1946	-----	759	1 min	216 ppm (0.28)	22 ppm
Cat	Gates et al. 1946	-----	759	1 min	216 ppm (0.28)	22 ppm
Rat	Hartzell et al. 1985	275	-----	15 min	213 ppm (0.77)	21 ppm
Rat	Hartzell et al. 1985	170	-----	30 min	170 ppm (1.0)	17 ppm
Human	Izmerov et al. 1982	-----	357	2 min	131 ppm (0.37)	13 ppm

Rat	Levin et al. 1987	160	-----	30 min	160 ppm (1.0)	16 ppm
Rat	Vernot et al. 1977	323	-----	5 min	166 ppm (0.52)	17 ppm
Human	WHO 1970	-----	179	1 hr	231 ppm (0.69)	23 ppm

*Note: Conversion factor (CF) was determined with "n" = 2.7 [ten Berge et al. 1986].

Other animal data: The median effective concentrations to produce incapacitation (EC₅₀s) in rats have been determined to be 139 ppm and 115 ppm in 15 and 30 minutes, respectively [Hartzell et al. 1985].

Other human data: It has been reported that 45 to 54 ppm can be tolerated for 0.5 to 1 hour without immediate or delayed effects while 110 to 135 ppm may be fatal after 0.5 to 1 hour or later, or dangerous to life [Flury and Zernik 1931].

Revised IDLH: 50 ppm [Unchanged]

Basis for revised IDLH: Based on acute inhalation toxicity data in humans [Flury and Zernik 1931], the IDLH for hydrogen cyanide (50 ppm) is not being revised at this time.

REFERENCES:

1. AAPCO [1966]. Pesticide chemicals official compendium. Topeka, KS: Association of the American Pesticide Control Officials, Inc., p. 596.
2. Arena JM [1970]. Poisoning; toxicology, symptoms, treatments. 2nd ed. Springfield, IL: C.C. Thomas, 2:73.
3. Dudley HC, Sweeney TR, Miller JW [1942]. Toxicology of acrylonitrile (vinyl cyanide). II. Studies of effects of daily inhalation. J Ind Hyg Toxicol 23:255258.
4. Flury F, Zernik F [1931]. Schädliche gase dämpfe, nebel, rauch und staubarten. Berlin, Germany: Verlag von Julius Springer, p. 404 (in German).
5. Gates M, Williams J, Zapp JA [1946]. Arsenicals. In: Summary technical report of Division 9, NRDC. Vol. 1. Chemical warfare agents, and related chemical problems. Part I. Washington, DC: Office of Scientific Research and Development, National Defense Research Committee, pp. 83114.
6. Hartzell GE, Priest DN, Switzer WG [1985]. Modeling of toxicological effects of fire gases. II. Mathematical modeling of intoxication of rats by combined carbon monoxide and hydrogen cyanide. J Fire Sci 3:115128.
7. Izmerov NF, Sanotsky IV, Sidorov KK [1982]. Toxicometric parameters of industrial toxic chemicals under single exposure. Moscow, Russia: Centre of International Projects, GKNT, p. 75.
8. Levin BC, Paabo M, Gurman JL, Harris SE [1987]. Effects of exposure to single or multiple combinations of the predominant toxic gases and low oxygen atmospheres produced in fires. Fundam Appl Toxicol 9:236250.
9. Patty FA, ed. [1963]. Industrial hygiene and toxicology. 2nd rev. ed. Vol. II. Toxicology. New York, NY: Interscience Publishers, Inc., p. 1998.

10. ten Berge WF, Zwart A, Appelman LM [1986]. Concentration-time mortality response relationship of irritant and systematically acting vapours and gases. *J Haz Mat* 13:301309.
 11. Vernot EH, MacEwen JD, Haun CC, Kinkead ER [1977]. Acute toxicity and skin corrosion data for some organic and inorganic compounds and aqueous solutions. *Toxicol Appl Pharmacol* 42:417-423.
 12. WHO [1970]. Technical report series 30. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
-

Go back to the [Documentation for Immediately Dangerous To Life or Health Concentrations \(IDLHs\)](#)

This page was last updated : 8/16/96

Go back to the [NIOSH home page](#)



or to the [CDC home page](#).



NIOSH EMERGENCY RESPONSE CARD

BLOOD AGENT	HYDROGEN CYANIDE
UN #: <u>1051</u> Guide 117 (anhydrous or greater than 20% solution)	Hydrocyanic acid Prussic acid AC
UN #: <u>1613</u> Guide 154 (less than 20% solution)	Chemical Formula: HCN
CAS #: 74-90-8	Molecular weight: 27.03
RTECS #: <u>MW6825000</u>	

TYPES OF HAZARD/ EXPOSURE	ACUTE HAZARDS/ CLINICAL SIGNS/ SYMPTOMS	PREVENTION/ PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT	FIRST AID/ FIRE FIGHTING
FIRE	Extremely flammable. Gives off irritating or toxic gases in a fire.	NO open flames, NO sparks, and NO smoking.	Shut off supply; if not possible and no risk to surroundings, let the fire burn itself out; in other cases extinguish with powder, water spray, foam, carbon dioxide.
EXPLOSION	Gas/air mixtures are explosive.	Closed system, ventilation, explosion-proof electrical equipment and lighting.	In case of fire: keep cylinder cool by spraying with water. Combat fire from a sheltered position.

ROUTE OF EXPOSURE			
Synopsis:	May be absorbed through skin and eyes.	AVOID ALL CONTACT!	IN ALL CASES refer for medical attention! Triage procedures and medical management guidelines - see ATSDR medical management guidelines for Hydrogen Cyanide.
Inhalation:	<ul style="list-style-type: none"> ● Headache ● Dizziness ● Confusion ● Nausea ● Shortness of breath ● Convulsions ● Vomiting ● Weakness ● Anxiety ● Irregular heart beat ● Tightness in the chest ● Unconsciousness ● Effects may be delayed. 	Ventilation, local exhaust, or breathing protection. Gas mask with HC (Hydrogen Cyanide) canister (escape). Pressure demand, self-contained breathing apparatus (SCBA) (SCBA CBRN, if available) is recommended in response to non-routine emergency situations	Fresh air, rest. Half-upright position. Avoid mouth to mouth resuscitation, administer oxygen by trained personnel. Seek medical attention immediately. (<i>See Notes.</i>) Triage procedures and medical management guidelines - see ATSDR medical management guidelines for Hydrogen Cyanide.
Skin:	MAY BE ABSORBED! (<i>See Inhalation for other symptoms.</i>)	Butyl rubber gloves. Teflon, Responder, or Tychem Protective clothing. See NIOSH	Remove contaminated clothes. Rinse skin with plenty of water or shower.

		<u>Protective Clothing.</u>	Wear protective gloves when administering first aid. Seek medical attention immediately.
Eyes:	VAPOR WILL BE ABSORBED! Redness. (See <i>Inhalation for other symptoms.</i>)	Safety goggles, face shield, or eye protection in combination with breathing protection.	First rinse with plenty of water for several minutes (remove contact lenses if easily possible), then seek medical attention immediately.
Ingestion:	Burning sensation. (See <i>Inhalation for other symptoms.</i>)	Do not eat, drink, or smoke during work. Wash hands before eating.	Rinse mouth. See inhalation. Do NOT induce vomiting. Seek medical attention immediately. (See Notes.)

OCCUPATIONAL EXPOSURE LIMITS (OELs):	OSHA PEL: TWA 10 ppm (11 mg/m ³) skin NIOSH REL: ST (short term) 4.7 ppm (5 mg/m ³) skin ACGIH TLV : 4.7 ppm; 5 mg/m ³ (ceiling value) (skin) (ACGIH 2002). NIOSH IDLH: <u>50 ppm</u> (See <i>Acute Exposure Guideline levels below.</i>)
SAMPLING AND ANALYTICAL METHODS:	NIOSH <u>6010</u> (HYDROGEN CYANIDE) NIOSH <u>7904</u> (CYANIDES, aerosol and gas)

DECONTAMINATION	Patients/victims: Wet contaminated clothing should be removed and the underlying skin washed with soap and water or water alone for 2-3 minutes. Equipment: N/A Environment: (See <i>Spillage Disposal.</i>)
SPILLAGE DISPOSAL	Evacuate danger area immediately! Consult an expert! Ventilation. Absorb remaining liquid in sand or inert absorbent and remove to safe place. Do NOT wash away into sewer. NEVER direct water jet on liquid. Prevent from entering confined spaces. Do NOT let this chemical enter the environment. Extra personal protection: gas-tight chemical protection suit including self-contained breathing apparatus. STORAGE: Fireproof. Separated from food and feedstuffs. Cool. Store only if stabilized.
PACKAGING & LABELLING	UN# <u>1051</u> (Guide 117)(anhydrous or greater than 20% solution) UN# <u>1613</u> (Guide 154) (less than 20% solution) Marine pollutant. F+ symbol T+ symbol R: 12-26 S: 1/2-7/9-16-36/37-38-45 Hazard Class: 6.1 Subsidiary Risks: 3 Packing Group: I NFPA 704 Signal: Health - 4 Flammability - 4 Reactivity - 2 Special -

IMPORTANT DATA	<p>PHYSICAL STATE; APPEARANCE: Colorless Gas or Liquid, with characteristic odor.</p> <p>PHYSICAL DANGERS: The gas mixes well with air, explosive mixtures are easily formed.</p> <p>CHEMICAL DANGERS: The substance may polymerize due to warming, under the influence of base(s), over 2% water, or temperatures above 184 °C, or if not chemically stabilized, with fire or explosion hazard. On combustion, forms toxic and corrosive gases, including nitrogen oxides. The solution in water is a weak acid. Reacts violently with oxidants, hydrogen chloride in alcoholic mixtures, causing fire and explosion hazard.</p> <p>ROUTES OF EXPOSURE: The substance can be absorbed into the body by inhalation, through the skin and by ingestion.</p> <p>INHALATION RISK: A harmful contamination of the air can be reached very quickly on evaporation of this substance at 20 °C.</p> <p>EFFECTS OF SHORT-TERM EXPOSURE: The substance irritates the eyes and the respiratory tract. Cyanides poison the vital organs of the body (for example the lungs and heart) including areas of the brain that regulate proper functioning of those organs. Exposure may result in convulsions, unconsciousness and in death. (See Notes.)</p> <p>EFFECTS OF LONG-TERM OR REPEATED EXPOSURE: N/A</p>					
PHYSICAL PROPERTIES	<p>Melting Point: 8.6 °F (-13 °C)</p> <p>Boiling Point: 78.8 °F (26 °C)</p> <p>Vapor Pressure (20 °C): 618.7 mm Hg</p> <p>Relative vapor density (air = 1): 0.94</p> <p>Volatility: N/A</p> <p>Relative vapor density (water = 1): 0.69</p> <p>Aqueous Solubility(20 °C): miscible</p> <p>estimated log K_{ow}: N/A</p> <p>Flashpoint: -0.4 °F (-18 °C) c.c</p> <p>Flammability: N/A</p> <p>Auto-ignition temperature: 1000.4 °F (538 °C)</p> <p>Explosive limits, vol% in air: 5.6-40.0</p> <p>Octanol/water partition coefficient as log Pow: 0.35</p>					
ENVIRONMENTAL DATA	<p>The substance is very toxic to aquatic organisms.</p>					
ACUTE EXPOSURE GUIDELINES (AEGLs) Final		10 min	30 min	1hr	4 hr	8 hr
	AEGL 1 (discomfort, non-disabling) - ppm	2.5	2.5	2.0	1.3	1.0
	AEGL 2 (irreversible or other serious, long-lasting effects or impaired ability to escape) - ppm	17	10	7.1	3.5	2.5
	AEGL 3 (life-threatening effects or death) - ppm	27	21	15	8.6	6.6
NOTES						
<p>Minimum fatal dose level is about 50 mg for adults. 90 ppm is fatal in 30 minutes and 300 ppm is fatal within in a few minutes.</p> <p>Mineral acids are commonly used as stabilizers. The occupational exposure limit value should not be exceeded during any part of the working exposure. Specific treatment is necessary in case of poisoning with this substance; the appropriate means with instructions must be available. The odor warning when the exposure limit value is exceeded is insufficient. The recommendations on this Card also apply to hydrogen cyanide, stabilized, absorbed in a porous inert material. Another UN number: 1614, hydrogen cyanide stabilized, absorbed in a porous inert material.</p>						

ADDITIONAL INFORMATION	Trade Names and Other Synonyms <ul style="list-style-type: none">● Carbon hydride nitride● Cyclon● Cyclone B● Evercyn● Formic anammonide● Formonitrile
-------------------------------	--

GLOSSARY OF ACRONYMS	APR - Air-purifying Respirator CBRN - Chemical, Biological, Radiological, Nuclear IDLH - Immediately Dangerous to Life and Health REL - Recommended Exposure Limit PEL - Permissible Exposure Limit SCBA - Self-Contained Breathing Apparatus
-----------------------------	--

IMPORTANT NOTICE:	HYDROGEN CYANIDE (ERC74-90-8) The user should verify compliance of the cards with the relevant STATE or TERRITORY legislation before use. NIOSH, CDC 2003
--------------------------	--

Annexe 7

Fiche de sécurité chimique Benzene

Fiches Internationales de Sécurité Chimique

BENZENE

ICSC: 0015



Masse moléculaire: 78.1

N° ICSC : 0015

N° CAS : 71-43-2

N° RTECS : [CY1400000](#)

N° ONU : 1114

N° CE : 601-020-00-8

06.05.2003 Revu en réunion





TYPES DE RISQUES/ EXPOSITIONS	RISQUES/ SYMPTOMES AIGUS	PREVENTION	PREMIER SECOURS/ AGENTS D'EXTINCTION
INCENDIE	Très inflammable.	PAS de flammes nues, PAS d'étincelles et interdiction de fumer.	Poudre, AFFF, mousse, dioxyde de carbone.
EXPLOSION	Les mélanges air/vapeur sont explosifs. Risques d'incendie et d'explosion: see Chemical Dangers.	Système en vase clos, ventilation, équipement électrique et éclairage protégés contre les explosions. NE PAS employer d'air comprimé pour remplir, vider ou manipuler. Employer des outils antidéflagrants. Eviter l'accumulation de charges électrostatiques (par mise à la terre, par exemple).	En cas d'incendie: maintenir les fûts, etc., à basse température en les arrosant d'eau.
CONTACT PHYSIQUE		EVITER TOUT CONTACT!	
• INHALATION	Vertiges. Somnolence. Maux de tête. Nausées. Essoufflement. Convulsions. Perte de conscience.	Ventilation, aspiration locale ou protection respiratoire.	Air frais, repos. Consulter un médecin.
• PEAU	PEUT ETRE ABSORBEE ! Peau sèche. Rougeur. Douleur. (Suite, voir Inhalation).	Gants de protection. Vêtements de protection.	Retirer les vêtements contaminés. Rincer la peau abondamment à l'eau ou prendre une douche. Consulter un médecin.
• YEUX	Rougeur. Douleur.	Ecran facial ou protection oculaire associée à une protection respiratoire.	Rincer d'abord abondamment à l'eau pendant plusieurs minutes (retirer si possible les lentilles de contact), puis consulter un médecin.
• INGESTION	Douleurs abdominales. Mal de gorge. Vomissements. (Suite, voir Inhalation).	Ne pas manger, ne pas boire ni fumer pendant le travail.	Rincer la bouche. NE PAS faire vomir. Consulter un médecin.

DEVERSEMENTS &

STOCKAGE

CONDITIONNEMENT &

FUITES		ETIQUETAGE
<p>Ecarter toute source d'ignition. Recueillir le liquide répandu autant que possible dans des récipients hermétiques. Absorber le liquide restant avec du sable ou avec un absorbant inerte et emporter en lieu sûr. NE PAS rejeter à l'égout. NE PAS laisser ce produit contaminer l'environnement. Protection individuelle: tenue de protection complète comprenant un appareil de protection respiratoire autonome.</p>	<p>A l'épreuve du feu. Séparer des aliments et des produits alimentaires, des oxydants et des halogènes .</p>	<p>Ne pas transporter avec des aliments ni des produits alimentaires. Note: E Symbole F Symbole T R: 45-46-11-36/38-48/23/24/25-65 S: 53-45 Classe de danger ONU: 3 Classe d'emballage ONU: II</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;">   </div>
VOIR IMPORTANTES INFORMATIONS AU DOS		
<p>ICSC: 0015 Préparé dans le cadre de la coopération entre le Programme International sur la Sécurité Chimique et la Commission Européenne (C) 1999</p>		

Fiches Internationales de Sécurité Chimique

BENZENE

ICSC: 0015

<p>D O N N E E S I M P O R T A N T E S</p>	<p>ASPECT PHYSIQUE; APPARENCE: LIQUIDE INCOLORE , D'ODEUR CARACTERISTIQUE.</p> <p>DANGERS PHYSIQUES: La vapeur est plus lourde que l'air et peut se propager au niveau du sol; inflammation à distance possible. Des charges électrostatiques peuvent se former à la suite de mouvement, d'agitation, etc.</p> <p>DANGERS CHIMIQUES: Réagit violemment avec les oxydants, l'acide nitrique, l'acide sulfurique et les halogènes en provoquant des risques d'incendie et d'explosion. Attaque le plastique et le caoutchouc.</p> <p>LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE (LEP): TLV: 0.5 ppm TWA; 2.5 ppm STEL; (peau); A1; BEI publié; (ACGIH 2004). MAK: H; Catégorie de carcinogénicité: 1; Catégorie de mutagènes dans les cellules germinales: 3A; (DFG 2004).</p> <p>VOIES D'EXPOSITION: La substance peut être absorbée par l'organisme par inhalation , à travers la peau et par ingestion .</p> <p>RISQUE D'INHALATION: Une contamination dangereuse de l'air est très rapidement atteinte lors de l'évaporation de cette substance à 20°C.</p> <p>EFFETS DES EXPOSITIONS DE COURTE DUREE: La substance est irritante pour les yeux , la peau et les voies respiratoires. L'ingestion du liquide peut entraîner une aspiration au niveau des poumons avec un risque de pneumopathie. La substance peut avoir des effets sur le système nerveux central , entraînant une diminution de conscience . L'exposition beaucoup au-dessus de la limite d'exposition professionnelle peut entraîner une perte de conscience et la mort .</p> <p>EFFETS DES EXPOSITIONS PROLONGEES OU REPETEES: Le liquide dégraisse la peau. La substance peut avoir des effets sur la moelle osseuse et le système immunitaire , entraînant une diminution des cellules sanguines. Cette substance est cancérogène pour l'homme.</p>
--	--

PROPRIETES PHYSIQUES	Point d'ébullition : 80°C Point de fusion : 6°C Densité relative (eau = 1) : 0.88 Solubilité dans l'eau à 25°C : 0.18 g/100 ml Tension de vapeur à 20°C : 10 kPa Densité de vapeur relative (air = 1) : 2.7	Densité relative du mélange air/vapeur à 20°C (air = 1) : 1.2 Point d'éclair : -11 °C (c.f.) Température d'auto-inflammation : 498°C Limites d'explosivité en volume % dans l'air : 1.2-8.0 Coefficient de partage octanol/eau tel que log Poe : 2.13
DONNEES ENVIRONNEMENTALES	La substance est très toxique pour les organismes aquatiques.	
NOTES		
<p>La consommation de boissons alcooliques aggrave les effets nocifs. Suivant le niveau de l'exposition, une surveillance médicale périodique est recommandée. L'odeur n'est pas un signal fiable lorsque la valeur limite d'exposition est dépassée. Cette fiche a été mise à jour partiellement en octobre 2004. Voir sections: Limites d'exposition professionnelle, Classification Européenne et Intervention en cas d'urgence.</p> <p style="text-align: center;">Carte de données d'urgence pour le transport: TREMCARD (R)-30S1114/30GF1-II.</p> <p style="text-align: right;">Code NFPA: H 2; F 3; R 0.</p>		
AUTRES INFORMATIONS		
Valeurs limites d'exposition professionnelle d'application en Belgique.		
ICSC: 0015	(C) PISSC, CCE, 1999	BENZENE
NOTICE LEGALE IMPORTANTE:	La CCE de même que le PISSC, les traducteurs ou toute personne agissant au nom de la CCE ou du PISSC ne sont pas responsables de l'utilisation qui pourrait être faite de cette information. Cette fiche exprime l'avis du comité de révision du PISSC et peut ne pas toujours refléter les recommandations de la législation nationale en la matière. L'utilisateur est donc invité à vérifier la conformité des fiches avec les prescriptions en usage dans son pays.	

Annexe 8

Effets d'une onde de surpression

Some damage effects produced by a blast wave - after V.J.Clancey, 1972

	<i>Peak side-on overpressure [mbar]</i>
Occasional breaking of large glass windows already under strain	2
Breakage of windows, small, under strain	7
Typical pressure for glass failure	10
"Safe distance" (probability 0.95 no serious damage beyond this value)	20
Limited minor structural damage	28
Large and small windows usually shattered; occasional damage to window frames	35-69
Minor damage to house structures	48
Partial demolition of houses, made uninhabitable	69
Corrugated asbestos shattered	69-138
Steel frame of clad building slightly distorted	90
Partial collapse of walls and roofs of houses	138
Concrete or cinder block walls, not reinforced, shattered	138-207
Lower limit of serious structural damage	159
50% destruction of brickwork of house	173
Heavy machines (3000 lb) in industrial building suffer little damage	207
Frameless, self-framing steel panel building demolished	207-276
Cladding of light industrial buildings ruptured	276
Wooden utilities poles (telegraph, etc) snapped	345
Nearly complete destruction of houses	345-483
Loaded train wagons overturned	483
Brick panels, 8-12 in. thick, not reinforced, fail by shearing or flexure	483-552
Loaded train boxcars completely demolished	621
Probable total destruction of buildings	690

Annexe 9

Berechnung Lachenverdampfung nach SFK/TAA

Berechnung Lachenverdampfung nach SFK/TAA

Stoffdaten					
BENZOL			C_6H_6	LUFT	
Schmelzpunkt	T_M	5.5 °C	Temperatur	T	15 °C
Mol. Gew.	MW	78.1 g/mol	Druck	p_U	1013 mbar
Dichte bei 20°C	ρ_{20}	0.879 kg/l	Wärmekap	[cp] Luft =	1.0030 kJ/kgK
Siedetemp bei 760 Torr	T_B	80.2 °C	Dichte	$\rho_T =$	1.225 kg/m ³
Antoinekonstanten			Dyn. Viskosität	$\eta_T =$	1.81E-05 Pas
A		9.0047 -	Kin. Viskosität	$\nu_T =$	1.47E-05 m ² /s
B		1196.76 -	Wärmeleitfähig.	$\lambda_{20^\circ} =$	2.57E-02 W/mK
C		-54.00 -			
UEG	1.2 %vol	39 g/m ³			
OEG	8.0 %vol	260 g/m ³			
Zündtemp	T_{ign}	555 °C	BODEN		
Flammpunkt	T_{Fl}	-11 °C	Temperatur	T	10 °C
Verdampf. enthalpie	ΔH_v	394.0 kJ/kg	Dichte	ρ_B	2700 kg/m ³
Diffusionsko	$D_{C_6H_6 \text{ Luft}}$	7.7E-06 m ² /s	Wärmekap	cp	2 kJ/kgK
Temperatur	T	10 °C	Wärmeleitfähig.	λ_B	1 W/mK
Dampfdruck	$p^\circ_{C_6H_6}$	60.5 mbar			
universelle Gaskonstante	\bar{R}	8314.41 J/kmol K			
spezielle Gaskonstante	R	0.106 kJ/kg K			

Havarieszenario					
Havariemenge					
Vol	V_{tot}	200 l			
Masse	M_{tot}	175.8 kg			
Lachenausbreitung					
minimale Schichtdicke		5 mm	minimale Schichtdicke:		
Lachen Fläche	A_{Lache}	40 m ²	Beton, Stein		5 mm
Lachen Durchmesser	L	7.1 m	ebener Sand, Kies		10 mm
			unebener sandiger Boden		25 mm

Verdunstungsrate isotherm, ohne Wärmelimitierung (Bedingungen zu Beginn)					
Verdunstungsmodell nach Mackay / Matsugu					
Temperatur Flüssigkeit	T_{fl}	10 °C			
Umgebungsdruck	p_U	1013 mbar			
Sättigungsdruck	$p^\circ_A =$	60.5 mbar			
Umgebungstemperatur	T_U	15 °C			
Dyn. Viskosität	$\nu_{Luft} (T_U) =$	1.43E-05 m ² /s			
Windgeschwindigkeit	w	1 m/s			
Stoffübergangskoeff.	k =	1.55E-02 m/s			
$k = 0,0292 w^{0,78} L^{-0,11} \left(\frac{\nu_{Luft}}{D_{AB}} \right)^{-0,67}$					
Verdunstungsrate	$\dot{m}^* =$	129 g/s		463.613 kg/h	
$\dot{m} = \frac{k A_{Lache} p_U}{R T_{fl}} \ln \left[\frac{p_U}{p_U - p^\circ_A} \right]$					
Verdunstungszeit für Havariemenge		22.75 min			
Generierung Max. Explosionsfähiger Gasraum				3.305 m ³ /s	
Max. Explosionsfähiger Gasraum für Havariemenge				4'512 m ³	
Erforderliche Wärmemenge				69'265 kJ	
Erforderliche Wärmestrom				50.740 kW	
Erforderliche Wärmestromdichte				1.268 kW/m ²	

Konvektiver Wärmestrom zwischen Luft und Flüssigkeit

$$\dot{Q}_{kon} = \alpha (T_{Luft} - T_{fl}) A_{Lache}$$

Reynoldszahl	Re =	4.99E+05	-	$Re = \frac{wL}{\nu_{Luft}}$
Prandtlzahl	Pr =	7.05E-01	-	$Pr = \frac{\eta_{Luft} c_{p,Luft}}{\lambda_{Luft}}$
Nusselt laminar	$Nu_{lam} =$	4.18E+02	-	$Nu_{lam} = 0,664 \sqrt{Re} \sqrt[3]{Pr}$
Nusselt turbulent	$Nu_{turb} =$	1.09E+03	-	$Nu_{turb} = \frac{0,037 Re^{0,8} Pr}{1 + 2,443 Re^{-0,1} (Pr^{2/3} - 1)}$
Nusselt	Nu =	1.17E+03	-	$Nu = 0,3 + \sqrt{Nu_{lam}^2 + Nu_{turb}^2}$
	$\alpha =$	4.22 W/m ² K		$Nu = \frac{\alpha L}{\lambda_{Luft}}$
Wärmestrom Luft	$Q^*_{kon} =$	843.04 W		

Wärmestrom aus dem Boden

$$\dot{Q}_B = \frac{\lambda_B}{\sqrt{\pi a t}} (T_{Boden} - T_{fl}) A_{Lache}$$

Temperaturleitfähigkeit	a =	1.85185E-07 m ² /s		$a = \lambda_B / \rho_B c_p$
Wärmestrom Luft	$Q^*_B =$	0.00 W		
Zeit	t	1 s		

Berechnung der Verdunstungsrate mit instationärer Wärmeleitung

Zeit [s]	Zeit [min]	Verd rate [g/s]	Tfl [°C]	Menge tot [kg]
1	0	129	10.0	0.129
30	1	106	5.8	3.193
60	1	99	4.5	6.168
120	2	92	2.9	11.669
180	3	87	1.8	16.887
240	4	83	1.0	21.896
300	5	81	0.3	26.742
420	7	77	-0.7	35.932
600	10	72	-1.9	48.919
900	15	67	-3.3	69.065
1500	25	61	-5.1	105.695
2100	35	57	-6.3	140.018
2700	45	54	-7.2	172.683
2760	46	54	-7.3	175.936

Freisetzung Benzol

