

(16 a)

**StocaMine**

**Evaluation des risques  
sanitaires - Site de  
Wittelsheim (68)**

**Bilan des émissions au jour et en fond de mine**

20 février 2003

STOCAMINE

Evaluation des Risques Sanitaires - Bilan  
des émissions au jour et en fond de mine  
*Wittelsheim, France*

Février 2003

**ERM France**  
10 rue du faubourg Poissonnière  
75010 Paris  
Téléphone 01 53 24 10 30  
Facsimilé 01 53 24 10 40

STOCAMINE

Evaluation des Risques Sanitaires - Bilan  
des émissions au jour et en fond de mine  
*Wittelsheim, France*

Numéro du projet : 2828

Février 2003

pour le compte de ERM France

Approuvé par : Samir Magnouni

Position : Ingénieur Senior

Date : Février 2003

Ce rapport a été préparé par ERM France avec toute la compétence, le soin et la diligence raisonnables selon les termes du Contrat avec le client, qui incorpore les Conditions Générales de Fourniture de Services et prend en compte les ressources allouées à ce travail par accord avec le Client.

Nous déclinons toute responsabilité envers le Client et tout tiers pour tout ce qui ne fait pas partie du domaine ci-dessus.

Ce rapport est confidentiel et destiné au Client aussi nous n'acceptons aucune responsabilité de quelque nature que ce soit envers des tiers auxquels ce rapport aurait été communiqué en tout ou en partie. Ces tiers utiliseraient ce rapport à leurs propres risques.

## TABLE DES MATIERES

1	<i>INTRODUCTION</i>	1
2	<i>CONTEXTE DU SITE</i>	2
2.1	<i>LOCALISATION DU SITE</i>	2
2.2	<i>ACTIVITES DU SITE</i>	2
2.3	<i>EMISSIONS LORS DE L'INCENDIE</i>	3
3	<i>BILAN DES INVESTIGATIONS</i>	4
3.1	<i>INVESTIGATIONS - AU JOUR</i>	5
3.2	<i>INVESTIGATIONS - EN FOND DE MINE</i>	7
4	<i>SYNTHESE ET INTERPRETATION DES MESURES</i>	8
4.1	<i>CONTEXTE REGLEMENTAIRE</i>	8
4.2	<i>AU JOUR</i>	9
4.3	<i>EN FOND DE MINE</i>	9
5	<i>CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS</i>	11
5.1	<i>CONCLUSIONS</i>	11
5.2	<i>RECOMMANDATIONS</i>	11

## FIGURES

### FIGURES :

- Figure 1 : Localisation du site
- Figure 2 : Rose des vents
- Figure 3 : Localisation des points de prélèvements au jour
- Figure 4 : Localisation des points de prélèvements en fond de mine
- Figure 5 : Résultats analytiques significatifs observés en fond de mine

La société StocaMine stocke des déchets industriels ultimes à moins 600 mètres de profondeur en fond de mine, à proximité des Mines de Potasse d'Alsace. Ce centre de stockage installé sur l'ancien carreau de la mine Joseph-Else a démarré le 10 février 1999.

ERM a été mandaté par la société StocaMine pour la réalisation d'une évaluation de l'impact sanitaire des fumées ou gaz rejetés pendant toutes les phases de l'incendie qui a démarré le 10 septembre 2002 dans le bloc 15 du centre de stockage souterrain.

La présente étude a été demandée par l'administration par arrêté préfectoral du 7 décembre 2002 à la société StocaMine pour évaluer l'impact sanitaire des émissions de l'incendie.

Les objectifs de la mission d'ERM sont de réaliser l'évaluation quantitative des risques sanitaires suite à l'incendie qui s'est déclaré dans le bloc 15 en distinguant la part de l'exposition :

- pour les populations avoisinantes ;
- pour les employés StocaMine en fond de mine.

L'approche d'ERM comprend deux étapes.

Tout d'abord, réaliser un bilan des données existantes sur les rejets et leurs retombées afin d'avoir une bonne compréhension de l'état du site et de ses alentours. Ce rapport présente cette première étape et conclut sur les données complémentaires nécessaires pour réaliser l'évaluation de l'impact sanitaire.

Ensuite, une évaluation des risques sanitaires sera réalisée conformément à la méthodologie et les préconisations détaillées dans les guides suivants :

- « *Évaluation des risques sanitaires liés aux substances chimiques dans l'étude d'impact des installations classées pour la protection de l'environnement* » de l'INERIS (novembre 2001) ;
- « *Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact* » de l'Institut de Veille Sanitaire (février 2000).

Ces guides sont basés sur la même approche risque à savoir que l'existence d'un risque est conditionnée par la présence à la fois d'une source, d'un vecteur et d'un récepteur.

### 2.1 LOCALISATION DU SITE

La société StocaMine est située sur l'ancien carreau de la mine Joseph-Else, à Wittelsheim au sud de l'Alsace, à proximité de la ville de Mulhouse (68).

L'environnement proche du site est constitué par :

- Au nord : les Mines de Potasse d'Alsace ainsi que la cité Amélie II (Zone résidentielle),
- A l'est : une zone marécageuse puis des bois,
- Au l'ouest : la cité Graffenwald (Zone résidentielle),
- Au sud : une zone industrielle en développement, puis la route nationale RN 66 et enfin des bois.

Une carte de localisation du site est présentée sur la figure 1.

### 2.2 ACTIVITES DU SITE

La société Stocamine stocke des déchets industriels ultimes à moins 600 mètres de profondeur en fond de mine, à proximité des Mines de Potasse d'Alsace. Ce centre de stockage installé sur l'ancien carreau de la mine Joseph-Else a démarré le 10 février 1999.

Deux types de déchets sont stockés, ceux dits de classe 0, ne pouvant être acceptés dans des centres de stockage en surface et les déchets industriels spéciaux pouvant être acceptés en décharge de classe 1.

Les déchets sont conditionnés en sacs dit « big bag » (double conditionnement en sacs plastiques) et en fûts métalliques avec emballage interne et bouchon de plâtre. Les déchets acceptés par le centre de StocaMine sont les suivants :

- Les résidus provenant de l'incinération des déchets ;
- Les sels de trempé neutres, nitrités, barytés ;
- Les sels de trempé cyanurés ;
- Les déchets arseniés, chromiques, mercuriels ;
- Les terres polluées et les résidus souillés par des métaux lourds ;
- Les résidus de l'industrie de galvanisation ;
- Les produits phytosanitaires non organiques ;
- Les catalyseurs usés ;
- Les déchets de laboratoire (déchets toxiques, en quantité, dispersés et stabilisés) ;
- Les déchets contenant de l'amiante.

Un incendie s'est déclaré dans le bloc 15 du centre de stockage souterrain de déchets ultimes dans la nuit du 10 au 11 septembre.

En période normale d'activité, le puits Joseph-Else sert d'exutoire au retour d'air de la zone de stockage de la société StocaMine ainsi que du retour d'air de toutes les mines de potasse.

Ce puits d'une hauteur d'environ 25 m est équipé d'une extraction forcée en période de fonctionnement normal d'une puissance de 300 m<sup>3</sup>/s. Depuis l'incendie, cette extraction a été diminuée de moitié jusqu'à une puissance de l'ordre de 150 m<sup>3</sup>/s.

La direction des vents dominants au droit du site est globalement de secteurs nord/nord-est et sud/sud-est. La rose des vents obtenue auprès des services de Météo France pour la station de Mulhouse est considérée comme représentative des conditions météorologiques observées à l'échelle du site. Elle est présentée sur la carte IGN de Wittelsheim en figure 2.

Les données météorologiques spécifiques à la date de l'incendie montrent des vents correspondant aux vents dominants orientés nord/nord-est avec une vitesse de l'ordre de 5-10 km/h.

Selon des personnes présentes sur le site de StocaMine lors de l'incendie, le nuage de fumées est resté à proximité du puits Joseph-Else. Les émissions seraient dispersées dans un périmètre relativement proche du point de rejet.

Au-delà de cette description physique des émissions, les investigations ayant conduit à la caractérisation des substances émises sont décrites dans les paragraphes suivants.

Avant d'entreprendre une évaluation quantitative des risques, il est indispensable d'avoir une compréhension et connaissance précise du niveau de contamination des différents milieux environnementaux (air, sol, végétaux) pour les substances potentiellement émises suite à l'incendie. Les teneurs observées dans ces différents milieux permettront ensuite d'estimer les concentrations aux points d'exposition afin de calculer les doses journalières d'exposition. L'objectif de ce bilan est de :

- Vérifier si les émissions lors de l'incendie (métaux, dioxines et furanes, poussières) sont correctement connues et quantifiées ;
- Définir la zone d'étude (au jour et en fond de mine) potentiellement impactée par les émissions suite à l'incendie dans le bloc 15 ;
- Vérifier les mesures des niveaux de contamination dans les compartiments de l'environnement entrant en contact avec les populations : air, sol, eau, végétaux, chaîne alimentaire.

Les documents suivants ont été mis à disposition d'ERM et ont permis d'établir le présent rapport :

- Campagne de prélèvements de sols et de végétaux autour du puits Else - Réalisée le 20 septembre 2002 - Bureau Véritas ;
- Contrôle des rejets atmosphériques le 24 septembre 2002, Rejets puits Joseph-Else - Rapport d'essai - IRH Environnement - octobre 2002 ;
- Contrôle des rejets atmosphériques le 7 octobre 2002, Ambiance au fond de la mine dans la zone de stockage- Rapport d'essai - IRH Environnement - octobre 2002 ;
- Contrôle des rejets atmosphériques le 31 octobre 2002, Ambiance au fond de la mine dans la zone de stockage- Rapport d'essai - IRH Environnement - novembre 2002 ;
- Contrôle des rejets atmosphériques PCDD/PCDF le 16 et 17 octobre 2002, Ambiance au fond de la mine dans la zone de stockage, Retour air - Bloc 15 - Allée 1 - Rapport d'essai - IRH Environnement - novembre 2002 ;
- Rapport d'analyses de poussières - prélèvements parement et toit le 13/09/02 - APAVE - 27 septembre 2002 ;
- Rapport d'essai (poussières, COV, NaCl) - prélèvements rejet d'air puits Else le 26/08/02 - APAVE - 7 novembre 2002 ;
- Rapport de synthèse - Détermination de la concentration en fibres d'amiante dans l'atmosphère du puits Else le 11-12/09/02 - APAVE - 21 octobre 2002 ;
- Rapport de synthèse - Détermination de la concentration en fibres d'amiante et en PCDD/PCDF dans un échantillon de dépôt vertical d'une galerie de retour d'air le 12/09/02 - APAVE - 21 octobre 2002 ;

- Analyse de déchets fournis par la Société StocaMine - Laboratoire Gestion des Risques et Environnement - novembre 2002 ;
- Impact sur l'environnement de l'incendie du 10 septembre 2002 : Rapport de synthèse - Présentation à la Commission Locale d'Information et de Surveillance - StocaMine - 29 novembre 2002 ;
- Courrier StocaMine du 15 novembre 2002 pour la DRIRE concernant la mise en place d'une campagne de mesures de dioxines et furanes en fond de mine ;
- Etude de la qualité de l'air du puits Else - Contrôles de la qualité de l'air ambiant « Point zéro » - Europoll - 24-28 mars 1998 ;
- Partie A : Etat initial du site pp6-55 - Europoll - mars 1998 ;
- Avis d'expert relatif à la demande de création d'un stockage souterrain de déchets industriels ultimes - Laboratoire de Référence d'Analyse des Risques - INERIS - octobre 1996.

### 3.1 INVESTIGATIONS - AU JOUR

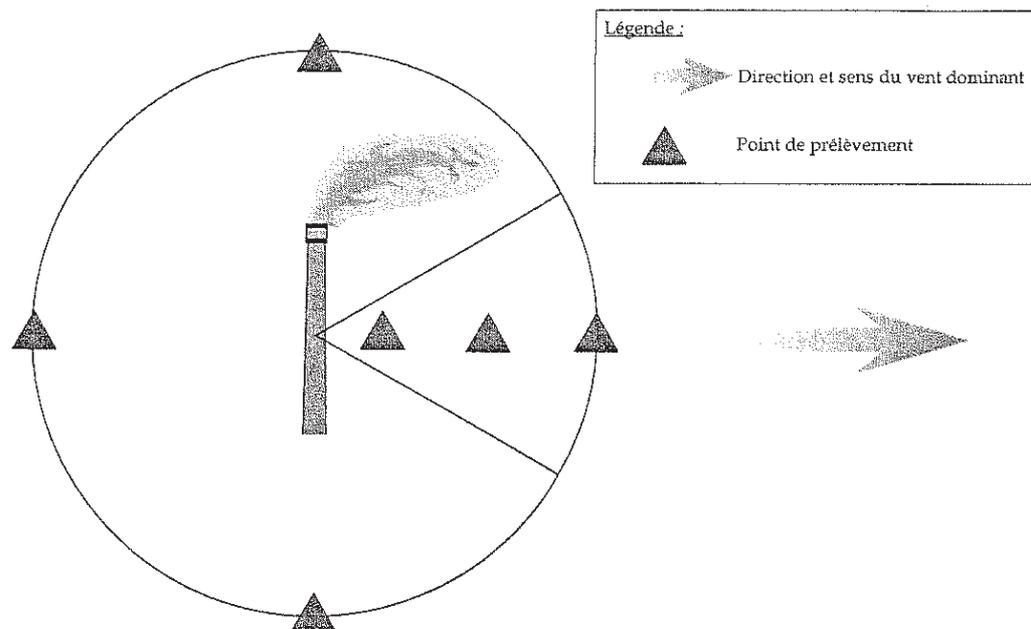
#### 3.1.1 *Guide méthodologique pour l'échantillonnage*

Afin de valider les points de prélèvements au jour autour du puits Else, ERM s'est inspiré des recommandations du document « *Méthode et surveillance des retombées des dioxines et des furanes autour d'une UIOM* » édité par l'INERIS (décembre 2001).

Ce document présente les différentes méthodes utilisées pour apprécier la pollution par les dioxines et furanes au voisinage d'une source émettrice. Elle définit un protocole pour faire un état des lieux des retombées en dioxines autour d'un futur site d'implantation d'une unité d'incinération des ordures ménagères (UIOM).

Bien que les émissions issues du puits Joseph-Else suite à l'incendie ne puissent être comparées à des émissions d'un incinérateur, ERM considère que la méthodologie détaillée dans ce document permet d'établir un constat d'impact dans les différents milieux de l'environnement des émissions de dioxines et furanes compatible avec les objectifs de l'étude.

La figure ci-dessous représente schématiquement l'implantation géographique des points de prélèvements par rapport à une source émettrice. Il convient de réaliser des prélèvements majoritairement en aval, en amont et deux points perpendiculaires à la direction des vents dominants.



### 3.1.2

#### *Mesures réalisées*

##### Air

Deux prélèvements d'air ont été réalisés après l'incendie au niveau du puits Joseph-Else. Ces échantillons ont été analysés pour l'amiante ainsi que pour les HAP et BTEX.

##### Végétaux

Deux échantillons de végétaux (herbe et choux) ont été prélevés dans la cité Graffenwald situés à environ 600 m au nord-ouest du puits Joseph-Else.

Ces deux échantillons de végétaux ont été analysés pour les métaux.

##### Sols

Sept échantillons de sol de surface ont été prélevés sur quatre points autour du puits Joseph-Else. Les points de prélèvements ont été choisis en amont et en aval des vents dominants (nord/nord-est). Ces points de prélèvements se trouvent dans un rayon inférieur à 600 m autour du site et sont représentées sur la figure 3.

Les échantillons de sol ont été analysés pour les métaux, les dioxines et furanes.

Le nombre de points de prélèvement dans les sols autour du puits Joseph-Else n'est pas suffisant pour caractériser l'étendue au sol des retombées des émissions suite à l'incendie. Le nombre de points de prélèvement ne permet pas de s'affranchir d'un niveau de pollution historique (bruit de fond local) existant avant l'incendie ainsi qu'avant le démarrage de l'activité de StocaMine.

Depuis l'incendie, l'accès au bloc 15 et à toute la zone de retour d'air est contrôlé et limité aux personnels de lutte contre l'incendie (pompiers, personnels des mines et personnels de StocaMine). Au vu de ces conditions difficiles, des prélèvements et analyses en laboratoire ont été réalisés en fond de mine dans les semaines suivant l'incendie. Cette première série d'analyses sont détaillées ci-dessous :

- Amiante sur parement au niveau du retour d'air en fond de mine ;
- Métaux sur parement et toit au niveau du retour d'air en fond de mine;
- Dioxines et furanes au niveau du retour d'air en fond de mine ;
- HAP, BTEX dans l'air ambiant au niveau du bloc 15;
- Dioxines, furanes et HAP dans l'air ambiant au niveau du bloc 15.

De nouvelles mesures pour les dioxines et furanes ont été réalisées par la société StocaMine en fond de mine le 12 décembre 2002 pour les différents points de prélèvements suivant:

- Point 1 : Bloc 15 - parement (prélevée le 7/11/2002),
- Point 2 : Bloc 15 - mur (prélevée le 7/11/2002),
- Point 3 : Retour d'air bloc 15 - mur et parement,
- Point 4 : Voie de circulation StocaMine (mur et parement),
- Point 5 : Retour d'air - toit et parement (prélevée le 12/09/02),
- Point 6 : Garage StocaMine - toit et parement,
- Point 7 : Bloc 25 A3-R3 - mur et parement,
- Point 8 : Secteur MDP A - TbAJE - mur et parement,
- Point 9 : Secteur MDP A - Stock 930 - mur et parement,
- Point 10 : Réfectoire StocaMine - mur et parement,
- Point 11 : Retour d'air - bloc 21 - mur et parement,

L'implantation de ces points de prélèvements est détaillée dans la figure 4. Au total, ces 11 points de prélèvements en fond de mine permettent d'apprécier la pollution éventuelle liée à l'incendie.

ERM considère que le nombre d'échantillons est suffisant et que ces points de prélèvements sont correctement localisés (dans le bloc 15, dans le retour d'air du bloc 15, dans le retour d'air du bloc 21 et dans le secteur MDP A) par rapport aux objectifs de l'étude. Ils permettent effectivement de comparer la qualité des parements en aval de l'incendie dans le retour d'air du bloc 15 (points 1, 2, 3, 5 et 10) avec des points en amont du retour d'air de l'incendie (points 4, 6, 7, 11) et même à l'extérieur de la zone d'exploitation de StocaMine chez les mines de potasse (points 8 et 9).

## 4.1

## CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Sols

Le " Guide de gestion des sites (potentiellement) pollués " (version 2 de mars 2000) du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement préconise l'utilisation de critères d'évaluation. Ces valeurs-guides sont applicables dans le cadre d'une évaluation simplifiée des risques. Par commodité, les résultats des investigations au jour et en fond de mine (mur et parement) sont comparés à ces critères d'évaluation. Cependant le caractère acceptable ou inacceptable n'apparaît qu'à l'issue de l'évaluation des risques.

Parmi les valeurs guides pour les sols sont définies :

- La VCI usage sensible (Valeur de Constat d'Impact) qui permet de mettre en évidence un impact sur le milieu sol pour un usage résidentiel, scolaire ou d'autres usages sensibles. Elle représente un seuil au-delà duquel le sol représente un risque potentiel pour la santé des utilisateurs du site.
- La VCI usage non sensible (Valeur de Constat d'Impact) qui permet de mettre en évidence un impact sur le milieu sol pour un usage industriel ou d'autres usages non-sensibles. Elle représente un seuil au-delà duquel le sol représente un risque potentiel pour la santé des utilisateurs du site.

Air

Les valeurs d'exposition en milieu professionnel ont été utilisées pour interpréter les valeurs en fond de mine. Deux types de valeurs sont définis par le ministère du Travail :

- Valeurs limites d'exposition à court terme (VLE) dont le respect permet d'éviter le risque d'effets toxiques immédiats ou à court terme. La VLE est une valeur plafond mesurée sur une durée maximale de 15 minutes ;
- Valeurs limites de moyenne d'exposition (VME) destinées à protéger les travailleurs des effets à terme, mesurées ou estimées sur la durée d'un poste de travail de 8 heures.

Les valeurs pour la qualité de l'air ambiant définies par l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) ont été utilisées pour interpréter les valeurs mesurées au rejet du puits Joseph-Else.

*AU JOUR*

Les échantillons prélevés dans l'air en sortie du puits Joseph-Else ont été analysés de manière exhaustive pour les HAP, les COV, les métaux, les hydrocarbures.

Les échantillons prélevés dans les végétaux et dans les sols dans un rayon de 500 mètres autour du puits Else ont été analysés de manière exhaustive pour les métaux lourds et les dioxines et furanes.

Ces analyses sont synthétisées dans les tableaux suivants :

- Le tableau A1 résume les teneurs observées pour les substances détectées dans l'air au rejet du puits Joseph-Else ;
- Le tableau A2 résume les teneurs observées en métaux dans les sols et végétaux prélevés au jour ;
- Le tableau A3 résume les teneurs observées en dioxines et furanes dans les sols prélevés au jour.

Les teneurs détectées ont été comparées à titre indicatif aux valeurs définies précédemment.

Sols

Des métaux sont observés dans les sols à des teneurs inférieures aux VCI pour un usage sensible.

Des dioxines et furanes sont observées dans les sols à des teneurs inférieures à la VCI pour un usage sensible.

Air

Plusieurs substances tels que l'acétone et l'acétaldéhyde, les BTEX (benzène, toluène et ethylbenzène) et les HAP dont le benzo(a)pyrène ont été détectées dans l'air à des teneurs supérieures aux valeurs guides de l'OMS au rejet du puits Joseph-Else.

*EN FOND DE MINE*

Les échantillons prélevés dans l'air ambiant et sur les parements et murs en fond de mine ont été analysés de manière exhaustive pour les HAP, les COV, les hydrocarbures et les dioxines et furanes.

Ces analyses sont synthétisées dans les tableaux suivants :

- Le tableau B1 résume les teneurs observées pour les substances détectées dans l'air ambiant en fond du puits du bloc 15 ;
- Le tableau B2 résume les teneurs observées en dioxines et furanes dans l'air ambiant du bloc 15 ;
- Le tableau B3 résume les teneurs observées en dioxines et furanes sur les parements dans le retour d'air ;
- Le tableau B4 résume les teneurs observées en dioxines et furanes sur les différents points de prélèvements en fond de mine.

Les teneurs détectées ont été comparées à titre indicatif aux valeurs définies précédemment.

#### Sols, parement et murs

Des dioxines et furanes ont été détectées dans les échantillons (murs et parement) prélevés en fond de mine dans le bloc 15 et dans le retour d'air (P1, P2, P3 et P5) à des teneurs supérieures à la VCI Sensible.

Les résultats analytiques significatifs en fond de mine sont synthétisés dans la figure 5.

#### Air

Du chloroacétaldéhyde a été détecté dans un échantillon d'air prélevé en fond de puits à une teneur supérieure à la VME.

Des dioxines et furanes ont été détectées dans un échantillon d'air prélevé dans le bloc 15 à une teneur de 0,79 ng/m<sup>3</sup> (I-TEQ OMS). Aucune valeur réglementaire pour la qualité de l'air ambiant n'est actuellement applicable en France pour les dioxines et furanes.

## 5.1

## CONCLUSIONS

ERM a effectué un bilan des données récoltées par la société StocaMine pour réaliser un constat d'impact des émissions suite à l'incendie dans le bloc 15.

La méthodologie mise en place par StocaMine, pour la caractérisation des émissions est appropriée aux objectifs de l'étude et conforme aux guides méthodologiques disponibles.

Les mesures réalisées au jour montrent la présence :

- de plusieurs substances (acétone, acétaldéhyde, BTEX, HAP) dans l'air au point de rejet du puits Joseph-Else à des teneurs supérieures aux valeurs guides pour la qualité de l'air ambiant définies par l'OMS ;
- de métaux, de dioxines et furanes dans les sols à des teneurs inférieures aux VCI pour un usage sensible.

Les mesures réalisées en fond de mine montrent la présence :

- de choroacétaldéhyde dans l'air en fond de puits à une teneur supérieure à la VLE ;
- de dioxines et furanes dans les échantillons prélevés en fond de mine dans le bloc 15 et dans le retour d'air (air, murs et parement) à des teneurs supérieures à la VCI Sensible.

## 5.2

## RECOMMANDATIONS

Des mesures complémentaires au jour dans un rayon d'influence de l'ordre de 1500 mètres permettront d'avoir une meilleure compréhension de l'impact des émissions sur les milieux récepteurs et surtout de s'affranchir de toute pollution historique ou bruit de fond local.

Conformément au guide *Ineris*, ERM recommande la réalisation de 6 points de prélèvements complémentaires dans les sols de surface au jour (figure 3) :

- 2 points en aval du site (sous les vents dominants) ;
- 2 points en amont du site ;
- 2 points perpendiculaires au vent dominants.

Ces échantillons de sols de surface (15 cm) devront être analysés pour :

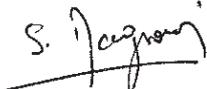
- les métaux ;
- les dioxines et furanes ;
- les HAP dont le benzo(a)pyrène ;
- les BTEX.

Le bilan des données existantes sur les rejets et leurs retombées réalisées à permis de définir des mesures complémentaires qui permettront d'avoir une bonne compréhension de l'état du site et de ses alentours.

L'obtention de ces données complémentaires permettra de réaliser l'évaluation des risques sanitaires que peuvent représenter les substances identifiées.

-oOo-

  
Frédéric Hamilton  
Ingénieur

  
Samir Magnouni  
Ingénieur Senior

## *FIGURES et TABLEAUX*

### FIGURES :

- Figure 1 : Localisation du site
- Figure 2 : Rose des vents
- Figure 3 : Localisation des points de prélèvements au jour
- Figure 4 : Localisation des points de prélèvements en fond de mine
- Figure 5 : Résultats analytiques significatifs observés en fond de mine

### TABLEAUX :

- Tableau A1 : Substances détectées dans l'air au rejet du puits Joseph-Else
  - Tableau A2 : Concentrations en métaux détectées dans les sols et végétaux prélevés au jour
  - Tableau A3 : Concentrations en dioxines et furanes détectées dans les sols prélevés au jour
  
  - Tableau B1 : Substances détectées dans l'air ambiant en fond de mine
  - Tableau B2 : Teneurs en dioxines et furanes dans l'air ambiant en fond de mine
  - Tableau B3 : Teneurs en dioxines et furanes sur parement dans le retour d'air en fond de mine
  - Tableau B3 : Teneurs en dioxines et furanes sur parement dans le retour d'air en fond de mine
  - Tableau B4 : Teneurs en dioxines et furanes dans le bloc 15 et dans le retour d'air en fond de mine (déc. 2002 )
-

## FIGURES

Figure 1 : Localisation du site

Figure 2 : Rose des vents

Figure 3 : Localisation des points de prélèvements au jour

Figure 4 : Localisation des points de prélèvements en fond de mine

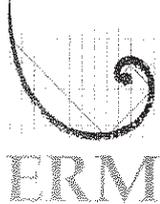
Figure 5 : Résultats analytiques significatifs observés en fond de mine



Source : IGN n° 3720 ET

Figure 1 : Localisation du site

Echelle :  
1/25 000

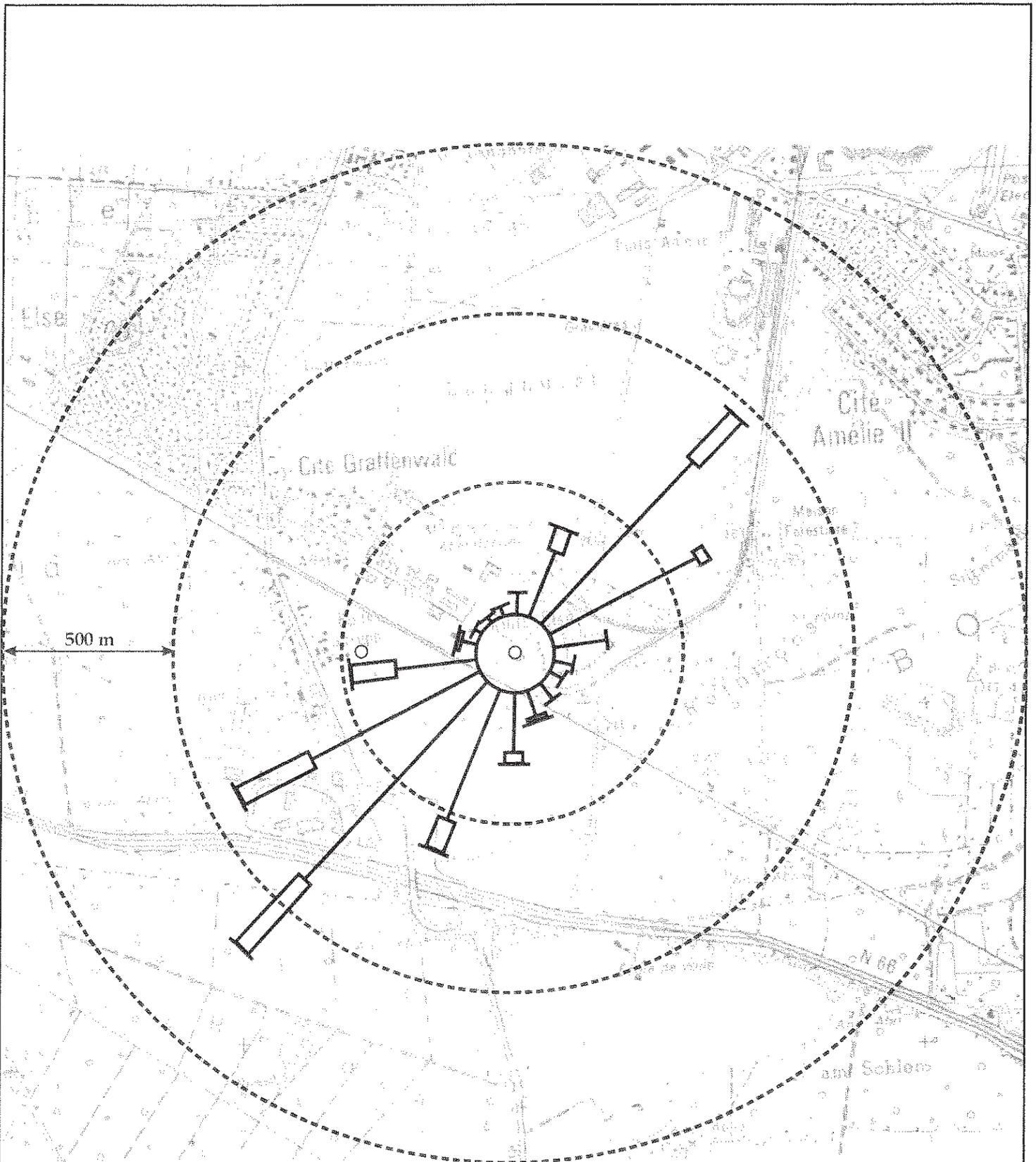


ERM France  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tél.: 01 53 24 10 30  
Fax : 01 53 24 10 40

Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE  
Client : STOCAMINE  
Lieu : WITTELSHEIM (68)

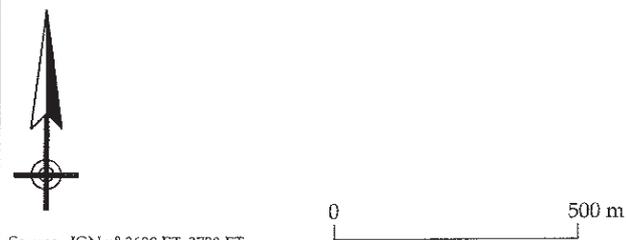
Date :  
20/02/03

Fichier :  
2828-01.cdr



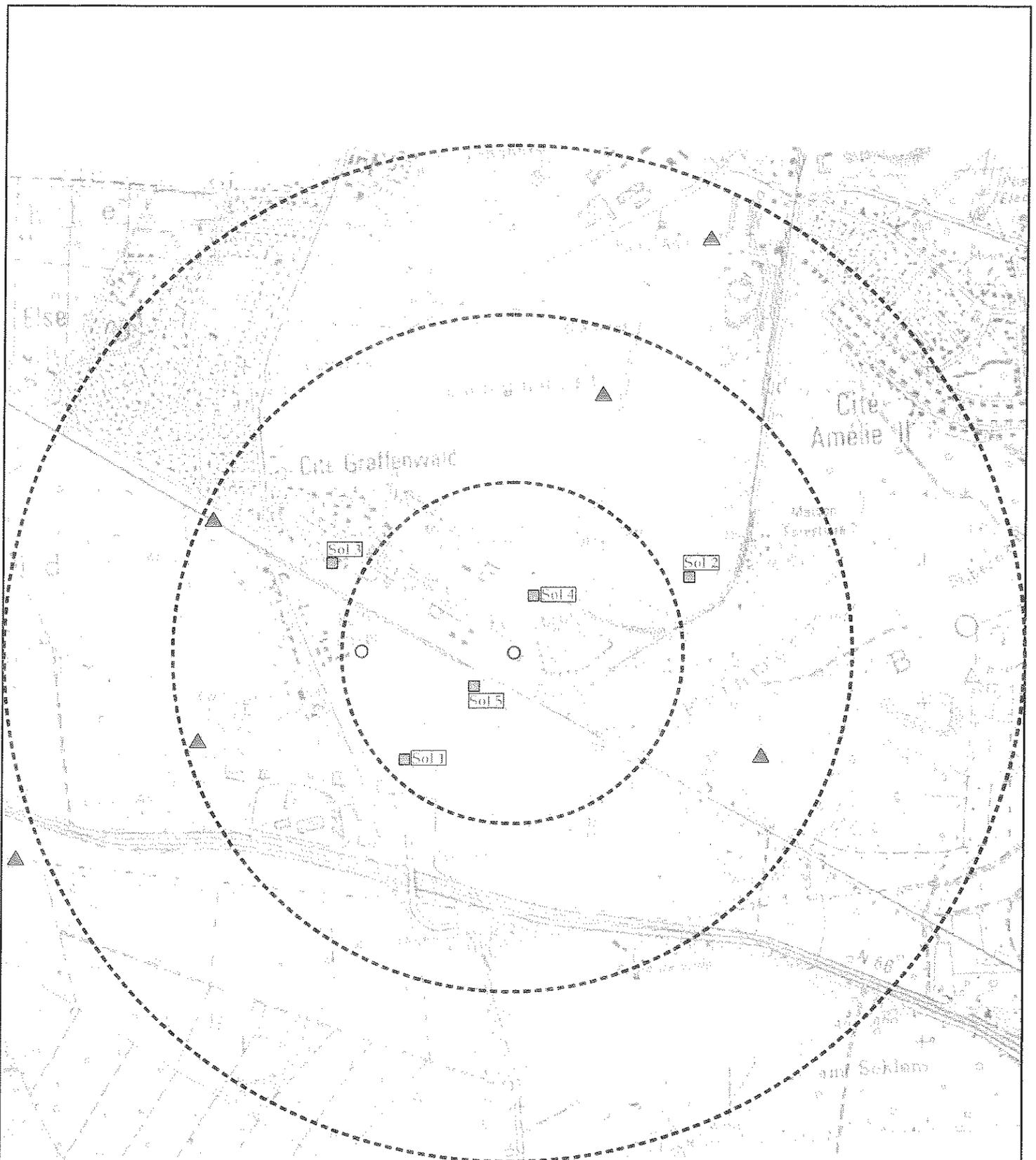
**Légende :**

- 7-14 km/h
- ▭ 16-29 km/h
- ◻ >29 km/h
- Puits



Source : IGN n° 3620 ET, 3720 ET

 <p><b>ERM France</b>          10, rue Fbg poissonnière          75010 Paris          Tél.: 01 53 24 10 30          Fax : 01 53 24 10 40</p>	<b>Figure 2 : Rose des vents</b>		Echelle : Voir barre d'échelle
	Projet :	ETUDE D'IMPACT SANITAIRE	Date : 19/12/02
	Client :	STOCAMINE	Fichier : 2828-02.cdr
Lieu :	WITTELSHEIM (68)		



Légende :

- Prélèvement sol (Bureaux véritas 20/09/02)
- ▲ Prélèvement sol proposé par ERM
- Puits



0 500 m

Source : IGN n° 3620 ET, 3720 ET

Figure 3 : Localisation des prélèvements au jour

Echelle :  
Voir barre d'échelle

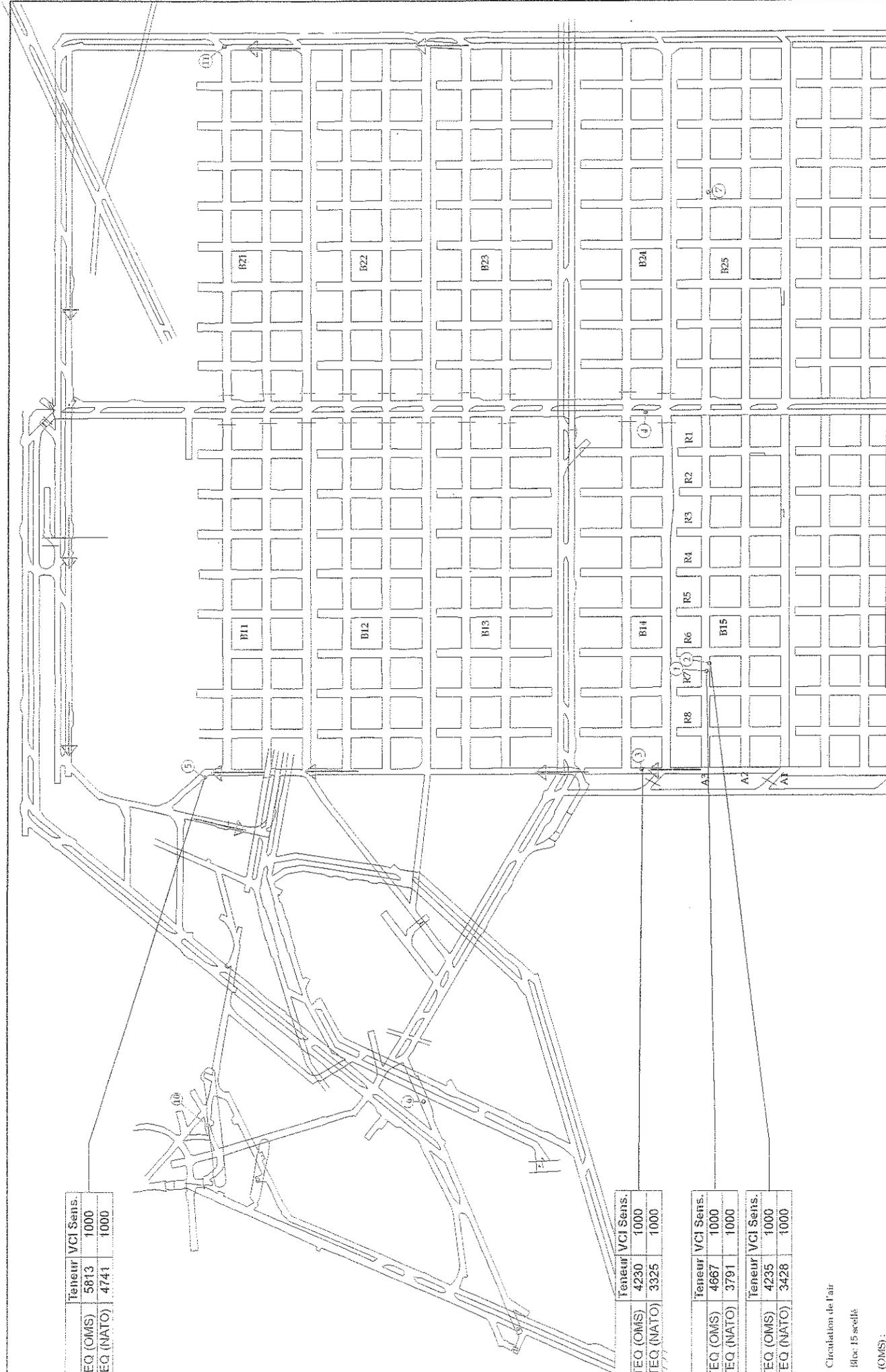


ERM France  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tél.: 01 53 24 10 30  
Fax : 01 53 24 10 40

Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE  
Client : STOCAMINE  
Lieu : WITTELSHEIM (68)

Date :  
20/02/03

Fichier :  
2828-03.cdr



P3	Teneur	VCI Sens.
Total I-TEQ (OMS)	5813	1000
Total I-TEQ (NATO)	4741	1000

P4	Teneur	VCI Sens.
Total I-TEQ (OMS)	4230	1000
Total I-TEQ (NATO)	3325	1000

P2	Teneur	VCI Sens.
Total I-TEQ (OMS)	4667	1000
Total I-TEQ (NATO)	3791	1000

P2	Teneur	VCI Sens.
Total I-TEQ (OMS)	4235	1000
Total I-TEQ (NATO)	3428	1000

Légende:

- Circulation de l'air
- Bloc 15 scelle

Total I-TEQ (OMS):

Total I-TEQ (NATO):

Les teneurs sont exprimées en ng/kg

0 100 m



**ERM France**  
 10, rue Bdg poissonnière  
 75010 Paris  
 Tél.: 01 53 24 10 30  
 Fax : 01 53 24 10 40

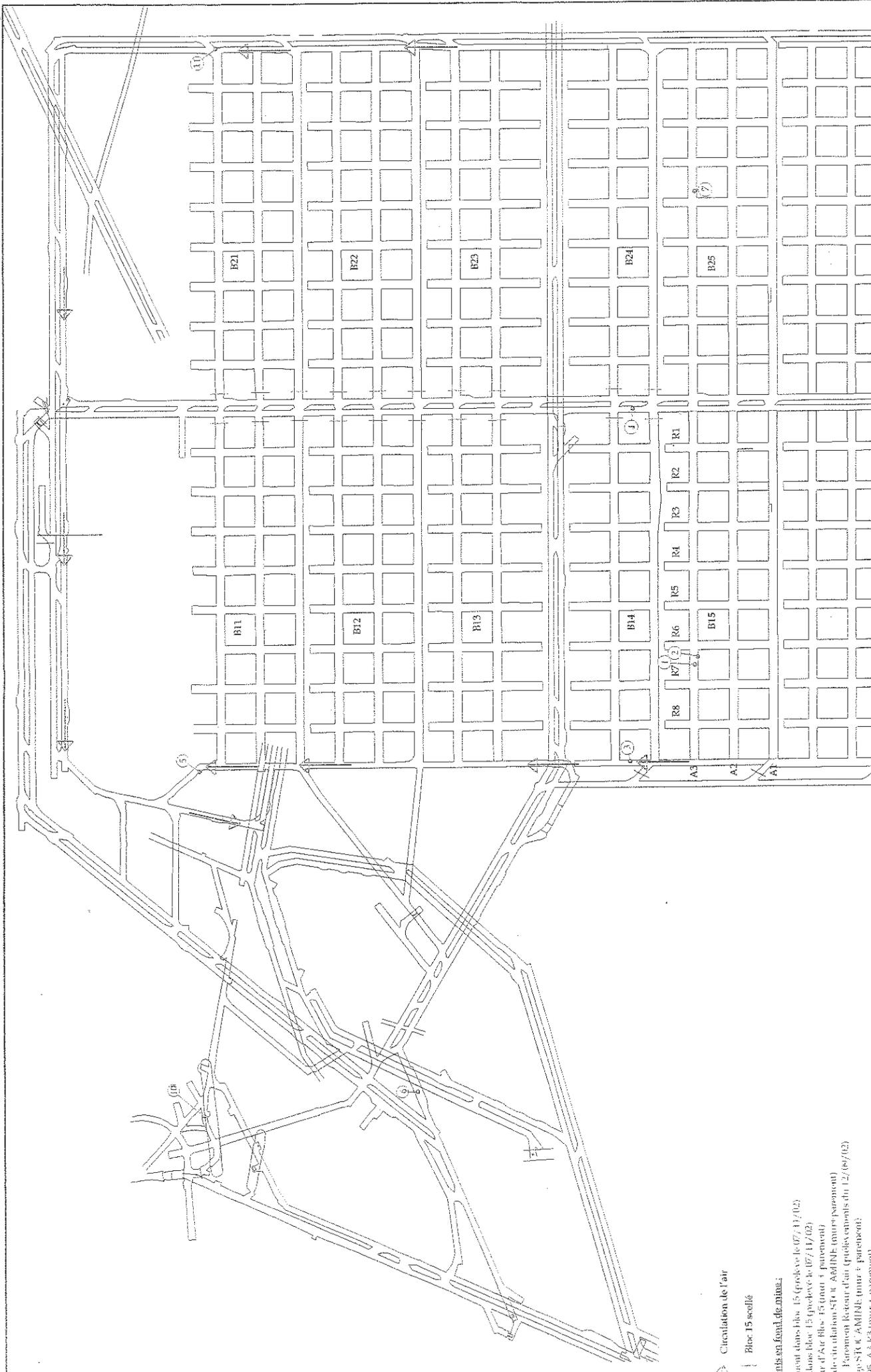
Figure 5 : Résultats analytiques significatifs observés en fond de mine

Projet :  
 Client :  
 Lieu :

ETUDE D'IMPACT SANITAIRE  
 STOCAMINE  
 WITTELSHEIM (68)

Echelle :  
 Voir barre d'échelle

Date : 17/02/03  
 Fichier : 2828.cdr

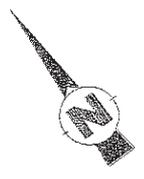


**Figure 4 : Localisation des points de prélèvement en fond de mine**

Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE  
 Client : STOCAMINE  
 Lieu : WITTELSHEIM (68)

Echelle : Voir barre d'échelle  
 Date : 17/02/03  
 Fichier : 2828.cdr

**ERM France**  
 10, rue Fbg poissonnière  
 75010 Paris  
 Tél. : 01 53 24 10 30  
 Fax : 01 53 24 10 40



**Légende :**

- Circulation de l'air
- Bloc 15 scellé

**Prélèvements en fond de mine :**

- 1 - Parcement dans bloc 15 (prélevé le 07/11/02)
- 2 - Air dans bloc 15 (prélevé le 07/11/02)
- 3 - Retour d'Air Bloc 15 (tour 1 parcement)
- 4 - Vais de circulation STOCAMINE (tour parcement)
- 5 - Parcement Retour d'air (prélèvements du 12/04/02)
- 6 - Cottage STOCAMINE (tour 1 parcement)
- 7 - Bloc 25 A3 E3 (tour 1 parcement)
- 8 - Ssc leur BDDPA; BDAE; (tour 1 parcement)
- 9 - Ssc leur BDDPA; Stock 430 (tour 1 parcement)
- 10 - Bête laire; Soc. autre; (tour 1 parcement)
- 11 - Retour d'air - bloc 23 (tour 1 parcement)

Note :  
 Les prélèvements n°3-4-6-7-8-9-10 et 11 ont été réalisés le 12/12/2002  
 Les prélèvements n°8 et 9 ne sont pas représentés sur le plan



## TABLEAUX

Tableau A1 : Substances détectées dans l'air au rejet du puits Joseph-Else

Tableau A2 : Concentrations en métaux détectées dans les sols et végétaux prélevés au jour

Tableau A3 : Concentrations en dioxines et furanes détectées dans les sols prélevés au jour

Tableau B1 : Substances détectées dans l'air ambiant en fond de mine

Tableau B2 : Teneurs en dioxines et furanes dans l'air ambiant en fond de mine

Tableau B3 : Teneurs en dioxines et furanes sur parement dans le retour d'air en fond de mine

Tableau B4 : Teneurs en dioxines et furanes dans le bloc 15 et dans le retour d'air en fond de mine (déc. 2002 )

---

**Tableau A1 - Substances détectées dans l'air au rejet du puits Joseph-Else**

		Rejet puit Joseph-Else	
	Unit	24/09/2002	
<b>Aldéhydes</b>			
Acétaldéhyde	µg/m <sup>3</sup>		2660
<b>Cétones</b>			
Acétone	µg/m <sup>3</sup>		240
<b>Hydrocarbures aromatiques</b>			
Benzène	µg/m <sup>3</sup>		620
Toluène	µg/m <sup>3</sup>		2050
Ethyl benzène	µg/m <sup>3</sup>		380
<b>HAP</b>			
Benzo(a)pyrene	µg/m <sup>3</sup>		120
Benzo(b)fluoranthène	µg/m <sup>3</sup>		120
Benzo(a)anthracène	µg/m <sup>4</sup>		
Benzo(k)fluoranthène	µg/m <sup>3</sup>		40
Fluoranthène	µg/m <sup>3</sup>		70
<b>Poussières</b>	µg/m <sup>3</sup>		900
<b>Halogénés</b>			
Iode	µg/m <sup>3</sup>		110
<b>Métaux</b>		Gazeux	Particulaire
Arsenic	µg/m <sup>3</sup>	<0,3	0,9
Alluminium	µg/m <sup>3</sup>	9,8	<7,6
Plomb	µg/m <sup>3</sup>	0,6	10,7
<b>Autres composés</b>			
SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>		393
HCl	µg/m <sup>3</sup>		582
NH <sub>3</sub>	µg/m <sup>3</sup>		78
Azote organique	µg/m <sup>3</sup>		236

Tableau A2 - Concentrations en métaux détectées dans les sols et végétaux prélevés au jour

Métaux	Unit	IQJ	VCI Sensible	Sol 1-1 0-20cm	Sol 1-2 0-20cm	Sol 2-1 0-20cm	Sol 2-2 0-20cm	Sol 3 0-20cm	Sol 3 40-60cm	Sol 3 mixte	Herbe	Choux
Aluminium	mg/kg	10		3170	3150	3020	2800	3170	2850	3170	56,2	-
Arsenic	mg/kg	5	37	7,68	8,59	16,5	23,1	24	10,1	10,6	<20	-
Barium	mg/kg	10	625	75,9	64,9	68,6	77,8	86,5	92,1	119	89,9	-
Bore	mg/kg	10		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cadmium	mg/kg	5	20	-	-	-	-	-	-	-	<20	-
Chrome	mg/kg	19	130	39,4	41	54,9	68,4	76,9	28,5	29,8	<75	<20
Cobalt	mg/kg	10	240	-	-	-	-	-	-	-	<40	-
Cuivre	mg/kg	10	190	12,5	-	23,8	29,9	33,6	22,6	26,9	<40	-
Etain	mg/kg	10		-	-	-	-	-	-	-	<40	-
Fer	mg/kg	19		12000	13100	16800	20500	23100	12700	12800	101	<20
Molybdène	mg/kg	10	200	-	-	-	-	-	-	-	<40	-
Manganèse	mg/kg	10		202	196	316	463	524	243	278	<40	-
Nickel	mg/kg	10	140	21,1	24,8	33,8	42,7	48,1	17,6	19,2	<40	-
Phosphore	mg/kg	5	400	605	673	691	906	1020	674	773	2620	211
Plomb	mg/kg	10		25	28,6	35,7	34,2	38,4	41,9	49,9	<40	-
Soufre	mg/kg	48		370	382	230	248	275	318	413	<40	-
Antimoine	mg/kg	19	100	-	-	-	-	-	-	-	<75	<20
Sélénium	mg/kg	19		-	-	-	-	-	-	-	<75	<20
Silicium	mg/kg	19		245	315	284	188	213	670	1540	1190	<20
Strontium	mg/kg	10		10,6	13,4	14,6	21,4	24	25,1	38,4	<40	-
Titanium	mg/kg	10		213	267	439	577	648	178	230	<40	-
Taillum	mg/kg	48		-	-	-	-	-	-	-	<200	<50
Vanadium	mg/kg	10	560	-	-	-	-	-	-	-	<40	-
Zinc	mg/kg	10	9000	49	62	54,9	66,7	74	156	182	41,2	-
Beryllium	mg/kg	10	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sodium	mg/kg	10		158	119	229	195	224	222	250	<40	34
Potassium	mg/kg	19		1290	1420	2460	2730	3070	999	1150	15700	1830
Magnesium	mg/kg	10		3940	4290	5850	7010	7880	2760	2880	1730	122
Calcium	mg/kg	48		2020	3340	2470	6240	7020	3690	10100	7120	431
Mercuré	mg/kg	0,1	7	0,183	0,104	-	-	0,222	0,171	0,248	<0,4	-

Concentrations > VCI Sensible

Tableau A3 - Concentrations en dioxines observées dans les sols prélevées au jour

Dioxines et furanes	Unité	VCI Sensibilité	SOL 1-1			SOL 1-2			SOL 1-2			SOL 1-2		
			L-TEF OMS PR/TE/kg	L-TEF NATO PR/TE/kg	0-20cm PR/kg	OMS PR/TE/kg	NATO PR/TE/kg	0-20cm PR/kg	OMS PR/TE/kg	NATO PR/TE/kg	0-20cm PR/kg	OMS PR/TE/kg	NATO PR/TE/kg	
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzodioxine	PR TE/kg		1	1	0,1	0,1	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,08	
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	PR TE/kg		1	0,5	0,37	0,37	0,23	0,23	0,23	0,23	0,2	0,2	0,32	
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	PR TE/kg		0,1	0,1	0,53	0,53	0,46	0,46	0,46	0,46	0,19	0,19	0,14	
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	PR TE/kg		0,1	0,1	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,46	0,46	0,47	
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	PR TE/kg		0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,42	0,42	0,38	
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	PR TE/kg		0,001	0,001	9,75	0,0975	8,5	0,0975	0,0975	0,0975	3,68	0,0368	0,0368	
Octachlorodibenzodioxine	PR TE/kg		0,0001	0,001	41,48	0,004148	41,48	0,004148	0,004148	16,79	0,001679	0,001679	0,02185	
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,05	0,05	0,99	0,99	1,28	0,99	0,99	0,99	0,26	0,26	0,32	
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,5	0,5	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,26	0,26	0,32	
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,5	0,5	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	0,46	0,46	0,24	
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,1	0,1	1,11	1,11	1,37	1,37	1,37	1,37	0,49	0,49	0,46	
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,1	0,1	0,96	0,96	0,92	0,92	0,92	0,92	0,44	0,44	0,49	
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,1	0,1	1,21	1,21	1,25	1,25	1,25	1,25	0,56	0,56	0,65	
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,1	0,1	4,8	0,048	4,85	0,0485	0,0485	2,26	0,0226	0,0226	0,06	
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,01	0,01	4,8	0,048	4,85	0,0485	0,0485	2,26	0,0226	0,0226	0,06	
Octachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,01	0,01	0,5	0,005	0,58	0,0058	0,0058	0,31	0,0031	0,0031	0,32	
Summe			0,0001	0,001	4,75	0,00475	4,11	0,00411	0,00411	2,11	0,00211	0,00211	2,1	
Total L-TEQ		1000				1,833	1,689	1,728	1,654		0,858	0,775	1,043	

Dioxines et furanes	Unité	VCI Sensibilité	SOL 3			SOL 3			SOL 3			SOL 3		
			L-TEF OMS PR/TE/kg	L-TEF NATO PR/TE/kg	0-20cm PR/kg	OMS PR/TE/kg	NATO PR/TE/kg	40-60cm PR/kg	OMS PR/TE/kg	NATO PR/TE/kg	mixte PR/kg	OMS PR/TE/kg	NATO PR/TE/kg	
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzodioxine	PR TE/kg		1	1	0,3	0,3	0,32	0,32	0,32	0,32	0,24	0,24	0,24	
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	PR TE/kg		1	0,5	1,52	1,52	1,39	1,39	1,39	1,39	1,5	1,5	0,75	
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	PR TE/kg		0,1	0,1	1,85	1,85	1,27	1,27	1,27	1,27	1,62	1,62	0,62	
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	PR TE/kg		0,1	0,1	2,45	2,45	2,13	2,13	2,13	2,13	2,14	2,14	0,214	
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	PR TE/kg		0,1	0,1	1,89	1,89	1,3	1,3	1,3	1,3	1,78	1,78	0,178	
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	PR TE/kg		0,01	0,01	17,32	0,1732	13,55	0,1355	0,1355	13,55	14,86	0,1486	0,1486	
Octachlorodibenzodioxine	PR TE/kg		0,0001	0,001	70,89	0,007089	53,42	0,005342	0,005342	37,2	0,00372	0,00372	0,0572	
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,1	0,1	3,27	3,27	2,98	2,98	2,98	2,98	3,2	3,2	0,32	
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,05	0,05	2,85	2,85	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	0,132	
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,5	0,5	5,34	5,34	4,11	4,11	4,11	4,11	4,27	4,27	2,135	
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,1	0,1	5,59	5,59	4,1	4,1	4,1	4,1	4,29	4,29	0,429	
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,1	0,1	5	5	3,69	3,69	3,69	3,69	4,09	4,09	0,409	
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,1	0,1	7,06	7,06	5,27	5,27	5,27	5,27	5,13	5,13	0,513	
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,01	0,01	26,76	0,2676	19,86	0,1986	0,1986	22,48	0,2248	0,2248	0,2248	
Octachlorodibenzofurane	PR TE/kg		0,01	0,01	2,29	0,0229	1,68	0,0168	0,0168	1,76	0,0176	0,0176	0,0176	
Summe			0,0001	0,001	29,84	0,02984	17,24	0,01724	0,01724	16,59	0,01659	0,01659	0,01659	
Total L-TEQ		1000				7,858	7,189	6,368	5,237		6,679	5,987		

**Tableau B1 - Substances détectées dans l'air ambiant en fond de mine**

	Unit	VME	VLE	Fond du puits Bloc15		Fond du puits Bloc15
				07/10/2002	15/10/2002	31/10/2002
<b>Aldéhydes</b>						
Acétaldéhyde	µg/m <sup>3</sup>	180000		3420		
Butyraldéhyde	µg/m <sup>3</sup>			93		
Formol	µg/m <sup>3</sup>			28		
Furfuraldéhyde	µg/m <sup>3</sup>	8000		106		
Chloroacétaldéhyde	µg/m <sup>3</sup>	3000		4237		
Isovaléraldéhyde	µg/m <sup>3</sup>	175000		10		
<b>Cétones</b>						
Acétone	µg/m <sup>3</sup>	1800000		1670		
Butanone (MEK)	µg/m <sup>3</sup>	600000		180		
<b>Hydrocarbures aromatiques</b>						
Benzène	µg/m <sup>3</sup>	16000		1960		
Toluène	µg/m <sup>3</sup>	375000	550000	180		
Xylènes	µg/m <sup>3</sup>	435000	650000	125		
Ethyl benzène	µg/m <sup>3</sup>	435000		210		
<b>HAP</b>						
Benzo(a)pyrene	µg/m <sup>3</sup>			<6	0,016	
Benzo(b)fluoranthène	µg/m <sup>3</sup>			<6	0,025	
Fluoranthène	µg/m <sup>3</sup>			<6	0,701	
<b>Poussières</b>						
<b>Halogénés</b>						
Chlore	µg/m <sup>3</sup>			263		
<b>Métaux</b>						
Arsenic	µg/m <sup>3</sup>	200		234		
Plomb	µg/m <sup>3</sup>	150				
Cuivre	µg/m <sup>3</sup>	200				
<b>Autres composés</b>						
HCN	µg/m <sup>3</sup>			96		<6
HCl	µg/m <sup>3</sup>			106		582
NH <sub>3</sub>	µg/m <sup>3</sup>			24		78
Azote organique	µg/m <sup>3</sup>			44		236

Teneur dans l'air ambiant en fond de mine > VME (Valeur moyenne d'exposition)  
 Teneur dans l'air ambiant en fond de mine > VLE (Valeur limite d'exposition)

**Tableau B2 - Teneurs en dioxines dans l'air ambiant en fond de mine (Bloc 15)**

Air ambiant - Bloc 15 17/10/02					
	I-TEF OMS	I-TEF NATO	ng/Nm <sup>3</sup>	I-TEQ OMS ng/Nm <sup>3</sup>	I-TEQ NATO ng/Nm <sup>3</sup>
matière brute analysé = 2,06 g					
<b>Dioxines et furanes</b>					
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	1	1	0,0734	0,0734	0,0734
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	1	0,5	0,1674	0,1674	0,0837
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,1237	0,01237	0,01237
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,4651	0,04651	0,04651
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,3435	0,03435	0,03435
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	0,01	0,01	3,2379	0,032379	0,032379
Octachlorodibenzodioxine	0,0001	0,001	3,5247	0,00035247	0,00035247
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1758	0,01758	0,01758
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,05	0,05	0,1404	0,00702	0,00702
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,5	0,5	0,2491	0,12455	0,12455
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,7598	0,07598	0,07598
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,5924	0,05924	0,05924
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,8122	0,08122	0,08122
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1849	0,01849	0,01849
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	0,01	0,01	4,1105	0,041105	0,041105
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	0,01	0,01	0,306	0,00306	0,00306
Octachlorodibenzofurane	0,0001	0,001	2,4111	0,00024111	0,00024111
<b>Somme</b>				<b>0,7952</b>	<b>0,7169</b>

TableauB3 - Teneurs en dioxines sur parement - Retour d'air en fond de mine

	VCI		VCI		Parement - Retour d'air - Fond		Parement - Retour d'air - Fond		Parement - Retour d'air - Fond	
	Sensible	Non Sensible	Sensible	Non Sensible	I-TEF OMS	NATO	I-TEF NATO	OMS	I-TEQ NATO	NATO
	ng TE/kg	ng TE/kg	ng TE/kg	ng TE/kg				ng/kg	pg/extrait	ng/kg
matière brute analysé = 2,06 g										
<b>Dioxines et furanes</b>										
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine			1	1				1337,88	1337,88	1337,88
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine			1	1	0,5	0,5		4662,23	4662,23	2331,115
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine			0,1	0,1	0,1	0,1		4467,23	446,723	446,723
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine			0,1	0,1	0,1	0,1		1667,063	1667,063	1667,063
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine			0,1	0,1	0,1	0,1		1333,25	1333,25	1333,25
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine			0,01	0,01	0,01	0,01		1281,319	1281,319	1281,319
Octachlorodibenzodioxine			0,0001	0,0001	0,001	0,001		12,92028	12,92028	12,92028
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane			0,1	0,1	0,1	0,1		607,71	607,71	60,771
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane			0,05	0,05	0,05	0,05		626,51	626,51	31,3255
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane			0,5	0,5	0,5	0,5		1274,02	637,01	637,01
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane			0,1	0,1	0,1	0,1		1462,99	146,299	146,299
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane			0,1	0,1	0,1	0,1		1311,65	131,165	131,165
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane			0,1	0,1	0,1	0,1		1537,74	153,774	153,774
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane			0,1	0,1	0,1	0,1		73,85	7,385	7,385
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane			0,01	0,01	0,01	0,01		5728,6	57,286	57,286
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane			0,01	0,01	0,01	0,01		834	8,34	8,34
Octachlorodibenzofurane			0,0001	0,0001	0,001	0,001		6984,31	0,698431	6,98431
<b>Somme</b>								11975,44	11975,44	9766,89
Total I-TEQ	1000	10000						5813,32		4741,21

Teneur > VCI Sensible  
Teneur > VCI Non Sensible

Tableau B4 - Mesure en fond de mine de décembre 2002

	VCI		P1		P2		P3 (mur)		P3 (parois)		P4	
	VCI Sensible	Non Sensible	Déc. 02	Déc. 02	Déc. 02	Déc. 02	Déc. 02	Déc. 02	Déc. 02	Déc. 02	Déc. 02	Déc. 02
	ng TE/kg	ng TE/kg	I-TEQ OMS	I-TEQ NATO	I-TEQ OMS	I-TEQ NATO	I-TEQ OMS	I-TEQ NATO	I-TEQ OMS	I-TEQ NATO	I-TEQ OMS	I-TEQ NATO
Dioxines et furanes												
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	1	10000	270	270	499	499	85	85	325	325	0,51	0,31
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	0,5	1819	1819	909,5	1663	831,5	358	358	1885	1885	1,1	1,1
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	115,4	115,4	115,4	3190	319	277	27,7	1139	113,9	0,35	0,035
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	494,8	494,8	494,8	385,5	385,5	1217	121,7	609,3	60,93	1,92	0,192
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	260,6	260,6	260,6	204,2	204,2	628	62,8	301,9	30,19	0,98	0,098
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	0,01	28577	28577	28577	16793	16793	7712	771,2	37314	3731,4	11,77	0,1177
Octachlorodibenzodioxine	0,001	3472	3472	347,2	24264	2426,4	8183	818,3	39793	3979,3	51,63	0,05163
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,1	72	72	7,2	399	39,9	82	8,2	297	29,7	1,38	0,138
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,05	956	47,8	47,8	615	30,75	103	5,15	351	17,55	0,86	0,043
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,5	1453	726,5	726,5	913	456,5	138	69	591	295,5	2,22	1,11
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	1823	182,3	182,3	1181	118,1	205	20,5	733	73,3	1,8	0,18
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	1463	146,3	146,3	1126	112,6	189	18,9	678	67,8	0,69	0,069
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	1795	179,5	179,5	1440	144	273	27,3	1046	104,6	1,02	0,102
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	0,1	60	6	6	47	4,7	10	1	29	2,9	0,08	0,008
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	0,01	5247	524,7	52,47	4784	47,84	7609	760,9	2443	244,3	2,19	0,0219
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	0,01	452	45,2	4,52	3964	39,64	674	67,4	217	21,7	0,41	0,041
Octachlorodibenzofurane	0,001	3001	0,3001	3,001	2854	0,2854	4888	0,4888	1772	0,1772	7,08	0,00708
Somme			4666,73	3791,18	4235,37	3428,26	966,51	799,27	4230,35	3325,26	3,53	3,04
Total I-TEQ			1000	10000								

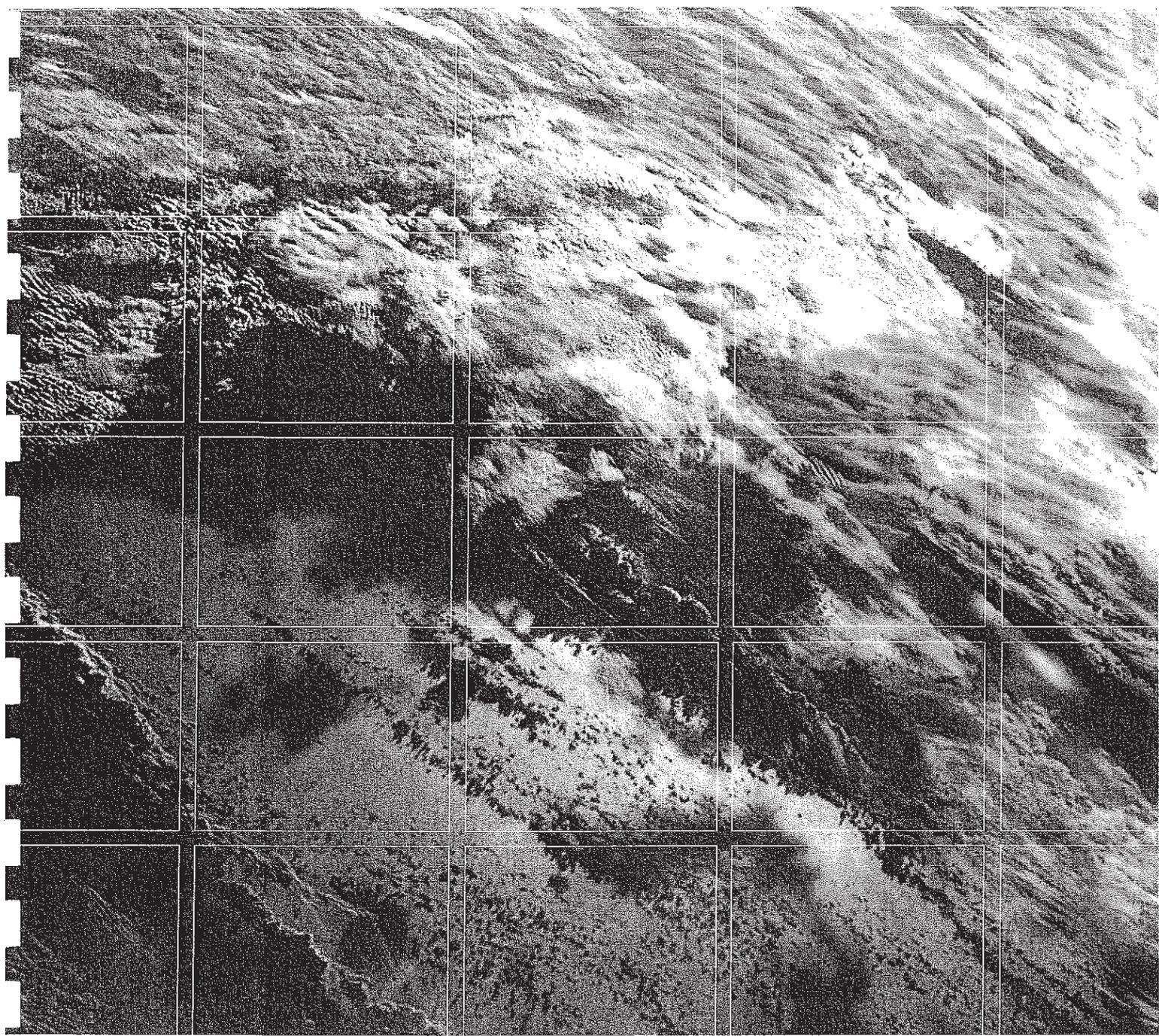
Teneur > VCI Sensible  
Teneur > VCI Non Sensible



Tableau B4 - Mesure en fond de mine de décembre 2002

	VCI		F-TEF OMS	F-TEF NATO	P10 (parois)		F-TEQ OMS		P11		F-TEQ NATO	F-TEQ OMS	F-TEQ NATO
	Sensible	Non Sensible			ng TE/kg	ng/kg	ng/kg	ng/kg	ng/kg	ng/kg			
<b>Dioxines et furanes</b>													
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine			1	1	0,12	0,12	0,12	0,12	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine			1	0,5	0,35	0,35	0,175	0,175	1,06	1,06	1,06	1,06	0,53
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine			0,1	0,1	0,24	0,024	0,024	0,024	1,31	1,31	1,31	1,31	0,131
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine			0,1	0,1	0,39	0,039	0,039	0,039	9,47	9,47	9,47	9,47	0,947
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine			0,1	0,1	7,03	0,703	0,703	0,703	2,49	2,49	2,49	2,49	0,249
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine			0,01	0,01	5,9	0,058	0,058	0,058	84,72	84,72	84,72	84,72	0,8472
Oxochlorodibenzodioxine			0,0001	0,001	30,66	0,00066	0,00066	0,00066	135,83	135,83	135,83	135,83	0,13583
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane			0,1	0,1	2,65	0,265	0,265	0,265	3,65	3,65	3,65	3,65	0,365
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane			0,05	0,05	1,21	0,0945	0,0945	0,0945	1,27	1,27	1,27	1,27	0,0635
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane			0,5	0,5	2,28	1,14	1,14	1,14	3,28	3,28	3,28	3,28	1,64
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane			0,1	0,1	1,71	0,171	0,171	0,171	8,63	8,63	8,63	8,63	0,863
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane			0,1	0,1	1,41	0,141	0,141	0,141	2,78	2,78	2,78	2,78	0,278
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane			0,1	0,1	1,07	0,107	0,107	0,107	4,12	4,12	4,12	4,12	0,412
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane			0,1	0,1	0,4	0,04	0,04	0,04	0,12	0,12	0,12	0,12	0,012
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane			0,01	0,01	2,37	0,0237	0,0237	0,0237	45,92	45,92	45,92	45,92	0,4592
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane			0,01	0,01	0,4	0,04	0,04	0,04	2,72	2,72	2,72	2,72	0,0272
Oxochlorodibenzofurane			0,0001	0,001	3,17	0,000317	0,000317	0,000317	50,35	50,35	50,35	50,35	0,00035
<b>Somme</b>													
Total F-TEQ	1000	10000				3,25	3,11		7,55	7,55			7,19

Teneur > VCI  
Teneur > VCI



(16b)

**Evaluation des risques  
sanitaires - Site de  
Wittelsheim (68)**

**StocaMine**

30 mars 2003

STOCAMINE

Evaluation des risques sanitaires  
*Site de Wittelsheim (68)*

Numéro du projet : PF2828

Mars 2003

pour le compte de ERM France

Approuvé par : Frédéric Hamilton

Position :                    Chef de Projet

Date :                    Mars 2003

Ce rapport a été préparé par ERM France avec toute la compétence, le soin et la diligence raisonnables selon les termes du Contrat avec le client, qui incorpore les Conditions Générales de Fourniture de Services et prend en compte les ressources allouées à ce travail par accord avec le Client.

Nous déclinons toute responsabilité envers le Client et tout tiers pour tout ce qui ne fait pas partie du domaine ci-dessus.

Ce rapport est confidentiel et destiné au Client aussi nous n'acceptons aucune responsabilité de quelque nature que ce soit envers des tiers auxquels ce rapport aurait été communiqué en tout ou en partie. Ces tiers utiliseraient ce rapport à leurs propres risques.

## TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION	1
1.1	CONTEXTE DE L'ETUDE	1
1.2	OBJECTIFS DE L'ETUDE	1
1.3	LIMITATIONS DE L'ETUDE	2
1.4	PRESENTATION DU RAPPORT	2
2	CONTEXTE DU SITE	3
2.1	LOCALISATION DU SITE	3
2.2	ACTIVITES DU SITE	3
2.3	DESRIPTIF DU SITE	4
2.4	EMISSIONS LORS DE L'INCENDIE	4
3	INVENTAIRE DES INVESTIGATIONS	6
3.1	INVESTIGATIONS - AU JOUR	6
3.2	INVESTIGATIONS - AU FOND	8
4	SYNTHESE ET INTERPRETATION DES MESURES	10
4.1	CONTEXTE REGLEMENTAIRE	10
4.2	AU JOUR	11
4.3	AU FOND	13
4.4	CONCLUSIONS	14
5	METHODOLOGIE DE L'EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES	15
5.1	MODELE CONCEPTUEL DU SITE	16
5.2	TOXICITE DES SUBSTANCES	16
5.3	CARACTERISATION DES RISQUES	19
6	EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES	21

6.1	<i>Au JOUR</i>	21
6.2	<i>Au FOND</i>	30
7	<i>CONCLUSIONS</i>	36
8	<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	38
8.1	<i>ETUDES ET ANALYSES</i>	38
8.2	<i>REFERENCES</i>	39
8.3	<i>SITES INTERNET</i>	40
9	<i>GLOSSAIRE</i>	42

## TABLEAUX

- Tableau 1 : Teneurs observées pour les substances détectées dans l'air au rejet du puits Else
- Tableau 2 : Teneurs en métaux observées dans les sols et végétaux prélevés au jour
- Tableau 3 : Teneurs en dioxines et furanes observées dans les sols prélevés au jour
- Tableau 4 : Teneurs en BTEX, métaux et HAP observées dans les sols prélevés au jour en février 2003
- Tableau 5 : Teneurs en dioxines et furanes observées dans les sols prélevés au jour en février 2003
- Tableau 6 : Teneurs observées pour les substances détectées dans l'air ambiant en fond du puits du bloc 15
- Tableau 7 : Teneurs observées en dioxines et furanes dans l'air ambiant du bloc 15
- Tableau 8 : Teneurs observées en dioxines et furanes sur les parements dans le retour d'air pour les prélèvements réalisés en septembre 2002
- Tableau 9 : Teneurs observées en dioxines et furanes sur les différents points de prélèvements en fond de mine pour les prélèvements réalisés en décembre 2002

## FIGURES

- Figure 1 : Localisation du site
- Figure 2 : Rose des vents
- Figure 3 : Localisation des points de prélèvements au jour
- Figure 4 : Teneurs en arsenic observées dans les sols
- Figure 5 : Teneurs en chrome observées dans les sols
- Figure 6 : Teneurs en cuivre observées dans les sols
- Figure 7 : Teneurs en nickel observées dans les sols
- Figure 8 : Teneurs en plomb observées dans les sols
- Figure 9 : Teneurs en zinc observées dans les sols
- Figure 10 : Teneurs en mercure observées dans les sols
- Figure 11 : Teneurs en baryum observées dans les sols
- Figure 12 : Teneurs en cobalt observées dans les sols
- Figure 13 : Teneurs en HAP observées dans les sols
- Figure 14 : Teneurs en dioxines et furanes observées dans les sols
- Figure 15 : Localisation des points de prélèvements en fond de mine
- Figure 16 : Résultats analytiques significatifs observés en fond de mine
- Figure 17 : Modèle conceptuel du site - Scénario au jour
- Figure 18 : Modèle conceptuel du site - Scénario au fond

## *ANNEXES*

- Annexe A : Evaluation des risques sanitaires sur les populations avoisinantes au jour
- Annexe B : Evaluation des risques sanitaires sur les employés au fond dans le retour d'air
- Annexe C : Evaluation des risques sanitaires sur les employés au fond dans l'entrée d'air
- Annexe D : Dispersion atmosphérique

# 1 INTRODUCTION

## 1.1 CONTEXTE DE L'ETUDE

La société StocaMine stocke des déchets industriels ultimes à moins 600 mètres de profondeur, à proximité des Mines de Potasse d'Alsace. Ce centre de stockage installé sur l'ancien carreau de la mine Joseph-Else a démarré le 10 février 1999.

ERM a été mandaté par la société StocaMine pour la réalisation d'une évaluation de l'impact sanitaire des fumées ou gaz rejetés pendant toutes les phases de l'incendie qui a démarré le 10 septembre 2002 dans le bloc 15 du centre de stockage souterrain.

La présente étude a été demandée par l'administration par arrêté préfectoral n° 02-3630 du 7 décembre 2002 à la société StocaMine pour évaluer l'impact sanitaire des émissions de l'incendie.

## 1.2 OBJECTIFS DE L'ETUDE

Les objectifs de la mission d'ERM sont de réaliser à partir des données recueillies par StocaMine, l'évaluation quantitative des risques sanitaires suite à l'incendie qui s'est déclaré dans le bloc 15 en distinguant la part de l'exposition :

- pour les populations avoisinantes ;
- pour les employés StocaMine en fond de mine.

L'approche d'ERM comprend deux étapes successives.

Tout d'abord, réaliser un inventaire des données existantes sur les rejets et leurs retombées afin d'avoir une bonne compréhension de l'état du site et de ses alentours. Cette première étape a conclu sur la nécessité de collecter des données complémentaires pour réaliser l'évaluation de l'impact sanitaire (Rapport *ERM Bilan des émissions au jour et en fond de mine* en date du 20 février 2003). Les résultats des mesures complémentaires ont été incorporés dans l'évaluation de l'impact sanitaire.

Ensuite, réaliser une évaluation des risques sanitaires conformément à la méthodologie et les préconisations détaillées dans les guides suivants :

- « *Évaluation des risques sanitaires liés aux substances chimiques dans l'étude d'impact des installations classées pour la protection de l'environnement* » de l'INERIS (novembre 2001) ;
- « *Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact* » de l'Institut de Veille Sanitaire (février 2000).

L'approche développée dans ces guides est identique à savoir que l'existence d'un risque est conditionnée par la présence à la fois d'une source, d'un vecteur et d'un récepteur.

### 1.3 *LIMITATIONS DE L'ETUDE*

L'échantillonnage et les prélèvements dans les différents milieux ont été réalisés par StocaMine et/ou par leurs sous-traitants. Les différentes analyses ont été réalisées par des laboratoires agréés par le ministère de l'environnement et/ou accrédités COFRAC selon les normes applicables en fonction des substances analysés.

ERM a utilisé ces données analytiques pour la réalisation de cette étude. La validité de ces données repose sur l'accréditation des différents laboratoires.

### 1.4 *PRESENTATION DU RAPPORT*

Le présent rapport est composé de 9 chapitres détaillés ci-dessous, de tableaux (1-9) résumant les résultats analytiques pour les prélèvements réalisés au jour et eu fond, de figures (1-16) et d'annexes (A-D) présentant les résultats de l'évaluation des risques sanitaires et la dispersion atmosphérique.

Les 9 chapitres du corps du texte présentent :

- Chapitre 1 : le contexte général, les objectifs et les limitations de la présente étude ;
- Chapitre 2 : le contexte du site, la localisation, les activités du site et l'incendie ;
- Chapitre 3 : l'inventaire des investigations réalisées au jour et au fond ;
- Chapitre 4 : l'interprétation des mesures au jour et au fond ;
- Chapitre 5 : la méthodologie de l'évaluation des risques sanitaires ;
- Chapitre 6 : l'évaluation des risques sanitaires au jour et au fond ;
- Chapitre 7 : les conclusions de l'étude ;
- Chapitre 8 : la bibliographie des documents utilisés ;
- Chapitre 9 : le glossaire des termes techniques.

## 2 CONTEXTE DU SITE

### 2.1 LOCALISATION DU SITE

La société StocaMine est située sur l'ancien carreau de la mine de potasse Joseph-Else, à Wittelsheim au sud de l'Alsace, à proximité de la ville de Mulhouse (68).

L'environnement proche du site est constitué par :

- Au nord : les Mines de Potasse d'Alsace ainsi que la cité Amélie II (zone résidentielle),
- A l'est : une zone marécageuse puis des bois,
- Au l'ouest : la cité Graffenwald (zone résidentielle),
- Au sud : une zone industrielle en développement, puis la route nationale RN 66 et enfin des bois.

Une carte de localisation du site est présentée sur la figure 1.

### 2.2 ACTIVITES DU SITE

La société Stocamine stocke des déchets industriels ultimes à moins 600 mètres de profondeur en fond de mine, à proximité des Mines de Potasse d'Alsace. Ce centre de stockage installé sur une zone non exploitée de l'ancien carreau de la mine Joseph-Else a démarré le 10 février 1999.

Des galeries ont été creusées à 600 mètres sous terre et spécialement aménagées pour le stockage de déchets. La zone de stockage est isolée de la surface par 300 mètres d'argile et de dépôts, ainsi que par une couche de 300 mètres de sel gemme.

Deux types de déchets sont stockés, ceux dits de classe 0, ne pouvant être acceptés dans des centres de stockage en surface et les déchets industriels spéciaux pouvant être acceptés en décharge de classe 1.

Les déchets sont conditionnés en sacs dits « big bag » (double conditionnement en sacs plastiques) et en fûts métalliques avec emballage interne et bouchon de plâtre. Selon l'arrêté d'exploitation, les déchets acceptés par le centre de StocaMine sont les suivants :

- Les résidus provenant de l'incinération des déchets ;
- Les sels de trempe neutres, nitrités, barytés ;
- Les sels de trempe cyanurés ;
- Les déchets arseniés, chromiques, mercuriels ;
- Les terres polluées et les résidus souillés par des métaux lourds ;
- Les résidus de l'industrie de galvanisation ;
- Les produits phytosanitaires non organiques ;

- Les catalyseurs usés ;
- Les déchets de laboratoire (déchets toxiques, en quantité, dispersés et stabilisés) ;
- Les déchets contenant de l'amiante.

### 2.3 *DESCRIPTIF DU SITE*

Ce centre de stockage est installé sur une zone non exploitée de l'ancien carreau de la mine Joseph-Else.

Des galeries totalement étanches ont été creusées à 600 mètres sous terre et spécialement aménagées pour le stockage de déchets. La zone de stockage est isolée de la surface par 300 mètres d'argile et de dépôts, ainsi que par une couche de 300 mètres de sel gemme.

Sur le site StocaMine se trouve deux puits : le puits Joseph et le puits Else. L'entrée d'air dans la zone de stockage de déchets se fait par le puits Joseph. Le retour d'air de la zone de stockage se fait par le puits Else.

Un schéma simplifié de la circulation de l'air dans le centre de stockage est illustré dans la Figure 15.

### 2.4 *EMISSIONS LORS DE L'INCENDIE*

Un incendie s'est déclaré dans le bloc 15 du centre de stockage souterrain de déchets ultimes dans la nuit du 10 au 11 septembre 2002.

En période normale d'activité, le puits Else sert d'exutoire au retour d'air de la zone de stockage de la société StocaMine ainsi que du retour d'air de toutes les mines de potasse.

Ce puits est équipé d'une extraction forcée en période de fonctionnement normal d'un débit de 300 m<sup>3</sup>/s et dont la cheminée a une hauteur de 25 m. Selon StocaMine, dès le début de l'incendie, cette extraction a été diminuée de moitié jusqu'à un débit de l'ordre de 130 m<sup>3</sup>/s.

La direction des vents dominants au droit du site est globalement de secteurs nord/nord-est et sud/sud-est. La rose des vents obtenue auprès des services de Météo France pour la station de Hirtzbach sur la commune de Mulhouse est considérée comme représentative des conditions météorologiques observées à l'échelle du site. Elle est présentée sur la carte IGN de Wittelsheim en figure 2.

Les données météorologiques spécifiques à la date de l'incendie montrent des vents correspondant aux vents dominants orientés vers le nord/nord-est avec une vitesse de l'ordre de 5-10 km/h.

Selon des personnes présentes sur le site de StocaMine lors de l'incendie, le nuage de fumées est resté à proximité du puits Else. Les émissions seraient dispersées dans un périmètre relativement proche du point de rejet (cf. rapport n°1107201 du Bureau Veritas).

Au-delà de cette description physique des émissions, les investigations ayant conduit à la caractérisation des substances émises sont décrites dans les paragraphes suivants.

Avant d'entreprendre une évaluation quantitative des risques, il est indispensable d'avoir une compréhension et connaissance précise du niveau de contamination des différents milieux environnementaux (air, sol, végétaux) pour les substances potentiellement émises suite à l'incendie. Les teneurs observées dans ces différents milieux permettront ensuite d'estimer les concentrations aux points d'exposition afin de calculer les doses journalières d'exposition. L'objectif de cet inventaire est de :

- Vérifier si les émissions lors de l'incendie du 10 au 11 septembre 2002 (métaux, dioxines et furanes, poussières) sont correctement connues et quantifiées ;
- Définir la zone d'étude (au jour et en fond de mine) potentiellement impactée par les émissions suite à l'incendie dans le bloc 15 ;
- Vérifier les mesures des niveaux de contamination dans les compartiments de l'environnement entrant en contact avec les populations : air, sol, eau, végétaux.

### 3.1 INVESTIGATIONS - AU JOUR

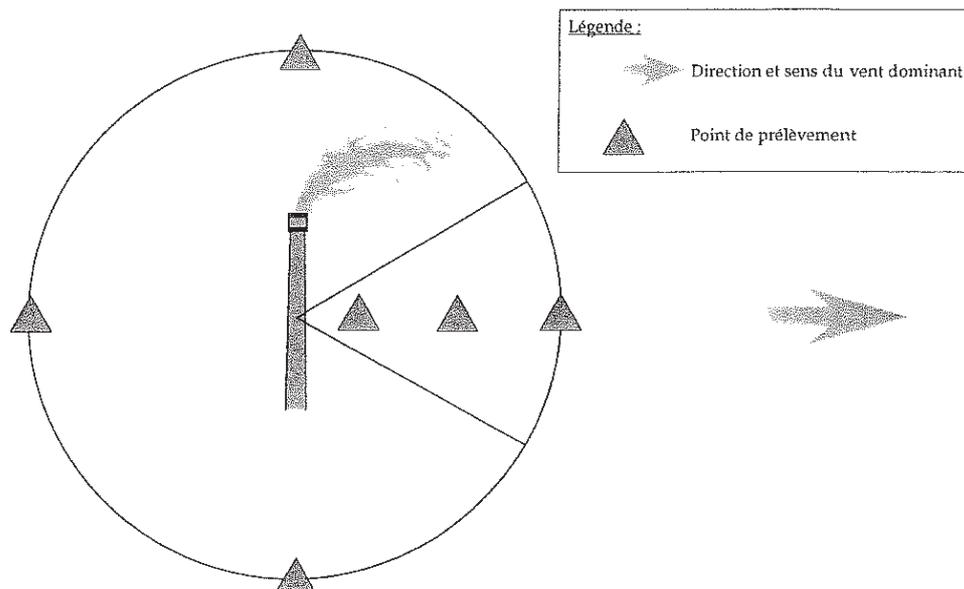
#### 3.1.1 Guide méthodologique pour l'échantillonnage

Afin de valider le choix de l'emplacement des points de prélèvements au jour autour du puits Else, ERM s'est inspiré des recommandations du document « *Méthode et surveillance des retombées des dioxines et des furanes autour d'une UIOM* » édité par l'INERIS (décembre 2001).

Ce document présente les différentes méthodes utilisées pour apprécier la pollution par les dioxines et furanes au voisinage d'une source émettrice. Elle définit un protocole pour faire un état des lieux des retombées en dioxines autour d'un futur site d'implantation d'une unité d'incinération des ordures ménagères (UIOM).

Bien que les émissions issues du puits Else suite à l'incendie ne puissent être comparées à des émissions d'un incinérateur, ERM considère que la méthodologie détaillée dans ce document permet d'établir un constat d'impact dans les différents milieux de l'environnement des émissions compatible avec les objectifs de l'étude.

La figure ci-dessous extraite du document *Ineris* cités ci-dessus représente schématiquement l'implantation géographique des points de prélèvements par rapport à une source émettrice. Il convient de réaliser des prélèvements majoritairement en aval, en amont et deux points perpendiculaires à la direction des vents dominants.



Les points de prélèvements se trouvent dans un rayon au-delà duquel les concentrations observées dans les sols ne sont plus significatives. Le choix de ce rayon limite est délicat car il est difficile de corréler les dépôts au sol et les concentrations dans l'air.

Selon le rapport « Avis d'expert relatif à la demande de création d'un stockage souterrain de déchets industriels ultimes - octobre 1996 » rédigé par le Laboratoire de Référence d'Analyse des Risques de l'Ineris, les simulations des concentrations maximales au jour suite à un incendie réalisées à l'aide du logiciel PHAST v4.2 se trouvent aux alentours de 150 mètres dans le cas d'un rejet en atmosphère très stable avec un vent de 3 m/s.

Un calcul similaire a été réalisé par ERM pour estimer la zone concentrations maximales à une distance de l'ordre de 250 mètres. Les hypothèses de ce calcul sont présentées en chapitre 6.1.1.2 et en Annexe D.

### 3.1.2

#### *Mesures réalisées*

##### Air

Deux prélèvements d'air ont été réalisés après l'incendie au niveau du puits Else (cf § 8.1 réf (5) et (9)). Ces échantillons ont été analysés pour l'amiante ainsi que pour toute une série de substances (HAP, BTEX, métaux lourds, gaz, poussières, composés organiques).

Un autre prélèvement d'air a été réalisé en janvier 2003 à la demande de la DRIRE pour les mêmes composés.

### Végétaux

Deux échantillons de végétaux (herbe et choux) ont été prélevés dans la zone résidentielle la plus proche « cité *Graffenwald* » située à environ 600 m au nord-ouest du puits Else (cf § 8.1 réf (8)).

Ces deux échantillons de végétaux ont été analysés pour les métaux.

### Sols

Dans un premier temps sept échantillons de sol de surface ont été prélevés sur cinq points autour du puits Joseph-Else par la société *Bureau Veritas* (cf § 8.1 réf (8)). Les points de prélèvements ont été choisis en amont et en aval des vents dominants (nord/nord-est). Ces points de prélèvements se trouvent dans un rayon d'environ 500 m autour du site et donc dans la zone de retombée des émissions. Ces points de prélèvements sont représentés sur la figure 3.

Les échantillons de sol ont été analysés pour les métaux, les dioxines et furanes.

Suite à des recommandations d'ERM, une nouvelle série de prélèvements a été réalisée dans les sols autour du puits Else afin de caractériser l'étendue au sol des retombées des émissions au delà d'un rayon de 500 mètres et de s'affranchir d'un niveau de pollution historique (bruit de fond local) existant avant l'incendie ainsi qu'avant le démarrage de l'activité de StocaMine.

Au total, six points de prélèvements complémentaires ont été réalisés dans les sols de surface au jour : 2 points en aval du site (sous les vents dominants, c'est à dire au nord-est du site), 2 points en amont du site et 2 points perpendiculaires aux vents dominants. La localisation de ces points de prélèvements est présentée sur la figure 3.

Ces nouveaux échantillons de sol ont été analysés pour les métaux, les HAP, les BTEX et les dioxines et furanes (cf § 8.1 réf (17), (18) et (19)).

## 3.2

### *INVESTIGATIONS - AU FOND*

Depuis l'incendie, l'accès au bloc 15 et à toute la zone de retour d'air est contrôlé et limité aux personnels de lutte contre l'incendie (pompiers, personnels des mines et personnels de StocaMine). Au vu de ces conditions difficiles, des prélèvements et analyses en laboratoire ont été réalisés en fond de mine dans les semaines suivant l'incendie (du 12 septembre 2002 au 31 octobre 2002). Cette première série d'analyses est détaillée ci-dessous :

- Amiante et dioxines sur parement au niveau du retour d'air en fond de mine (cf § 8.1 réf (6)) ;
- Métaux sur parement et toit au niveau du retour d'air en fond de mine (cf § 8.1 réf (7)) ;
- Dioxines et furanes au niveau du retour d'air en fond de mine (cf § 8.1 réf (10)) ;

- HAP, BTEX dans l'air ambiant au niveau du bloc 15 (cf § 8.1 réf (12)) ;
- Dioxines, furanes et HAP dans l'air ambiant au niveau du bloc 15 (cf § 8.1 réf (11)).

De nouvelles mesures pour les dioxines et furanes ont été réalisées par la société StocaMine en fond de mine le 12 décembre 2002 pour les différents points de prélèvements suivant:

- Point 1 : Bloc 15 - parement (prélevée le 7/11/2002),
- Point 2 : Bloc 15 - mur (prélevée le 7/11/2002),
- Point 3 : Retour d'air bloc 15 - mur et parement,
- Point 4 : Voie de circulation StocaMine (mur et parement),
- Point 5 : Retour d'air - toit et parement (prélevée le 12/09/02),
- Point 6 : Garage StocaMine - toit et parement,
- Point 7 : Bloc 25 A3-R3 - mur et parement,
- Point 8 : Secteur MDPA - TbAJE - mur et parement,
- Point 9 : Secteur MDPA - Stock 930 - mur et parement,
- Point 10 : Réfectoire StocaMine - mur et parement,
- Point 11 : Retour d'air - bloc 21 - mur et parement.

L'implantation de ces points de prélèvements est détaillée dans la figure 15. Au total, ces 11 points de prélèvements en fond de mine permettent d'apprécier la pollution éventuelle liée à l'incendie. Ces points sont correctement localisés (dans le bloc 15, dans le retour d'air du bloc 15, dans le retour d'air du bloc 21 et dans le secteur MDPA) par rapport aux objectifs de l'étude. Ils permettent effectivement de comparer la qualité des parements en aval de l'incendie dans le retour d'air du bloc 15 (points 1, 2, 3, 5 et 10) avec des points en amont de l'incendie dans la zone d'entrée d'air (points 4, 6, 7, 11) et même à l'extérieur de la zone d'exploitation de StocaMine chez les mines de potasse (points 8 et 9).

#### 4.1 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

En absence d'un référentiel réglementaire strictement applicable aux diverses mesures réalisées dans les différents milieux environnementales, une approche qualitative visant à comparer ces mesures avec des référentiels existants a été réalisée.

##### Sols

Le " Guide de gestion des sites (potentiellement) pollués " (version 2 de mars 2000) du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement préconise l'utilisation de critères d'évaluation de la qualité des sols. Ces valeurs-guides sont applicables dans le cadre d'une évaluation simplifiée des risques. Par commodité, les résultats des investigations au jour et en fond de mine (mur et parement) sont comparés à ces critères d'évaluation. Cependant le caractère acceptable ou inacceptable n'apparaît qu'à l'issue de l'évaluation des risques sanitaires.

Pour juger de l'impact sur les sols, les valeurs guides suivantes sont définies :

- La Valeur de Constat d'Impact pour un usage sensible (VCI) qui permet de mettre en évidence un impact sur le milieu sol pour un usage résidentiel, scolaire ou d'autres usages sensibles. Elle représente un seuil au-delà duquel le sol représente un risque potentiel pour la santé des utilisateurs du site.
- La Valeur de Constat d'Impact pour un usage non sensible (VCI) qui permet de mettre en évidence un impact sur le milieu sol pour un usage industriel ou d'autres usages non-sensibles. Elle représente un seuil au-delà duquel le sol représente un risque potentiel pour la santé des utilisateurs du site.

##### Air

Les valeurs d'exposition en milieu professionnel ont été utilisées pour interpréter les valeurs en fond de mine. Deux types de valeurs sont définis par le ministère du Travail :

- Valeurs limites d'exposition à court terme (VLE) dont le respect permet d'éviter le risque d'effets toxiques immédiats ou à court terme. La VLE est une valeur plafond mesurée sur une durée maximale de 15 minutes ;
- Valeurs limites de moyenne d'exposition (VME) destinées à protéger les travailleurs des effets à terme, mesurées ou estimées sur la durée d'un poste de travail de 8 heures.

Les critères pour l'évaluation de la qualité de l'air ambiant définies par l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) ont été utilisés pour interpréter les valeurs mesurées au rejet du puits Else.

## 4.2

### AU JOUR

Les échantillons prélevés dans l'air en sortie du puits Else ont été analysés de manière exhaustive pour les HAP, les COV, les métaux, les hydrocarbures.

Les échantillons prélevés dans les végétaux et dans les sols dans un rayon de 1500 mètres autour du puits Else ont été analysés de manière exhaustive pour les métaux lourds et les dioxines et furanes.

Ces analyses sont synthétisées dans les tableaux suivants :

- Le tableau 1 résume les teneurs observées pour les substances détectées dans l'air au rejet du puits Else ;
- Le tableau 2 résume les teneurs en métaux observées dans les sols et végétaux prélevés au jour ;
- Le tableau 3 résume les teneurs en dioxines et furanes observées dans les sols prélevés au jour ;
- Le tableau 4 résume les teneurs en BTEX, métaux et HAP observées dans les sols prélevés au jour en février 2003 ;
- Le tableau 5 résume les teneurs en dioxines et furanes observées dans les sols prélevés au jour en février 2003.

### 4.2.1

#### Sols

##### Métaux

Des métaux sont observés dans la totalité des points de prélèvements dans les sols à des teneurs inférieures aux VCI pour un usage sensible.

Il est fort probable que les teneurs en métaux observés dans les sols reflètent le bruit de fond local. Les teneurs en éléments métalliques (métaux et métalloïdes) ont pour caractéristique une grande variabilité spatiale de teneur. Les fortes variabilités de teneurs observées peuvent provenir de la répartition du composé dans la formation géologique (nodules, granulométrie).

Prenons l'exemple de l'arsenic qui est un des métaux détectés dans les émissions atmosphériques suite à l'incendie et pouvant se déposer sur les sols. L'arsenic est observé dans les sols à des teneurs variant de 7 mg/kg à 30 mg/kg avec une valeur moyenne sur 12 échantillons de 19,5 mg/kg. Ces teneurs sont comparables aux teneurs naturelles en arsenic des sols français qui peuvent varier de 1 à 200 mg/kg (Denis Baize, 1997). Les teneurs références pour l'arsenic dans les sols en France sont :

- Sols ordinaires 1-25 mg/kg ;
- Sols à anomalie naturelle modérée 30-60 mg/kg ;
- Sols à anomalie naturelle forte 60-230 mg/kg.

De plus un état zéro réalisée en 1998 avant le démarrage de l'activité de StocaMine (cf 8.1 réf (3)) révèle des concentrations en arsenic similaire avec une concentration moyenne en arsenic de 14 mg/kg dans un périmètre proche du site et une concentration moyenne en arsenic de 17,3 dans un périmètre éloigné.

La répartition spatiale des teneurs en métaux ne laisse apparaître aucune différence entre les points situés sous la zone de retombée des émissions du puits Else selon la direction des vents dominants (nord-est) lors de l'incendie et les autres points situés en amont et/ou perpendiculaires à ces vents dominants.

Cette répartition spatiale est présentée sous fond de carte IGN dans les figures 4 à 12 respectivement pour l'arsenic, le chrome, le cuivre, le nickel, le plomb, le zinc, le mercure, le baryum et le cobalt.

#### BTEX

Les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes) n'ont pas été détectés dans les échantillons de sol.

#### HAP

Les HAP (fluoranthène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, benzo(g,h,i)perylène et indéno(1,2,3-cd)pyrène) ont été détectés dans certains échantillons de sols à des teneurs inférieures aux VCI pour un usage sensible.

La répartition spatiale des concentrations en HAP est présentée en figure 13.

ERM ne peut statuer quant à la présence de HAP dans les sols liés ou pas aux émissions atmosphériques suite à l'incendie. Par mesures de précaution, ces substances ont donc été considérées dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires.

#### Dioxines et furanes

Des dioxines et furanes sont observées dans les sols à des teneurs inférieures à la VCI pour un usage sensible.

La répartition spatiale des concentrations en dioxines et furanes est présentée en figure 14.

ERM ne peut statuer quant à la présence de dioxines et furanes dans les sols liés ou pas aux émissions atmosphériques suite à l'incendie. Par mesures de précaution, ces substances ont donc été considérées dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires.

### 4.2.2

#### *Air*

Plusieurs substances tels que l'acétone et l'acétaldéhyde, les BTEX (benzène, toluène et ethylbenzène) et les HAP dont le benzo(a)pyrène ont été détectées

dans l'air à des teneurs supérieures aux valeurs guides de l'OMS au rejet du puits Else lors de la première campagne de mesure réalisée après l'incendie en septembre 2002

Certaines de ces substances sont toujours observées à des teneurs moins importantes dans les émissions lors de la deuxième campagne de mesures réalisée en janvier 2003. C'est le cas de l'acétone et l'acétaldéhyde ainsi que les BTEX (benzène, toluène, ethylbenzène et xylènes). Par contre, le benzo(a)pyrène n'est plus détectée.

#### 4.3

##### AU FOND

Les échantillons prélevés dans l'air ambiant et les échantillons de matières prélevées sur les parements et murs en fond de mine ont été analysés de manière exhaustive pour les HAP, les COV, les hydrocarbures et les dioxines et furanes.

Ces analyses sont synthétisées dans les tableaux suivants :

- Le tableau 6 résume les teneurs observées pour les substances détectées dans l'air ambiant en fond du puits du bloc 15 ;
- Le tableau 7 résume les teneurs observées en dioxines et furanes dans l'air ambiant du bloc 15 ;
- Le tableau 8 résume les teneurs observées en dioxines et furanes sur les parements dans le retour d'air pour les prélèvements réalisés en septembre 2002 ;
- Le tableau 9 résume les teneurs observées en dioxines et furanes sur les différents points de prélèvements en fond de mine pour les prélèvements réalisés en décembre 2002.

Les teneurs détectées ont été comparées à titre indicatif aux valeurs définies précédemment.

##### Sols, parement et murs

Des dioxines et furanes ont été détectées dans les échantillons (murs et parement) prélevés en fond de mine dans le bloc 15 et dans le retour d'air (P1, P2, P3 et P5) à des teneurs supérieures à la VCI Sensible.

Les résultats analytiques significatifs en fond de mine sont synthétisés dans la figure 16. Les résultats analytiques mettent en évidence deux zones distinctes en fond de mine : la zone dans le retour d'air où la présence de dioxines et furanes est observée sous forme de particules et la zone d'entrée d'air où aucun impact n'est observée.

##### Air

Du chloroacétaldéhyde a été détecté dans un échantillon d'air prélevé en fond de puits à une teneur supérieure à la VME.

Des dioxines et furanes ont été détectées dans un échantillon d'air prélevé dans le bloc 15 à une teneur de 0,79 ng/m<sup>3</sup> (I-TEQ OMS).

ERM a effectué un inventaire des données récoltées par la société StocaMine pour réaliser un constat d'impact des émissions suite à l'incendie dans le bloc 15.

Les données recueillies et fournis à ERM par StocaMine pour la caractérisation des émissions permettent la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires selon les guides méthodologiques.

Les mesures réalisées au jour montrent la présence :

- de plusieurs substances (acétone, acétaldéhyde, BTEX, HAP) dans l'air au point de rejet du puits Else à des teneurs supérieures aux valeurs guides pour la qualité de l'air ambiant définies par l'OMS ;
- de HAP et dioxines et furanes dans les sols à des teneurs inférieures aux VCI pour un usage sensible.

Les mesures réalisées en fond de mine permettent de distinguer deux zones, la zone d'entrée d'air où aucun impact n'est observé et la zone de retour d'air où l'on observe la présence :

- de choroacétaldéhyde dans l'air en fond de puits à une teneur supérieure à la VLE ;
- de dioxines et furanes dans les échantillons prélevés en fond de mine dans le bloc 15 et dans le retour d'air (air, murs et parement) à des teneurs supérieures à la VCI Sensible.

L'objectif de cette étude est l'évaluation des risques sanitaires liés à l'impact des substances émises suite à l'incendie sur les populations avoisinantes du site au jour et sur les employés de StocaMine en fond de mine.

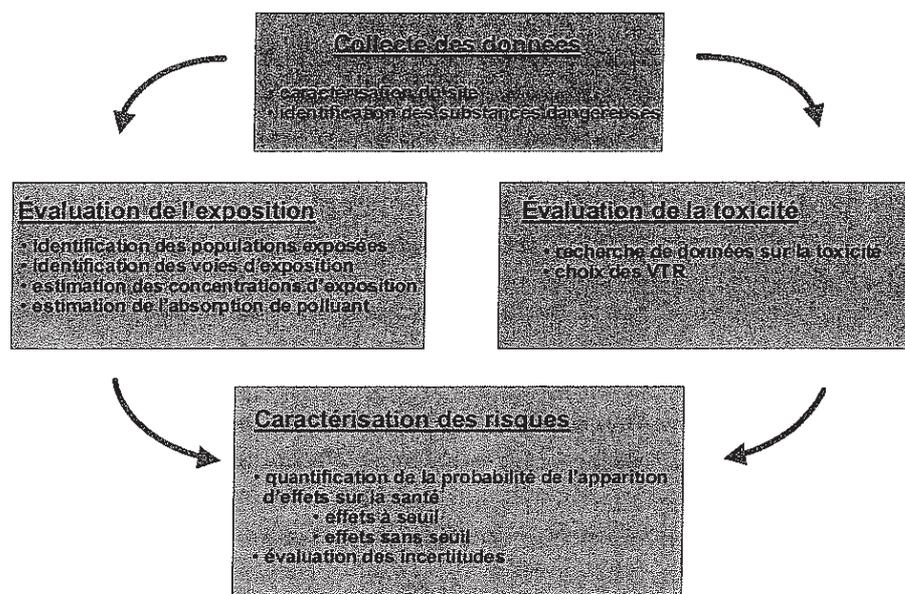
L'évaluation des risques sanitaires liés à l'impact des substances émises suite à l'incendie a été réalisée en suivant le principe de précaution inhérent à ce type d'étude. La qualité de l'étude dépend de la validité des diverses données utilisées pour son exécution lors des différentes étapes de la démarche. Il faut comprendre que l'évaluation des risques n'est pas une réalité mesurée mais plutôt une approche scientifique qui permet de fournir des bases rationnelles de compréhension et de décision. Les incertitudes sont nombreuses et sont presque toujours présentes dans le domaine de la gestion des risques liés à l'environnement.

Dans une optique de précaution, cette étude a été réalisée en choisissant des scénarios réalistes, mais délibérément pénalisants (hypothèses toujours majorantes) afin de surestimer les impacts potentiels sur la santé.

Une évaluation des risques pour la santé humaine comporte quatre étapes :

- *L'identification du potentiel dangereux*, c'est à dire l'identification des effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme;
- *L'évaluation de la toxicité des substances*, c'est à dire l'estimation de la relation entre la dose ou le niveau d'exposition à une substance, et l'incidence et la gravité de cet effet ;
- *L'évaluation de l'exposition*, ce qui consiste à déterminer les voies de passage du polluant de la source vers un individu, ainsi qu'à estimer la fréquence, la durée et l'importance de l'exposition ;
- *La caractérisation des risques*, ce qui correspond à la synthèse des informations issues de l'évaluation de l'exposition et de l'évaluation de la toxicité sous la forme d'une expression quantitative du risque.

Le schéma ci-dessous illustre les principales étapes de la méthodologie.



## 5.1 *MODELE CONCEPTUEL DU SITE*

Le modèle conceptuel du site permet de « visualiser » l'ensemble de la démarche ainsi que les principaux éléments pris en compte pour l'évaluation des risques et sa traduction pour le cas spécifique du site. Il résume et justifie le choix des sources, des « cibles » et des scénarios d'exposition retenus.

Le schéma conceptuel du site se base sur le système « source - vecteur - cible » et comprend :

- La caractérisation du terme source par quantification des teneurs des substances identifiées ;
- L'identification des individus potentiellement exposés ;
- L'identification des vecteurs, voies de transfert possibles entre les sources et ces individus.

## 5.2 *TOXICITE DES SUBSTANCES*

L'évaluation de la toxicité des substances consiste à établir les doses admissibles ou les paramètres de toxicité afin de caractériser les risques envers la santé humaine. Cette évaluation permet de définir les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR).

Les VTR sont obtenues de sources officielles internationales telles que l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ou l'United States Environment Protection Agency (US EPA). Ces sources sont recommandées dans le guide méthodologique de l'*Ineris*. Les VTR sont relatives aux effets que produisent les substances sur la santé humaine et se distinguent selon l'existence ou pas de seuils pour l'apparition de ces effets.

## 5.2.1 *Les effets et seuils*

Les substances susceptibles d'entraîner des risques significatifs sont classées en deux catégories : les substances ayant un effet dit à seuil et les substances ayant un effet sans seuil.

### 5.2.1.1 *Les effets à seuil*

Pour les effets à seuil, on dispose en pratique d'un niveau d'exposition sans effet observé (NOEL : no observed effect level) ou sans effet néfaste observé (NOAEL : no observed adverse effect level) ou bien du niveau d'exposition le plus faible ayant entraîné un effet (LOEL : lowest observed effect level) ou un effet néfaste (LOAEL : lowest observed adverse effect level). Ces seuils sont issus d'expérimentations animales, d'études épidémiologiques, d'essais de toxicologie clinique.

Ces seuils servent de base à l'élaboration des doses journalières admissibles (DJA) applicables à l'homme ou des concentrations tolérables, c'est-à-dire des niveaux d'exposition sans risque appréciable d'effets néfastes pour l'homme.

Les DJA sont construites en divisant les seuils précédents par des facteurs d'incertitude traduisant divers paramètres (différence de sensibilité inter-individuelle, variabilité inter-espèce, utilisation d'un LO(A)EL au lieu d'un NO(A)EL, durée de l'étude sur laquelle s'appuie l'évaluation, sévérité de l'effet, fiabilité des données, absorption). Les facteurs d'incertitude peuvent varier de 1 à 10 et sont déterminés par des comités d'experts.

Divers organismes nationaux ou internationaux réalisent ce travail d'évaluation toxicologique. L'US EPA utilise les notions de dose de référence (*Reference Dose : RfD*) pour désigner la dose journalière tolérable liée à une exposition par voie orale et de manière équivalente une concentration de référence (*Reference Concentration : RfC*) pour les expositions liées à la voie respiratoire. Pour l'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), l'acronyme correspondant à la RfD est le MRL (Maximum Reasonable Level).

### 5.2.1.2 *Les effets sans seuil*

La relation entre le niveau d'exposition chez l'homme et la probabilité de développer l'effet est exprimée sous la forme d'un indice représentant un excès de risque unitaire (ERU). En d'autres termes, l'ERU est la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu a de développer l'effet s'il est exposé à 1 unité de dose ou de concentration du toxique.

Les ERU sont définis à partir d'études épidémiologiques ou animales. Les niveaux d'exposition appliqués à l'animal sont convertis en niveaux d'exposition équivalents pour l'homme à partir de facteurs d'ajustement. Les études animales étant menées à des niveaux d'exposition élevés permettant une observation des effets chez l'animal, des modèles d'extrapolation haute

dose – basse dose sont employés pour dériver le niveau de réponse attendu des niveaux d'exposition bas et acceptables. L'ERU correspond alors à la pente de la courbe « Risque = f (doses) » dans ce domaine du risque faible (non observable expérimentalement).

Les modèles d'extrapolation utilisés sont protecteurs et visent à protéger les populations les plus sensibles. Un seul ERU est donc défini quel que soit le type d'individu.

Deux indices peuvent être définis :

- l'Excès de Risque Unitaire lié à la voie d'exposition orale : ERU<sub>o</sub> (dénommé oral slope factor : Sfo dans la terminologie de l'US EPA). Il s'exprime comme l'inverse d'une dose d'exposition en (mg/kg/j)<sup>-1</sup> ;
- l'Excès de Risque Unitaire par inhalation : ERU<sub>i</sub> (dénommé Air Unit Risk dans la terminologie de l'US EPA). Il s'exprime comme l'inverse d'une concentration de polluant dans l'air en (µg/m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>.

### 5.2.2 Valeurs Toxicologiques de référence

Divers organismes nationaux ou internationaux publient des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) après la réalisation de synthèses d'évaluation toxicologique. La méthodologie utilisée dans le choix des VTR pour les différentes substances identifiées sur le site est la suivante :

1. toutes les VTR sont obtenues de l'une des sources citées ci-dessous ;
2. les VTR les plus récentes sont choisies ;
3. les VTR élaborées pour la voie d'exposition considérée ont été retenues ;
4. en absence de données pour une voie d'exposition, une VTR extrapolée à partir d'une autre voie d'exposition a été retenue. Cette méthode est utilisée par l'OMS dans l'établissement des normes pour les eaux destinées à la consommation humaine. Ainsi, la dose de référence pour une exposition par inhalation peut être calculée à partir de la dose journalière admissible (DJA) selon la formule suivante :

$$RfC = \frac{DJA \times Poids \times f}{I_R}$$

Avec :

- DJA : dose journalière admissible (mg/kg/jour) ;
- RfC : concentration de référence par inhalation (mg/m<sup>3</sup>) ;
- Poids : poids du corps (kg) ;
- f : fraction allouée de l'exposition totale à l'inhalation (10%) ;
- I<sub>R</sub> : taux d'inhalation (m<sup>3</sup>/jour) ;

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) sont présentées pour les différentes voies d'exposition dans les Tableaux A4, B4 et C4 respectivement en annexe A, B et C. Elles ont été obtenues auprès des sources suivantes :

- (1) Integrated Risk Information System - <http://www.epa.gov/iris>
- (2) Agency for Toxic Substances Disease Registry -<http://atsdr.cdc.gov/atsdrhome.html>
- (3) Toxicology Excellence for Risk Assessment - <http://www.tera.org>, International Toxicity Estimates for Risk (ITER).
- (4) Exposure and human health reassessment of 2,3,7,8 TCDD and related compounds- Draft - US EPA 2000.
- (5) OMS Niveaux guides de la qualité de l'air pour l'Europe, 1999.
- (6) OMS Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2 Health criteria and other supporting information, 1996.

Pour caractériser la toxicité de l'ensemble des dioxines, un indicateur a été développé au niveau international, l'équivalent toxique (TEF). A chaque congénère est ainsi attribué un coefficient de toxicité, qui a été estimé en comparant l'activité du composé considéré à celle de la 2,3,7,8 TCDD. L'équivalent toxique d'un mélange de congénères est obtenu en sommant les teneurs des composés les plus toxiques, multipliées par leur coefficient de toxicité respective.

### 5.3 CARACTERISATION DES RISQUES

Une première étape dans l'estimation des risques est l'évaluation de l'exposition par calcul des doses journalières d'exposition (DJE). La DJE considère la concentration au point d'exposition, les paramètres physiologiques de l'individu exposé, la durée d'exposition quotidienne et la fréquence annuelle d'exposition. L'estimation du risque proprement dit consiste à comparer, selon le type d'effet, ces doses journalières d'exposition aux valeurs toxicologiques de référence.

#### 5.3.1 Estimation du risque pour les effets à seuil

Pour les effets à seuil, le risque est exprimé par un indice de risque (IR) :

$$IR = DJE / DJA_{\text{orale}}$$

ou

$$IR = CI / DJA_{\text{inhalation}}$$

Les indices de risques sont calculés pour chaque substance et pour chaque voie d'exposition. Les IR sont comparés à 1 :

- si  $IR \leq 1$  : la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable même pour les populations sensibles, le risque est jugé acceptable.
- si  $IR > 1$  : la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut plus être exclue. Cette possibilité apparaît d'une manière générale d'autant plus

forte que l'IR augmente. Mais ce degré de vraisemblance n'est pas linéaire par rapport à l'IR. Le risque est jugé inacceptable.

### 5.3.2 Estimation du risque pour les effets sans seuil

Pour les effets sans seuil, un Excès de Risque Individuel (ERI) est considéré. L'ERI représente la probabilité d'excès d'occurrence que la cible a de développer l'effet associé à la substance, pendant sa vie, du fait de l'exposition considérée.

L'ERI est calculé en multipliant la dose journalière d'exposition (DJE) par l'excès de risque unitaire par voie orale (ERU<sub>orale</sub>) ou la concentration inhalée (CI) par l'excès de risque unitaire par inhalation (ERU<sub>i</sub>) :

$$\text{ERI} = \text{DJE} \times \text{ERU}_{\text{orale}}$$

ou

$$\text{ERI} = \text{CI} \times \text{ERU}_{\text{inhalation}}$$

Les ERI sont comparés à une probabilité considérée comme présentant un risque acceptable d'augmentation de la probabilité d'excès d'occurrence d'un effet (survenue d'une pathologie) chez l'individu exposé. Par exemple un risque de  $10^{-5}$  signifie qu'une personne exposée a une probabilité de 1 sur 100 000 de manifester un effet lié à l'exposition durant la vie entière. Au-dessus d'un niveau de  $10^{-4}$ , le risque est usuellement considéré comme inacceptable selon la circulaire du 10 décembre 1999. Pour cette étude, une probabilité de  $10^{-5}$ , correspondant aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé et déjà utilisée pour la fixation des normes de potabilité, est considérée comme un risque acceptable. Ainsi :

- si  $\text{ERI} \leq 1 / 100\,000$  : le risque pour les effets sans seuil est acceptable ;
- si  $\text{ERI} > 1 / 100\,000$  : le risque pour les effets sans seuil est inacceptable.

L'évaluation quantitative des risques sanitaires suite à l'incendie qui s'est déclaré dans le bloc 15 distinguent la part de l'exposition :

- Au jour pour les populations avoisinantes ;
- En fond de mine pour les employés StocaMine.

## 6.1 *AU JOUR*

### 6.1.1 *Modèle conceptuel du site*

#### 6.1.1.1 *Sources*

Le recensement et la quantification des substances émises vers l'atmosphère suite à l'incendie a fait l'objet de plusieurs campagnes de mesures menées après le démarrage de l'incendie au point de rejet du puits Else et dans le milieu environnant récepteur de ces émissions (sol et végétaux). Ces mesures sont présentées dans le chapitre 3.0.

Plusieurs substances tels que l'acétone et l'acétaldéhyde, les BTEX (benzène, toluène et ethylbenzène) et les HAP dont le benzo(a)pyrène ont été détectées dans l'air au point de rejet du puits Else. Les concentrations maximales observées au puits Else considérées dans cette étude sont présentées dans le tableau ci-dessous reprenant les valeurs maximales mesurées le 24 septembre 2002 dans l'air au rejet du puits Else.

**Tableau 6.1.1 Concentrations mesurées au point de rejet du puits Else le 24 septembre 2002**

Substances	Concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Dioxines et furanes (I-TEQ)	-
Arsenic	0,9
Plomb	10,7
Monoxyde de carbone	
Oxyde de soufre	393
Acide chloryhdrique	582
Ammoniac	78
Acétaldéhyde	2660
Acétone	240
Benzène	620
Toluène	2050
Ethylbenzène	380
Fluoranthène	70
Benzo(b)fluoranthène	120
Benzo(k)fluoranthène	40
Benzo(a)pyrène	120

### 6.1.1.2

#### *Transferts*

L'environnement autour du site a été considéré comme comprenant plusieurs compartiments. Le modèle conceptuel du site élaboré pour estimer l'impact des émissions au jour définit les mécanismes de transfert des substances du point d'émission atmosphériques vers la « cible » via plusieurs compartiments (Figure 17). En modélisant ces transferts, il est possible d'évaluer pour chaque compartiment à quelle concentration les populations sont potentiellement exposées.

La principale voie de transfert est la dispersion atmosphérique des émissions issues du site ainsi que la retombée des poussières.

La retombée des poussières aux alentours du puits Else est susceptible de concentrer d'abord ces substances dans les sols et puis dans des végétaux. Les substances sont prélevées par les racines et peuvent être transférées vers la partie aérienne de la plante.

Les différents compartiments successifs pris en compte pour le transfert des substances dans cette étude sont décrits dans les paragraphes suivants.

#### **Compartiment atmosphérique**

La modélisation de la dispersion de l'air peut être effectuée de quatre manières différentes : par des modèles gaussiens, numériques, statistiques ou empiriques et physiques. Les modèles analytiques de type Gaussien sont les plus utilisées pour estimer l'impact des substances non réactives entre elles.

Les substances émises dans l'air à partir d'une source ponctuelle sont transportées, dispersées ou concentrées selon les conditions météorologiques et topographiques locales. Les concentrations en polluant dans l'atmosphère, peuvent fluctuer dans le temps et dans l'espace suivant :

- l'intensité des émissions ;
- la topographie locale ;
- les conditions météorologiques ;
- la structure thermique de l'atmosphère.

#### *Intensité des émissions*

L'intensité des émissions suite à l'incendie est difficile à décrire en raison de la diversité de la nature des déchets stockés dans le bloc 15 et en raison de la durée de l'incendie.

#### *Topographie locale*

La topographie géographique locale est très plate et ne devrait pas influencer les mouvements d'air à l'échelle du site..

#### *Conditions météorologiques et structure thermique de l'atmosphère*

Plusieurs facteurs atmosphériques influencent la façon dont la pollution atmosphérique est dispersée, y compris la direction du vent et la vitesse du vent ainsi que la stabilité atmosphérique (les effets thermiques).

La vitesse du vent est influencée par la topographie. Les mouvements d'air à proximité de la surface de la terre sont retardés par des effets de frictions qui sont proportionnels à la rugosité de la surface. La rose des vents obtenue auprès des services de Météo France pour la station de Hirtzbach sur la commune de Mulhouse présenté en Figure 2 montre des vents prédominants dans les directions nord-est et sud-ouest avec une vitesse moyenne comprise entre 7 et 14 km/h.

Pour cette étude, une vitesse moyenne du vent de 3 m/s a été retenue.

#### *Stabilité atmosphérique*

La stabilité atmosphérique représente la tendance à résister aux mouvements verticaux ou d'éliminer les turbulences existantes. Cette tendance influence directement la capacité de l'atmosphère à disperser les substances émises :

- Atmosphère instable : la dispersion des polluants est facilitée, lors d'un fort réchauffement du sol, principalement le jour en absence de vent fort.
- Atmosphère neutre : la dispersion des polluants est facilitée, lors de vents modérés ou à des situations de ciel couvert. Il s'agit de la situation la plus fréquente en zone tempérée.
- Atmosphère stable : le déplacement des masses d'air est freiné, induit par des inversions thermiques près du sol, ce qui limite la dispersion des polluants. Il s'agit de la situation que l'on retrouve principalement la nuit par vent faible.

Six classes de stabilité atmosphérique sont détaillées dans le tableau suivant selon les catégories de stabilité (A, B, C, D, E, F) définies par Pasquill.

*Tableau 6.1.2 Catégories de stabilité Pasquill*

Vitesse du vent (m/s)	Jour - Ensoleillement			Nuit - Couverture	
	Fort	Modéré	Faible	Faible	Fort
< 2	A	A - B	B	-	-
2 - 3	A - B	B	C	E	F
3 - 5	B	B - C	C	D	E
5 - 6	C	C - D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

Une stabilité de classe C (légèrement instable), représentative des conditions annuelles moyennes a été retenue pour cette étude. Les paramètres a, b, c et d pour une stabilité de classe C sont détaillées dans le tableau suivant.

Tableau 6.1.3 Paramètres utilisés pour calculer les coefficients de dispersion

Catégorie de Stabilité Pasquill	a	b	c	d
C	61.141	0.91465	12.5	1.0857

L'équation pour estimer la dispersion atmosphérique est détaillé en Annexe D. Cette équation permet d'estimer la concentration dans l'air ambiant à un point d'exposition selon le système de coordonnées x, y, z (voir figure en Annexe D). Un choix a été fait de fixer y égale à 0, z égale à 2 m (hauteur de respiration) et x égale à la distance pour laquelle le modèle estime la concentration maximale selon les hypothèses fixées.

Les teneurs mesurées en sortie du puits Else sont utilisées comme données d'entrée dans la dispersion atmosphérique. Une hauteur de 25 m a été retenue pour la cheminée de l'extracteur du puits Else avec un débit d'extraction de 130 m<sup>3</sup>/s.

Selon ces hypothèse, les concentrations maximales dans l'air ambiant à hauteur de respiration se trouve aux alentours de 250 mètres dans la direction des vents dominants (nord-est).

Tableau 6.1.4 Concentrations calculées au point d'exposition

Substances	Concentration au point de rejet (µg/m <sup>3</sup> )	Taux d'émission (µg/s)	Concentration au point d'exposition (µg/m <sup>3</sup> )
Dioxines et furanes (I-TEQ)	-	-	-
Arsenic	0,9	1,35E+02	8,7E-03
Plomb	10,7	1,61E+03	1,04E-01
Monoxyde de carbone	3480	5,22E+05	3,37E+01
Oxyde de soufre	393	5,9E+04	3,81E+00
Acide chloryhdrique	582	8,73E+04	5,64E+00
Ammoniac	78	1,17E+04	7,56E-01
Acétaldéhyde	2660	3,99E+05	2,58E+01
Acétone	240	3,6E+04	2,33E+00
Benzène	620	9,3E+04	6,01E+00
Toluène	2050	3,08E+05	1,99E+01
Ethylbenzène	380	5,7E+04	3,68E+00
Fluoranthène	70	1,05E+04	6,79E-01
Benzo(b)fluoranthène	120	1,8E+04	1,16E+00
Benzo(k)fluoranthène	40	6,00E+03	3,88E-01
Benzo(a)pyrène	120	1,8E+04	1,16E+00

### Compartiment sol

Les concentrations des substances dans les sols résultent de la retombée des poussières à partir du compartiment atmosphérique. Ces concentrations dans les sols sont modifiées par divers phénomènes physico-chimiques et environnementaux tels que la dissipation des substances par lessivage par les eaux de ruissellement ainsi que par la volatilisation vers l'atmosphère et par mélange lors de labour des jardins agricoles et/ou par d'autres processus de mélange et d'infiltration.

Les concentrations maximales observées dans les sols aux alentours du puits Else considérées dans cette étude sont présentées dans le tableau ci-dessous ainsi que dans le Tableau A1 en annexe A.

Tableau 6.1.5 Concentrations mesurées dans les sols

Substances	Concentration dans les sols de surface (mg/kg)
Dioxines et furanes (I-TEQ)	1,12E-5
Fluoranthène	3,1
Benzo(b)fluoranthène	3
Benzo(k)fluoranthène	0,73
Benzo(a)pyrène	1,4
Benzo(g,h,i)pérylène	0,67
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	4,5

Les métaux n'ont pas été retenus dans cette analyse. Les teneurs observées sous la zone d'influence des retombées atmosphériques fonction des vents dominants lors de l'incendie (nord) ne laissent apparaître aucune différence par rapport aux zones en amont et perpendiculaire. Les concentrations en métaux détectées dans les sols reflètent le bruit de fond naturel de la zone d'étude.

### Compartiment plantes

Le transfert des substances vers les plantes se fait à partir du sol par l'absorption par les racines. L'accumulation des substances dans les racines ou dans les parties aériennes (feuilles) est un phénomène complexe (adsorption, bio-concentration, bio-transfert, taux d'élimination, etc.) dépendant de chaque espèce végétale. Ces phénomènes sont appréhendés par des facteurs globaux de bio-accumulation ou de bio-concentration. Ces facteurs de bio concentration sont tirés de la littérature et sont présentés dans le Tableau A2.

#### 6.1.1.3

#### Populations concernées

Les poussières issues du site sont dispersées vers l'extérieur du site en fonction des conditions météorologiques et de la topographie locale. Une partie des poussières se retrouve alors en suspension dans l'air ambiant et une autre est partiellement déposée sur les sols et sur les jardins privés.

Les populations avoisinantes peuvent alors être potentiellement exposées aux substances présentes dans l'air de manière directe, par inhalation de l'air ambiant, et de manière indirecte, via la chaîne alimentaire. L'exposition par la chaîne alimentaire se fait par l'ingestion de légumes.

Les populations prises en compte comprennent les adultes et les enfants (population la plus sensible).

#### 6.1.1.4 *Synthèse*

Le modèle conceptuel du site élaboré pour estimer l'impact des émissions au jour est illustré schématiquement dans la Figure 17. Les différentes voies d'exposition prises en compte sont résumées ci-dessous :

- L'inhalation de substances dans l'air ambiant ;
- L'ingestion accidentelle de sol ;
- L'absorption cutanée de sol et de poussières ;
- L'ingestion d'aliments d'origine végétale (légumes) cultivés à proximité du site.

#### 6.1.2 *Résultats - Au jour*

La caractérisation des risques a été effectuée selon la méthodologie décrite dans le chapitre 5.0 et pour toutes les voies d'exposition considérées.

##### *Inhalation d'air*

##### Hypothèses :

Le calcul de dose d'exposition des adultes et enfants par inhalation des poussières considère :

- Une exposition de 30 jours (hypothèse sécuritaire pour représenter la durée des émissions liées à l'incendie), 24 heures sur 24, pour un adulte et pour un enfant ;
- La concentration dans l'air inhalé maximale suite à la dilution atmosphérique (Tableau A1) ;
- Par précaution, la totalité des substances inhalées est considérée comme effectivement absorbée.

Les paramètres relatifs à l'exposition humaine sont présentés dans le Tableau A3.

##### Résultats :

Les doses journalières d'exposition et les estimations de risque (indice de risque et excès de risque individuel) sont présentées dans le Tableau A6.

Pour l'évaluation des risques liés aux substances ayant des effets à seuil, les indices de risques sont inférieurs à 1. Il n'y a donc pas de risque pour la voie d'exposition « *inhalation d'air* ».

Pour les substances ayant des effets sans seuil (les dioxines, l'arsenic et le cadmium), les ERI sont bien inférieurs à  $1,0E-05$  montrant qu'il n'y a pas de risque particulier concernant la voie d'exposition « *inhalation d'air* ».

### *Ingestion accidentelle des sols*

#### Hypothèses :

Les concentrations maximales observées dans les sols ont été retenues dans cette étude.

Le calcul pour la voie d'exposition « *ingestion accidentelle de sol* » considère :

- Une exposition de 350 jours par an pour une période d'exposition de 24 ans pour un adulte et de 6 ans pour un enfant ;
- Un taux d'ingestion accidentelle de sol de 50 mg par jour pour un adulte et de 150 mg par jour pour un enfant.

Les paramètres relatifs à l'exposition humaine sont présentés dans le Tableau A3.

#### Résultats :

Les doses journalières d'exposition et les estimations de risques sont présentées dans le Tableau A7.

Pour l'évaluation des risques liés aux substances ayant des effets à seuil, les indices de risques sont inférieurs à 1. Il n'y a donc pas de risque pour la voie d'exposition « *ingestion accidentelle de sol* ».

Pour les substances ayant des effets sans seuil, les ERI sont bien inférieurs à  $1,0E-05$  montrant qu'il n'y a pas de risque particulier concernant pour la voie d'exposition « *ingestion accidentelle de sol* ».

La concentration dans les sols sert aussi comme base de calcul des concentrations dans les végétaux.

### *Contact cutané avec les sols*

#### Hypothèses :

La dose d'exposition est estimée à partir de la concentration dans les sols. Le calcul pour la voie d'exposition « *contact cutané avec les sols* » considère :

- Une exposition continue (350 jours/an) sur une période de 24 ans pour un adulte et de 6 ans pour un enfant ;
- Une surface de la peau de  $5000 \text{ cm}^2$  pour un adulte et de  $2500 \text{ cm}^2$  pour un enfant dont 25% est exposée ;
- Un facteur d'adhésion du sol sur la peau de  $1.5 \text{ mg/cm}^2$ .

Les paramètres relatifs à l'exposition humaine sont présentés dans le Tableau A3.

Résultats :

Les doses journalières d'exposition et les estimations de risques sont présentées dans le Tableau A8.

Pour l'évaluation des risques liés aux substances ayant des effets à seuil, les indices de risques sont nettement inférieurs à 1. Il n'y a donc pas de risque pour la voie d'exposition « *contact cutané avec les sols* ».

Pour les substances ayant des effets sans seuil, les ERI sont bien inférieurs à 1,0E-05 montrant qu'il n'y a pas de risque particulier concernant la voie d'exposition « *contact cutané avec les sols* ».

*Ingestion de légumes*

Hypothèses :

Le transfert des substances est estimé par des facteurs globaux de bio-accumulation ou de bio-concentration présentés dans le Tableau A2.

Le calcul pour la voie d'exposition « *ingestion de légumes* » provenant d'un jardin potager considère :

- Une exposition de 350 jours/an sur une période de 24 ans pour un adulte et de 6 ans pour un enfant ;
- Une quantité de 0,028 kg de légumes de type racine consommée par jour pour un adulte et de 0,04 kg par jour pour un enfant ;
- Une quantité de 0,131 kg de légumes de type racine consommée par jour pour un adulte et de 0,0093 kg par jour pour un enfant ;
- Il a été considéré que 25 % des légumes consommés provenaient d'un potager situé à proximité du puits Else.

Les paramètres relatifs à l'exposition humaine sont présentés dans le Tableau A3.

Résultats :

Les doses journalières d'exposition et les estimations de risques sont présentées dans le Tableau A9.

Pour l'évaluation des risques liés aux substances ayant des effets à seuil, les indices de risques sont nettement inférieurs à 1. Il n'y a donc pas de risque pour la voie d'exposition « *ingestion de légumes* ».

Pour les substances ayant des effets sans seuil, les ERI sont bien inférieurs à 1,0E-05 montrant qu'il n'y a pas de risque particulier concernant la voie d'exposition « *ingestion de légumes* ».

### 6.1.3 Conclusions - Au jour

Cette étude a permis d'évaluer les impacts sur la santé des populations résidant à proximité du centre de stockage de déchets StocaMine de Wittelsheim. Cette évaluation a considéré les voies d'exposition résumées dans tableau suivant.

Tableau 6.1.6 Synthèse des voies d'exposition

Voies d'exposition	Adulte	Enfant
Inhalation d'air	x	x
Ingestion accidentelle de sols	x	x
Contact cutané avec les sols	x	x
Ingestion de légumes	x	x

X - voie d'exposition considérée dans l'étude

Les effets potentiels sur la santé ont été identifiés considérant les effets à seuil et les effets sans seuil des substances. Les effets à seuil sont évalués par comparaison de la dose journalière d'exposition à la dose journalière admissible. Les effets sans seuil sont évalués par le calcul d'un excès de risque individuel (ERI) qui est comparé à un niveau de risque acceptable qui a été pris égal à 1/100 000 conformément aux recommandations du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

Par précaution, des hypothèses sécuritaires ont été retenues dans les calculs des doses d'exposition à chaque fois qu'il y avait incertitude de manière à majorer les risques éventuels.

Les estimations des indices de risque sont présentées dans le Tableau A10 pour un enfant et dans le Tableau A11 pour un adulte. Les estimations des excès de risque individuel sont présentées dans le Tableau A12.

Les résultats montrent qu'il n'y a pas de risque que des effets à seuil apparaissent dans les populations cibles.

Les excès de risques individuels caractérisant les risques pour les effets sans seuil sont inférieurs à 1/100 000 (1 E-05). Les risques calculés sont donc inférieurs aux niveaux de risques acceptables et ce pour les populations étudiées.

Une approche systématiquement sécuritaire a été mise en œuvre pour l'évaluation des effets sur la santé. Les risques calculés sont inférieurs aux risques acceptables.

En l'état actuel des connaissances et avec les hypothèses sécuritaires prises, cette étude montre que le risque lié aux substances émises à l'atmosphère suite à l'incendie dans le bloc 15 du centre de stockage de déchets est jugé acceptable pour les populations avoisinantes.

## 6.2 Au FOND

### 6.2.1 Modèle conceptuel du site

#### 6.2.1.1 Sources

Le recensement et la quantification des substances présentes en fond de mine suite à l'incendie a fait l'objet de plusieurs campagnes de mesures menées après le démarrage de l'incendie dans le bloc 15, dans le retour d'air et dans d'autres secteurs en fond de mine en amont du bloc 15 et du retour d'air (zone d'entrée d'air). Ces mesures sont présentées dans le chapitre 3.0.

Les mesures réalisées en fond de mine permettent de distinguer deux zones, la zone d'entrée d'air où aucun impact n'est observé et la zone de retour d'air où l'on observe la présence :

- d'aldéhydes, de cétones, de BTEX, de métaux, d'acide chlorhydrique, d'ammoniac et de cyanure d'hydrogène dans l'air ;
- de dioxines et furanes dans les échantillons prélevés dans le bloc 15 et dans le retour d'air (air, murs et parement).

Les concentrations maximales observées en fond de mine dans le retour d'air considérées dans cette étude sont présentées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 6.2.1 Concentrations mesurées en fond de mine dans la zone de retour d'air/bloc 15**

Substances	Concentration dans l'air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration sur les murs/parois ( $\text{mg}/\text{kg}$ )
Dioxines et furanes (I-TEQ)	7,95E-04	5,81E-03
Arsenic	0,4	
Plomb	4,4	
Monoxyde de carbone	-	
Oxyde de soufre	-	
Acide chlorhydrique	582	
Ammoniac	24	
Cyanure d'hydrogène	96	
Acétaldéhyde	3420	
Butyraldéhyde	93	
Formol	28	
Furfuraldéhyde	106	
Chloroacétaldéhyde	4237	
Isovaléraldéhyde	10	
Acétone	1670	
Butanone	180	
Benzène	1960	
Toluène	180	
Ethylbenzène	210	
Fluoranthène	0,701	
Benzo(b)fluoranthène	0,025	
Benzo(a)pyrène	0,016	

Les concentrations maximales observées en fond de mine dans la zone d'entrée d'air considérées dans cette étude sont présentées dans le tableau ci-dessous ainsi que dans le Tableau C1.

**Tableau 6.2.2** *Concentrations mesurées en fond de mine dans la zone d'entrée d'air*

Substances	Concentration dans l'air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration sur les murs/parois (mg/kg)
Dioxines et furanes (I-TEQ)		7,55E-06

### 6.2.1.2 Populations concernées

Les employés de StocaMine travaillant en fond de mine peuvent être potentiellement exposés aux substances présentes dans l'air ambiant et sur les parois/murs/parements.

Deux zones d'exposition ont été différenciées pour tenir compte de la zone de retour d'air où l'accès est très limité et contrôlé depuis l'incendie et la zone d'entrée d'air où du personnel StocaMine circule.

### 6.2.1.3 Synthèse

Le modèle conceptuel du site élaboré pour estimer l'impact de l'incendie au fond est illustré schématiquement dans la Figure 18. Les différentes voies d'exposition prises en compte sont résumées ci-dessous :

- L'inhalation de substances dans l'air ambiant ;
- L'ingestion accidentelle de sol ;
- L'absorption cutanée de sol et de poussières ;

## 6.2.2 Résultats - Au fond dans le retour d'air

La caractérisation des risques a été effectuée selon la méthodologie décrite dans le chapitre 5.0 et pour toutes les voies d'exposition considérées.

### *Inhalation d'air*

#### Hypothèses :

Le calcul de dose d'exposition d'un employé par inhalation de l'air considère :

- Une exposition de 36 jours (3 jours par mois représentatif d'une activité dans une zone d'accès contrôlé actuellement et avec une activité limitée en temps normal) pour un employé ;
- La concentration dans l'air inhalé maximale mesurée dans la zone de retour d'air (Tableau B1) ;
- Par précaution, la totalité des substances inhalées est considérée comme effectivement absorbée.

Les paramètres relatifs à l'exposition humaine sont présentés dans le Tableau B3.

Résultats :

Les doses journalières d'exposition et les estimations de risque (indice de risque et excès de risque individuel) sont présentées dans le Tableau B5.

Pour l'évaluation des risques liés aux substances ayant des effets à seuil, les indices de risques sont supérieurs à 1 pour les dioxines et furanes, l'acide chlorhydrique, le cyanure d'hydrogène, l'acétaldéhyde et le chloroacétaldéhyde.

Pour les substances ayant des effets sans seuil (l'acétaldéhyde, le chloroacétaldéhyde et le benzène), les ERI sont supérieurs à 1,0E-05.

La qualité de l'air dans le bloc 15 et dans le retour d'air peut engendrer des risques pour les personnes pénétrant dans cette zone contrôlée.

*Ingestion accidentelle de poussières/sols*

Hypothèses :

Les concentrations maximales observées sur les murs/parements/toits ont été retenues dans cette étude.

Le calcul pour la voie d'exposition « *ingestion accidentelle de poussières/sols* » considère :

- Une exposition de 36 jours (3 jours par mois représentatif d'une activité dans une zone d'accès contrôlé actuellement et avec une activité limitée en temps normal) par an pour une période d'exposition de 30 ans pour un employé ;
- Un taux d'ingestion accidentelle de poussière/sol de 50 mg par jour pour un employé.

Les paramètres relatifs à l'exposition humaine sont présentés dans le Tableau B3.

Résultats :

Les doses journalières d'exposition et les estimations de risques sont présentées dans le Tableau B6.

Pour l'évaluation des risques liés aux substances ayant des effets à seuil, les indices de risques sont inférieurs à 1. Il n'y a donc pas de risque pour la voie d'exposition « *ingestion accidentelle de poussières/sols* ».

*Contact cutané*

Hypothèses :

La dose d'exposition est estimée à partir de la concentration sur les murs/parements/toit. Le calcul pour la voie d'exposition « *contact cutané* » considère :

- Une exposition de 36 jours (3 jours par mois représentatif d'une activité dans une zone d'accès contrôlé actuellement et avec une activité limitée en temps normal) par an pour une période d'exposition de 30 ans pour un employé ;
- Une surface de la peau de 5000 cm<sup>2</sup> pour un employé dont 25% est exposée ;
- Un facteur d'adhésion du sol sur la peau de 1.5 mg/cm<sup>2</sup>.

Les paramètres relatifs à l'exposition humaine sont présentés dans le Tableau B3.

Résultats :

Les doses journalières d'exposition et les estimations de risques sont présentées dans le Tableau B7.

Pour l'évaluation des risques liés aux substances ayant des effets à seuil (dioxines), les indices de risques sont supérieurs à 1.

La présence de dioxines et furanes sur les murs/parements/toit dans le bloc 15 et dans le retour d'air peut engendrer des risques pour les personnes pénétrant dans cette zone contrôlée.

6.2.3

*Résultats - Au fond dans la zone d'entrée d'air*

La caractérisation des risques a été effectuée selon la méthodologie décrite dans le chapitre 5.0 et pour toutes les voies d'exposition considérées.

*Ingestion accidentelle de poussières/sols*

Hypothèses :

Les concentrations maximales observées sur les murs/parements/toits dans la zone d'entrée d'air ont été retenues dans cette étude.

Le calcul pour la voie d'exposition « *ingestion accidentelle de poussières/sols* » considère :

- Une exposition de 220 jours par an pour une période d'exposition de 30 ans pour un employé ;
- Un taux d'ingestion accidentelle de poussière/sol de 50 mg par jour pour un employé.

Les paramètres relatifs à l'exposition humaine sont présentés dans le Tableau C3.

Résultats :

Les doses journalières d'exposition et les estimations de risques sont présentées dans le Tableau C5.

Pour l'évaluation des risques liés aux substances ayant des effets à seuil (dioxines), l'indice de risque est inférieur à 1. Il n'y a donc pas de risque pour la voie d'exposition « *ingestion accidentelle de poussières/sols* ».

#### *Contact cutané*

##### Hypothèses :

La dose d'exposition est estimée à partir de la concentration sur les murs/parements/toit dans la zone d'entrée d'air. Le calcul pour la voie d'exposition « *contact cutané* » considère :

- Une exposition de 220 jours par an pour une période d'exposition de 30 ans pour un employé ;
- Une surface de la peau de 5000 cm<sup>2</sup> pour un employé dont 25 % est exposée ;
- Un facteur d'adhésion du sol sur la peau de 1.5 mg/cm<sup>2</sup>.

Les paramètres relatifs à l'exposition humaine sont présentés dans le Tableau C3.

##### Résultats :

Les doses journalières d'exposition et les estimations de risques sont présentées dans le Tableau C6.

Pour l'évaluation des risques liés aux substances ayant des effets à seuil (dioxines), l'indice de risque est inférieur à 1. Il n'y a donc pas de risque pour la voie d'exposition « *contact cutané* ».

#### 6.2.4 *Conclusions - Au Fond*

Cette étude a permis d'évaluer l'impact sur la santé des employés du centre de stockage de déchets StocaMine de Wittelsheim. Cette évaluation a considéré les voies d'exposition résumées dans tableau suivant.

Tableau 6.2.3 *Synthèse des voies d'exposition au fond*

Voies d'exposition	Employé Retour d'air	Employé Entrée d'air
Inhalation d'air	x	
Ingestion accidentelle de poussières/sols	x	x
Contact cutané avec les sols	x	x

X - voie d'exposition considérée dans l'étude

Les effets potentiels sur la santé ont été identifiés considérant les effets à seuil et les effets sans seuil des substances. Les effets à seuil sont évalués par comparaison de la dose journalière d'exposition à la dose journalière admissible. Les effets sans seuil sont évalués par le calcul d'un excès de risque individuel (ERI) qui est comparé à un niveau de risque acceptable qui a été

pris égal à 1/100 000 conformément aux recommandations du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

Par précaution, des hypothèses sécuritaires ont été retenues dans les calculs des doses d'exposition à chaque fois qu'il y avait incertitude de manière à majorer les risques éventuels.

#### **Zone de retour d'air**

Les estimations des indices de risque sont présentées dans le Tableau B8 et les estimations des excès de risque individuel sont présentées dans le Tableau B9 pour un employé travaillant dans la zone de retour d'air.

Les résultats montrent que la qualité de l'air dans le bloc 15 et dans le retour d'air peut engendrer des risques pour les personnes pénétrant dans cette zone contrôlée.

Les résultats montrent également que la présence de dioxines et furanes sur les murs/parements/toit dans le bloc 15 et dans le retour d'air peut engendrer des risques pour les personnes pénétrant dans cette zone contrôlée.

En l'état actuel des connaissances et avec les hypothèses sécuritaires prises, cette étude montre que le risque lié aux substances présentes dans le bloc 15 et dans le retour d'air suite à l'incendie est jugé inacceptable pour les employés pénétrant dans cette zone.

Le bloc 15 et la zone de retour d'air sont des secteurs actuellement condamnés où l'accès est contrôlé et des mesures de protection individuelle imposées. Des mesures de nettoyage seront prises par StocaMine en fonction des futures activités dans ces zones.

#### **Zone d'entrée d'air**

Les estimations des indices de risque sont présentées dans le Tableau C7 pour un employé travaillant dans la zone d'entrée d'air.

Les résultats montrent que la présence de dioxines et furanes à de faibles teneurs sur les murs/parements/toit dans la zone d'entrée d'air n'engendre pas de risque pour les personnes travaillant dans cette zone.

En l'état actuel des connaissances et avec les hypothèses sécuritaires prises, cette étude montre que le risque lié aux substances présentes dans la zone d'entrée d'air est jugé acceptable pour les employés pénétrant dans cette zone.

Une évaluation des risques pour la santé humaine des populations présentes dans le voisinage et des employés du centre de stockage de déchets StocaMine de Wittelsheim a été réalisée suivant les préconisations de la méthodologie nationale détaillée dans le guide « *Évaluation des risques sanitaires liés aux substances chimiques dans l'étude d'impact des installations classées pour la protection de l'environnement* » de l'INERIS.

Les objectifs de cette étude sont de réaliser l'évaluation quantitative des risques sanitaires suite à l'incendie qui s'est déclaré dans le bloc 15 en distinguant la part de l'exposition :

- pour les populations avoisinantes ;
- pour les employés StocaMine en fond de mine.

L'évaluation des risques sanitaires a été réalisée en suivant le principe de précaution inhérent à ce type d'étude. La qualité de l'étude dépend de la validité des diverses données utilisées pour son exécution lors des différentes étapes de la démarche. Il faut comprendre que l'évaluation des risques n'est pas une réalité mesurée mais plutôt une approche scientifique qui permet de fournir des bases rationnelles de compréhension et de décision. Les incertitudes sont nombreuses et sont presque toujours présentes dans le domaine de la gestion des risques liés à l'environnement.

Dans le cadre d'une approche systématiquement sécuritaire, cette étude a été réalisée en choisissant des scénarios réalistes, mais délibérément pénalisants (hypothèses toujours majorantes) afin de surmonter la présence des incertitudes inhérentes à l'étude. Les impacts potentiels sur la santé sont donc systématiquement surestimés. Ainsi, les valeurs numériques des données suivantes ont toujours été maximalisées, à toutes les étapes de l'étude :

- teneurs estimées dans l'air ;
- teneurs mesurées dans les sols ;
- données toxicologiques de référence ;
- paramètres d'exposition humaine.

#### **Au Jour**

En l'état actuel des connaissances et avec les hypothèses sécuritaires prises, cette étude montre que le risque lié aux substances émises à l'atmosphère suite à l'incendie dans le bloc 15 du centre de stockage de déchets est jugé acceptable pour les populations avoisinantes.

#### **Au fond - Zone d'entrée d'air**

Les résultats montrent que la présence de dioxines et furanes à de faibles teneurs sur les murs/parements/toit dans la zone d'entrée d'air n'engendre pas de risque pour les personnes travaillant dans cette zone.

En l'état actuel des connaissances et avec les hypothèses sécuritaires prises, cette étude montre que le risque lié aux substances présentes dans la zone d'entrée d'air est jugé acceptable pour les employés pénétrant dans cette zone.

#### **Au fond - Zone de retour d'air**

Les résultats montrent également que la présence de dioxines et furanes sur les murs/parements/toit dans le bloc 15 et dans le retour d'air peut engendrer des risques pour les personnes pénétrant dans cette zone contrôlée.

En l'état actuel des connaissances et avec les hypothèses sécuritaires prises, cette étude montre que le risque lié aux substances présentes dans le bloc 15 et dans le retour d'air suite à l'incendie est jugé inacceptable pour les employés pénétrant dans cette zone.

Le bloc 15 et la zone de retour d'air sont des secteurs actuellement condamnés où l'accès est contrôlé et des mesures de protection individuelle imposées. Des mesures de nettoyage seront prises par StocaMine en fonction des futures activités dans ces zones.

## 8.1

## ETUDES ET ANALYSES

- (1) Avis d'expert relatif à la demande de création d'un stockage souterrain de déchets industriels ultimes - Laboratoire de Référence d'Analyse des Risques - INERIS - octobre 1996.
- (2) Etude de la qualité de l'air du puits Else - Contrôles de la qualité de l'air ambiant « Point zéro » - Europoll - 24-28 mars 1998.
- (3) Partie A : Etat initial du site pp6-55 - Europoll - mars 1998.
- (4) Prélèvements rejet d'air puits Else le 26 août 2002 (poussières, COV, NaCl) - Rapport d'essai APAVE - 7 novembre 2002.
- (5) Détermination de la concentration en fibres d'amiante dans l'atmosphère du puits Else le 11 et 12 septembre 2002 - Rapport de synthèse APAVE - 21 octobre 2002.
- (6) Détermination de la concentration en fibres d'amiante et en PCDD/PCDF dans un échantillon de dépôt vertical d'une galerie de retour d'air le 12 septembre 2002 - Rapport de synthèse APAVE - 21 octobre 2002.
- (7) Prélèvements parement et toit le 13 septembre 2002- Rapport d'analyses de poussières APAVE - 27 septembre 2002.
- (8) Campagne de prélèvements de sols et de végétaux autour du puits Else réalisée le 20 septembre 2002 - Bureau Véritas.
- (9) Contrôle des rejets atmosphériques puits Joseph-Else le 24 septembre 2002 - Rapport d'essai N° LAZS11-1/02 IRH Environnement - Octobre 2002.
- (10) Contrôle des rejets atmosphériques ambiance au fond de la mine dans la zone de stockage le 7 octobre 2002 - Rapport d'essai N°LAZS11-2/02 IRH Environnement - Octobre 2002.
- (11) Contrôle des rejets atmosphériques PCDD/PCDF ambiance au fond de la mine dans la zone de stockage, retour air - bloc 15 - allée 1 le 16 et 17 octobre 2002 - Rapport d'essai N°LAZS11-3/02 IRH Environnement - Novembre 2002.
- (12) Contrôle des rejets atmosphériques ambiance au fond de la mine dans la zone de stockage le 31 octobre 2002 - Rapport d'essai N°LAZS11-4/02 IRH Environnement - Novembre 2002.

(13) Analyse de déchets fournis par la Société StocaMine – Laboratoire Gestion des Risques et Environnement – novembre 2002.

(14) Impact sur l'environnement de l'incendie du 10 septembre 2002 : Rapport de synthèse – Présentation à la Commission Locale d'Information et de Surveillance - StocaMine – 29 novembre 2002.

(15) Courrier StocaMine du 15 novembre 2002 pour la DRIRE concernant la mise en place d'une campagne de mesures de dioxines et furanes en fond de mine.

(16) Rapport d'analyses des dioxines et furanes – Laboratoire LEM – 27 décembre 2002.

(17) Rapport d'analyses prélèvements sols (BTEX, HAP, Métaux)– Laboratoire LEM – 17 février 2003.

(18) Rapport d'analyses prélèvements sols (dioxines et furanes)– Laboratoire LEM – 24 février 2003.

(19) Rapport d'analyses prélèvements sols (dioxines et furanes)– Laboratoire LEM – 5 mars 2003.

## 8.2

### REFERENCES

Baize D. Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols. Références et stratégies d'interprétation. 1997, INRA Editions.

G. André, V. Dartiailh, F. Maksud, S. Pak Blanes, J. Fournier, 1994 – *Ecolochimie, chimie appliquée à l'environnement*. Ed. Cultures et Techniques.

INERIS. Septembre 2000, *Évaluation des risques sanitaires liés aux substances chimiques dans l'étude d'impact des installations classées pour la protection de l'environnement*. Direction des risques chroniques,.

Institut de Veille Sanitaire (INVS). Février 2000, *Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact*.

International Atomic Energy Agency. 1994, *Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in temperate environment*. Tech. Rep. Ser. No. 364, Vienna, Austria.

National Council on Radiation Protection Measurement. January 1989, *Screening Techniques for Determining Compliance with Environmental Standards*. Releases of Radionuclides to the Atmosphere. Bethesda, Maryland.

OMS, 1999, *Niveaux guides de la qualité de l'air pour l'Europe*.

OMS 1998, *Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2 Health criteria and other supporting information, 1996 and Addendum to Vol. 2*. 1998, Geneva, World Health Organization.

RIVM, 1994, *Human Exposure to soil contamination : a qualitative and quantitative analysis towards proposals for human toxicological intervention values*.

Société Française de Santé Publique. *L'incinération des déchets et la santé publique : bilan des connaissances récentes et évaluation du risque*. Coll. Santé et Société n°7.

Union Européenne, *Technical Guidance document in support of commission directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances and commission regulation (EC) N°1488/94 on risk assessment for existing substances*.

US EPA 2001, *Supplemental Guidance for Developing Soil Screening Levels for Superfund Sites* (Peer Review Draft, March 2001)

US EPA 2000, *Exposure and human health reassessment of 2,3,7,8 TCDD and related compounds- Draft*.

US EPA 1998, *Methodology for assessing health risks associated with multiple pathways of exposure to combustion emissions*.

US EPA 1997, *Exposure Factor Handbook*.

US EPA 1996, *Health risk and ecological risk assessment support development of technical standards for emissions from combustion units burning hazardous waste - Final Report*.

US EPA 1996, *Soil Screening Guidance: Technical Background Document*. May 1996.

### 8.3

#### SITES INTERNET

Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments - <http://www.afssa.fr/>

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Diseases Registry) - <http://www.atsdr.cdc.gov/>

INERIS - <http://www.ineris.fr/>

Integrated Risk Information System (IRIS)- <http://www.epa.gov/iris>

International Agency for Research on Cancer (IARC) - <http://monographs.iarc.fr/>

INVS - <http://www.invs.sante.fr/>

Ministère de l'Environnement - <http://www.environnement.gouv.fr/>

Risk Assessment Information System - <http://risk.lsd.ornl.gov>

Toxicological Excellence for Risk Assessment (TERA) -  
<http://www.tera.org/iter/>

World Health Organisation (WHO) :

- International Program on Chemical Safety (IPCS INCHEM)-  
<http://www.who.int/pcs/index.htm>
- Qualité des eaux potables :  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health](http://www.who.int/water_sanitation_health)

- COV :** Composés Organiques Volatils. On entend par COV tout composé organique, à l'exclusion du méthane, ayant une pression de vapeur de 0,01 kPa ou plus à une température de 293,15°Kelvin ou ayant une volatilité correspondante dans des conditions d'utilisation particulières (source : arrêté du 29 mai 2000, modifiant l'arrêté du 2 février 1998).
- Danger :** Événement de santé indésirable tel qu'une maladie, un traumatisme, un handicap, un décès. Par extension, le danger désigne tout effet toxique, c'est à dire un dysfonctionnement organique ou cellulaire, lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique, physique ou biologique.
- Dioxines :** Par le terme de « dioxines », on désigne les polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD) et les polychlorodibenzofuranes (PCDF) qui sont des composés aromatiques tricycliques chlorés. Il existe un grand nombre de combinaisons différentes liées au nombre d'atomes de chlore et aux positions qu'ils occupent. Le congénère le plus toxique est la 2,3,7,8 tétrachlorodibenzodioxine (TCDD). Les dioxines et les furanes ont en commun une très grande stabilité physique et chimique, qui, avec leur caractère lipophile, explique qu'ils se concentrent au long des chaînes alimentaires. (source : fiche « Information sur les dioxines » du Ministère de l'Environnement).
- DJA :** Dose Journalière Admissible. Niveau d'exposition sans risque appréciable pour l'homme. Pour l'US-EPA, cette dose de référence correspond à la RfD (RfC pour la concentration de référence). Pour l'ATSDR, elle correspond au MRL.
- DJE :** Dose Journalière d'Exposition. Exprime la quantité de polluant administrée (en mg/kg/j).
- ERI :** Excès de Risque Individuel. L'ERI est la probabilité de survenue d'un danger, au cours de la vie entière d'un individu, liée à une exposition à un agent cancérigène (sans unité).
- ERU :** Excès de Risque Unitaire. L'ERU est la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu a de développer l'effet s'il est exposé à une unité de dose ou de concentration du toxique pendant sa vie entière. Cet indice est la valeur toxicologique de référence pour les effets toxiques sans seuil. L'ERU est la pente de la droite qui associe la probabilité d'effets à la dose toxique pour des valeurs faibles de la dose.
- ERU<sub>O</sub> :** Excès de Risque Unitaire par voie orale. Il s'exprime en (mg/kg/j)<sup>-1</sup>.
- ERU<sub>I</sub> :** Excès de Risque Unitaire par inhalation. Il s'exprime en (µg/m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>.

<b>IR :</b>	Indice de Risque. Estimation du risque pour les effets à seuil. Il correspond à la dose (ou concentration) journalière divisée par la dose (ou concentration) de référence.
<b>LOAEL :</b>	Lowest Observed Adverse Effect Level. C'est la plus faible dose d'une substance qui provoque des modifications adverses distinctes de celles observées chez les animaux témoins.
<b>LOEL :</b>	Lowest Observed Effect Level. C'est la plus faible dose d'une substance qui provoque des modifications distinctes de celles observées chez les animaux témoins.
<b>MRL :</b>	Minimum Risk Level. Indice toxicologique de référence de l'ATSDR pour les effets néfastes non cancérogènes.
<b>NOAEL :</b>	No Observed Adverse Effect Level. C'est la dose la plus élevée d'une substance à laquelle aucun effet toxique adverse n'est observé.
<b>NOEL :</b>	No Observed Effect Level. C'est la dose la plus élevée d'une substance qui ne provoque pas de modifications distinctes de celles observées chez les animaux témoins.
<b>Organe cible :</b>	Organe ou système du corps qui est généralement affecté le premier quand la dose de la substance est augmentée à partir de 0
<b>Principe de précaution :</b>	Principe qui implique que <i>« l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable »</i> . Intégré à la loi Barnier de 1995.
<b>RfC :</b>	Indice toxicologique de l'US-EPA. La RfC est une estimation, avec une certaine incertitude, de l'exposition par inhalation continue d'une population humaine (y compris les sous-groupes sensibles) sans risque appréciable d'effets néfastes durant une vie entière. Elle s'exprime en masse de substance par m <sup>3</sup> d'air inhalé.
<b>RfD :</b>	Indice toxicologique de l'US-EPA. La RfD est une estimation, avec une certaine incertitude, de l'exposition journalière d'une population humaine (y compris les sous-groupes sensibles), qui, vraisemblablement, ne présente pas de risque appréciable d'effets néfastes durant une vie entière. Elle s'exprime en masse de substance par kg de poids corporel et par jour.
<b>Risque :</b>	Probabilité de survenue d'un danger.
<b>Substances cancérogènes :</b>	La classification utilisée pour les substances cancérogènes est celle du Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), qui distingue cinq catégories : <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Groupe 1</i> : l'agent (ou le mélange) est cancérogène pour l'homme.</li> <li>• <i>Groupe 2A</i> : l'agent (ou le mélange) est probablement cancérogène pour l'homme : indices limités de cancérogénicité chez l'homme et indices suffisants de cancérogénicité pour</li> </ul>

l'animal de laboratoire.

- *Groupe 2B* : l'agent (ou le mélange) pourrait être cancérigène pour l'homme.
- *Groupe 3* : l'agent (ou le mélange) ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme.
- *Groupe 4* : l'agent (ou le mélange) n'est probablement pas cancérigène pour l'homme.

**TEQ :** Équivalent toxique. L'équivalent de toxicité permet de caractériser le potentiel toxique d'un milieu quelconque contenant des dioxines. C'est la somme des concentrations des différents congénères dans ce milieu, après affectation à chacun de son équivalent toxique.

**VCI :** La VCI permet de constater l'ampleur d'un impact sur un milieu en fonction de son utilisation (industrielle ou résidentielle). Elle représente un seuil au-delà duquel le milieu est considéré comme « pollué » et constitue un danger potentiel pour la santé humaine. Pour les eaux souterraines et superficielles, on distingue la VCI « usage sensible » qui doit être la référence si la ressource en eau exposée est directement utilisée pour la production d'eau potable, et la VCI « usage non sensible » qui s'applique si l'eau n'est utilisée ni pour l'alimentation humaine, ni pour l'irrigation.

**VTR :** Valeur Toxicologique de Référence. Appellation générique regroupant tous les types d'indice toxicologique qui permettent d'établir une relation entre une dose et un effet (toxique à effet de seuil) ou entre une dose et une probabilité (toxique sans effet de seuil).

-oOo-

Frédéric Hamilton  
Ingénieur

Samir Magnouni  
Ingénieur Senior

## TABLEAUX

- Tableau 1 : Teneurs observées pour les substances détectées dans l'air au rejet du puits Else
- Tableau 2 : Teneurs en métaux observées dans les sols et végétaux prélevés au jour
- Tableau 3 : Teneurs en dioxines et furanes observées dans les sols prélevés au jour
- Tableau 4 : Teneurs en BTEX, métaux et HAP observées dans les sols prélevés au jour en février 2003
- Tableau 5 : Teneurs en dioxines et furanes observées dans les sols prélevés au jour en février 2003
- Tableau 6 : Teneurs observées pour les substances détectées dans l'air ambiant en fond du puits du bloc 15
- Tableau 7 : Teneurs observées en dioxines et furanes dans l'air ambiant du bloc 15
- Tableau 8 : Teneurs observées en dioxines et furanes sur les parements dans le retour d'air pour les prélèvements réalisés en septembre 2002
- Tableau 9 : Teneurs observées en dioxines et furanes sur les différents points de prélèvements en fond de mine pour les prélèvements réalisés en décembre 2002

## FIGURES

- Figure 1 : Localisation du site
- Figure 2 : Rose des vents
- Figure 3 : Localisation des points de prélèvements au jour
- Figure 4 : Teneurs en arsenic observées dans les sols
- Figure 5 : Teneurs en chrome observées dans les sols
- Figure 6 : Teneurs en cuivre observées dans les sols
- Figure 7 : Teneurs en nickel observées dans les sols
- Figure 8 : Teneurs en plomb observées dans les sols
- Figure 9 : Teneurs en zinc observées dans les sols
- Figure 10 : Teneurs en mercure observées dans les sols
- Figure 11 : Teneurs en baryum observées dans les sols
- Figure 12 : Teneurs en cobalt observées dans les sols
- Figure 13 : Teneurs en HAP observées dans les sols
- Figure 14 : Teneurs en dioxines et furanes observées dans les sols
- Figure 15 : Schéma de circulation de l'air
- Figure 16 : Localisation des points de prélèvements en fond de mine
- Figure 17 : Résultats analytiques significatifs observés en fond de mine
- Figure 18 : Modèle conceptuel du site - Scénario au jour
- Figure 19 : Modèle conceptuel du site - Scénario au fond

## *ANNEXES*

- Annexe A : Evaluation des risques sanitaires sur les populations avoisinantes au jour
- Annexe B : Evaluation des risques sanitaires sur les employés au fond dans le retour d'air
- Annexe C : Evaluation des risques sanitaires sur les employés au fond dans l'entrée d'air
- Annexe D : Dispersion atmosphérique

## TABLEAUX

Tableau 1 : Teneurs observées pour les substances détectées dans l'air au rejet du puits Else

Tableau 2 : Teneurs en métaux observées dans les sols et végétaux prélevés au jour

Tableau 3 : Teneurs en dioxines et furanes observées dans les sols prélevés au jour

Tableau 4 : Teneurs en BTEX, métaux et HAP observées dans les sols prélevés au jour en février 2003

Tableau 5 : Teneurs en dioxines et furanes observées dans les sols prélevés au jour en février 2003

Tableau 6 : Teneurs observées pour les substances détectées dans l'air ambiant en fond du puits du bloc 15

Tableau 7 : Teneurs observées en dioxines et furanes dans l'air ambiant du bloc 15

Tableau 8 : Teneurs observées en dioxines et furanes sur les parements dans le retour d'air pour les prélèvements réalisés en septembre 2002

Tableau 9 : Teneurs observées en dioxines et furanes sur les différents points de prélèvements en fond de mine pour les prélèvements réalisés en décembre 2002

Tableau 1 - Substances détectées dans l'air au rejet du puits Else

Unité	Rejet puits Else	
	24/09/2002	22/01/2003
<b>Aldéhydes</b>		
Acétaldéhyde	2660	580
<b>Cétones</b>		
Acétone	240	106
<b>Hydrocarbures aromatiques</b>		
Benzène	620	144
Toluène	2050	704
Xylènes	<140	61
Ethyl benzène	380	106
<b>HAP</b>		
Benzo(a)pyrene	120	<0,006
Benzo(b)fluoranthène	120	<0,006
Benzo(k)fluoranthène	40	<0,006
Fluoranthène	70	<0,006
<b>Poussières</b>	900	130
<b>Halogénés</b>		
Iode	110	<40
Chlore	<50	110
<b>Métaux</b>		
Particulaire	Particulaire	Particulaire
Gazeux	Gazeux	Gazeux
Arsenic	<0,3	0,9
Alluminium	9,8	<7,6
Plomb	0,6	10,7
Zinc	<4	<7,6
<b>Autres composés</b>		
SO <sub>2</sub>	393	<20
HCl	582	270
NH <sub>3</sub>	78	78
Azote organique	236	230

Tableau 2 - Concentrations en métaux détectées dans les sols et végétaux prélevés au jour le 20 septembre 2002

Métaux	Unité	VCI Sensible	Sol 1-1	Sol 1-2	Sol 2-1	Sol 2-2	Sol 3	Sol 3	Sol 3	Herbe	Choux
			0-20cm	0-20cm	0-20cm	0-20cm	0-20cm	40-60cm	mixte		
Aluminium	mg/kg		3170	3150	3020	2800	3170	2850	3170	56,2	-
Arsenic	mg/kg	37	7,68	8,59	16,5	23,1	24	10,1	10,6	<20	-
Barium	mg/kg	625	75,9	64,9	68,6	77,8	86,5	92,1	119	89,9	-
Bore	mg/kg		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cadmium	mg/kg	20	-	-	-	-	-	-	-	<20	-
Chrome	mg/kg	130	39,4	41	54,9	68,4	76,9	28,5	29,8	<75	<20
Cobalt	mg/kg	240	-	-	-	-	-	-	-	<40	-
Cuivre	mg/kg	190	12,5	-	23,8	29,9	33,6	22,6	26,9	<40	-
Etain	mg/kg		-	-	-	-	-	-	-	<40	-
Fer	mg/kg		12000	13100	16800	20500	23100	12700	12800	101	<20
Molybdène	mg/kg	200	-	-	-	-	-	-	-	<40	-
Manganèse	mg/kg		202	196	316	463	524	243	278	<40	-
Nickel	mg/kg	140	21,1	24,8	33,8	42,7	48,1	17,6	19,2	<40	-
Phosphore	mg/kg		605	673	691	906	1020	674	773	2620	211
Fluor	mg/kg	400	25	28,6	35,7	34,2	38,4	41,9	49,9	<40	-
Soufre	mg/kg		370	382	230	248	275	318	413	<40	-
Antimoine	mg/kg	100	-	-	-	-	-	-	-	<75	<20
Sélénium	mg/kg		-	-	-	-	-	-	-	<75	<20
Silicium	mg/kg		245	315	284	188	213	670	1540	1190	<20
Strontium	mg/kg		10,6	13,4	14,6	21,4	24	25,1	38,4	<40	-
Titanium	mg/kg		213	267	439	577	648	178	230	<40	-
Talium	mg/kg		-	-	-	-	-	-	-	<200	<50
Vanadium	mg/kg	560	-	-	-	-	-	-	-	<40	-
Zinc	mg/kg	9000	49	62	54,9	66,7	74	156	182	41,2	-
Beryllium	mg/kg	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sodium	mg/kg		158	119	229	195	224	222	250	<40	34
Potassium	mg/kg		1290	1420	2460	2730	3070	999	1150	15700	1830
Magnesium	mg/kg		3940	4290	5850	7010	7880	2760	2880	1730	122
Calcium	mg/kg		2020	3340	2470	6240	7020	3690	10100	7120	431
Mercur	mg/kg	7	0,183	0,104	-	-	0,222	0,171	0,248	<0,4	-

Teneur > VCI Sensible

Tableau 3 - Concentrations en dioxines observées dans les sols prélevés au jour le 20 septembre 2002

Dioxines et furanes	Unité	SOL 1-1			SOL 1-2			SOL 1-1			SOL 2-2		
		I-TEF/OMS	I-TEF/NATO	0-20cm pg/g	OMS pg/TE/g	NATO pg/TE/g	0-20cm pg/g	OMS pg/TE/g	NATO pg/TE/g	0-20cm pg/g	OMS pg/TE/g	NATO pg/TE/g	
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	pg TE/g	1	1	0,1	0,1	0,06	0,06	0,05	0,05	0,08	0,08	0,08	
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	pg TE/g	1	0,5	0,37	0,37	0,23	0,23	0,115	0,115	0,32	0,32	0,16	
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	pg TE/g	0,1	0,1	0,53	0,53	0,46	0,46	0,046	0,046	0,19	0,19	0,014	
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	pg TE/g	0,1	0,1	0,66	0,66	0,9	0,9	0,09	0,09	0,46	0,46	0,047	
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	pg TE/g	0,1	0,1	0,5	0,5	0,53	0,53	0,063	0,063	0,42	0,42	0,038	
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	pg TE/g	0,01	0,01	9,75	0,975	8,5	0,85	0,085	0,085	3,68	0,368	0,0533	
Octachlorodibenzodioxine	pg TE/g	0,0001	0,0001	41,48	0,004148	41,34	0,004134	0,04134	0,04134	16,79	0,001679	0,002185	
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	pg TE/g	0,1	0,1	0,99	0,99	1,28	0,128	0,128	0,128	0,26	0,026	0,032	
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	pg TE/g	0,05	0,05	0,79	0,0395	0,85	0,0425	0,0425	0,0425	0,29	0,0145	0,0105	
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	pg TE/g	0,5	0,5	1,12	0,56	1,12	0,56	0,56	0,56	0,46	0,23	0,24	
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	pg TE/g	0,1	0,1	1,11	0,111	1,37	0,137	0,137	0,137	0,49	0,049	0,06	
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	pg TE/g	0,1	0,1	0,96	0,096	0,92	0,092	0,092	0,092	0,44	0,044	0,049	
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	pg TE/g	0,1	0,1	1,21	0,121	1,25	0,125	0,125	0,125	0,56	0,056	0,065	
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	pg TE/g	0,1	0,1	0,12	0,012	0,11	0,011	0,011	0,011	0,17	0,017	0,006	
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	pg TE/g	0,01	0,01	4,8	0,048	4,85	0,0485	0,0485	0,0485	2,26	0,0226	0,0225	
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	pg TE/g	0,01	0,01	0,5	0,005	0,58	0,0058	0,0058	0,0058	0,31	0,0031	0,0032	
Octachlorodibenzofurane	pg TE/g	0,0001	0,0001	4,75	0,000475	4,11	0,000411	0,000411	0,000411	2,11	0,000211	0,0021	
<b>Somme</b>					<b>1,833</b>		<b>1,728</b>		<b>1,654</b>		<b>0,858</b>	<b>1,043</b>	
<b>Total I-TEC</b>											<b>0,775</b>	<b>0,904</b>	

VCI Sensible = 1000 pg/TEg

Pour caractériser la toxicité de l'ensemble des dioxines, un indicateur a été développé au niveau international, l'équivalent toxique (TEQ). A chaque congénère est aussi attribué un coefficient de toxicité, qui a été estimé en comparant l'activité du composé considéré à celle de la 2,3,7,8 TCDD. L'équivalent toxique d'un mélange de congénères est obtenu en sommant les teneurs des composés les plus toxiques, multipliées par leur coefficient de toxicité respective.

Tableau 3 - Concentrations en dioxines observées dans les sols prélevées au jour le 20 septembre 2002

Dioxines et furanes	Unité	SOL 3				SOL 3				SOL 3				
		I-TEF OMS	I-TEF NATO	0-20cm Pg/g	OMS Pg/TE/g	NATO Pg/TE/g	40-60cm Pg/g	OMS Pg/TE/g	NATO Pg/TE/g	initiale Pg/g	OMS Pg/TE/g	NATO Pg/TE/g	OMS Pg/TE/g	NATO Pg/TE/g
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	Pg TE/g	1	1	0,3	0,3	0,3	0,32	0,32	0,32	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	Pg TE/g	1	0,5	1,52	1,52	0,76	1,39	1,39	0,695	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	Pg TE/g	0,1	0,1	1,85	0,185	0,185	1,27	0,127	0,127	1,62	0,162	0,162	0,162	0,162
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	Pg TE/g	0,1	0,1	2,45	0,245	0,245	2,13	0,213	0,213	2,14	0,214	0,214	0,214	0,214
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	Pg TE/g	0,1	0,1	1,89	0,189	0,189	1,3	0,13	0,13	1,78	0,178	0,178	0,178	0,178
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	Pg TE/g	0,01	0,01	17,32	0,1732	0,1732	13,55	0,1355	0,1355	14,86	0,1486	0,1486	0,1486	0,1486
Octachlorodibenzodioxine	Pg TE/g	0,0001	0,0001	70,89	0,007089	0,007089	53,42	0,005342	0,005342	57,2	0,00572	0,00572	0,00572	0,00572
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	Pg TE/g	0,1	0,1	3,27	0,327	0,327	2,98	0,298	0,298	3,2	0,32	0,32	0,32	0,32
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	Pg TE/g	0,05	0,05	2,85	0,1425	0,1425	2,64	0,132	0,132	2,64	0,132	0,132	0,132	0,132
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	Pg TE/g	0,5	0,5	5,34	2,67	2,67	4,11	2,055	2,055	4,27	2,135	2,135	2,135	2,135
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	Pg TE/g	0,1	0,1	5,59	0,559	0,559	4,1	0,41	0,41	4,29	0,429	0,429	0,429	0,429
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	Pg TE/g	0,1	0,1	5	0,5	0,5	3,69	0,369	0,369	4,09	0,409	0,409	0,409	0,409
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	Pg TE/g	0,1	0,1	7,06	0,706	0,706	5,27	0,527	0,527	5,13	0,513	0,513	0,513	0,513
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	Pg TE/g	0,1	0,1	0,41	0,041	0,041	0,39	0,039	0,039	0,4	0,04	0,04	0,04	0,04
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	Pg TE/g	0,01	0,01	26,76	0,2676	0,2676	19,86	0,1986	0,1986	22,48	0,2248	0,2248	0,2248	0,2248
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	Pg TE/g	0,01	0,01	2,29	0,0229	0,0229	1,68	0,0168	0,0168	1,76	0,0176	0,0176	0,0176	0,0176
Octachlorodibenzofurane	Pg TE/g	0,0001	0,0001	29,84	0,002984	0,002984	17,24	0,001724	0,001724	16,59	0,001659	0,001659	0,001659	0,001659
Somme					7,858	7,189		6,368	5,737		6,670	5,987		
Total I-TEQ														

VCI Sensible = 1000 pg/TEg

Pour caractériser la toxicité de l'ensemble des dioxines, un indicateur a été développé au niveau international, l'équivalent toxique (TEQ). A chaque congénère est ainsi attribué un coefficient de toxicité, qui a été estimé en comparant l'activité du composé considéré à celle de la 2,3,7,8-TCDD. L'équivalent toxique d'un mélange de congénères est obtenu en sommant les teneurs des composés les plus toxiques, multipliées par leur coefficient de toxicité respective.

Tableau 4 - Substances détectées dans les sols prélevés au jour en février 2003

	Unité	VCI Sensible	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6
<b>BTEX</b>								
Benzène	mg/kg	2,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Toluène	mg/kg	10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ethylbenzène	mg/kg	50	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
m-p-xylène	mg/kg	10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
o-xylène	mg/kg	10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
<b>Métaux</b>								
Arsenic	mg/kg	37	14,5	28,3	26,1	30,6	27,9	25,3
Cadmium	mg/kg	20	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Chrome	mg/kg	130	31,2	21,2	40,6	41,1	47,7	47,5
Cuivre	mg/kg	190	12,3	34,4	18,4	29,7	15	33,4
Nickel	mg/kg	140	18,8	20,2	23,2	25,8	25,9	27,3
Plomb	mg/kg	400	18,1	67,8	44,4	51,7	19,8	216
Zinc	mg/kg	9000	40,6	124	165	151	60,7	262
Mercuré	mg/kg	7	<0,1	0,178	0,158	0,41	0,1	0,42
Baryum	mg/kg	625	51,5	103	87	151	70,2	180
Cobalt	mg/kg	240	9,42	7,08	8,7	9,57	8,86	9,1
<b>HAP</b>								
Fluoranthène	mg/kg	6100	<0,05	3,1	<0,05	<0,05	<0,05	0,22
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg		<0,05	3	0,63	0,4	<0,05	0,74
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg	900	<0,05	0,73	0,2	0,12	<0,05	0,2
Benzo(a)pyrène	mg/kg	7	<0,05	1,4	0,33	0,2	<0,05	0,37
Benzo(g,h,i)peryène	mg/kg		<0,05	0,67	0,12	0,08	<0,05	0,19
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg	16,1	<0,05	4,5	0,14	0,06	<0,05	0,15

Teneur > VCI Sensible

Tableau 5 - Concentrations en dioxines observées dans les sols prélevées au jour en février 2003

Unité	Point 1		Point 2		Point 3		Point 4		Point 5		Point 6														
	I-TEF/OMS	I-TEF/NATO	PE/A	OMS	NATO	PE/A	OMS	NATO	PE/A	OMS	NATO	PE/A	OMS	NATO											
Dioxines et furanes																									
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	1	1	0,05	0,05	0,05	0,17	0,17	0,1	0,1	0,1	0,1	0,26	0,26	0,26	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,48	0,48	0,48		
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	1	0,5	0,1	0,1	0,05	1,1	1,1	0,55	0,34	0,34	0,17	3,04	3,04	1,52	0,23	0,23	0,115	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	0,505	
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,04	0,04	0,04	1,09	1,09	0,109	0,48	0,48	0,048	2,85	2,85	0,285	0,12	0,12	0,012	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,081	
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,37	0,037	0,037	2,5	2,5	0,25	1,03	1,03	0,103	10,18	10,18	1,018	0,1	0,1	0,04	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	0,206	
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,31	0,031	0,031	1,48	1,48	0,148	0,65	0,65	0,065	3,69	3,69	0,369	0,15	0,15	0,015	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	0,206	
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	0,01	0,01	2,75	0,0275	0,0275	47,97	47,97	0,4797	12,34	12,34	0,1234	94,84	94,84	9,484	4,03	4,03	0,403	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75	3,775	
Octachlorodibenzodioxine	0,0001	0,0001	10,64	0,001064	0,001064	202,54	202,54	0,20254	54,13	54,13	0,005413	337,17	337,17	33,717	19,62	19,62	0,001962	233,73	233,73	233,73	233,73	233,73	233,73	0,23373	
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,25	0,025	0,025	3,27	3,27	0,327	0,56	0,56	0,056	3,79	3,79	0,379	0,41	0,41	0,041	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	0,515	
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,05	0,05	0,23	0,0115	0,0115	3,23	3,23	0,1615	0,68	0,68	0,068	4,18	4,18	0,418	0,48	0,48	0,048	5,62	5,62	5,62	5,62	5,62	5,62	0,562	
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,5	0,5	0,42	0,21	0,21	6,24	6,24	3,12	1,01	1,01	0,101	5,58	5,58	2,79	0,79	0,79	0,079	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11	2,555	
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,27	0,027	0,027	5,43	5,43	0,543	2	2	0,2	5,36	5,36	0,536	0,2	0,2	0,02	4,69	4,69	4,69	4,69	4,69	4,69	0,469	
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,27	0,027	0,027	2,4	2,4	0,24	1,11	1,11	0,111	4,49	4,49	0,449	0,28	0,28	0,028	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	0,217	
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,33	0,033	0,033	2,79	2,79	0,279	1,29	1,29	0,129	5,59	5,59	0,559	0,34	0,34	0,034	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	0,295	
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,02	0,002	0,002	0,2	0,2	0,02	0,08	0,08	0,008	0,74	0,74	0,074	0,04	0,04	0,004	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,025	
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	0,01	0,01	1,31	0,0131	0,0131	13,51	13,51	0,1351	6,63	6,63	0,0663	23,46	23,46	2,346	1,29	1,29	0,0129	15,16	15,16	15,16	15,16	15,16	15,16	1,516	
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	0,01	0,01	0,22	0,0022	0,0022	1,47	1,47	0,0147	1,34	1,34	0,0134	3,22	3,22	0,0322	0,12	0,12	0,0012	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	0,106	
Octachlorodibenzofurane	0,0001	0,0001	1,51	0,000151	0,000151	35,11	35,11	0,003511	2,74	2,74	0,00274	73,19	73,19	7,319	1,06	1,06	0,00106	10,75	10,75	10,75	10,75	10,75	10,75	0,1075	
Somme																									
Total I-TEQ				0,602	0,582		7,123	6,785		1,908	1,789		11,224	10,074		0,939	0,843								6,601

VCI Sensible = 1000 pg/TEQ

Pour caractériser la toxicité de l'ensemble des dioxines, un indicateur a été développé au niveau international, l'équivalent toxique (TEQ). A chaque congénère est ainsi attribué un coefficient de toxicité, qui a été estimé en comparant l'activité du composé considéré à celle de la 2,3,7,8-TCDD. L'équivalent toxique d'un mélange de congénères est obtenu en sommant les teneurs des congénères les plus toxiques, multipliées par leur coefficient de toxicité respective.

Tableau 6 - Substances détectées dans l'air ambiant en fond de mine

	Unité	VME	VLE	Fond du puits Bloc15		
				07/10/2002	15/10/2002	31/10/2002
<b>Aldéhydes</b>						
Acétaldéhyde	µg/m <sup>3</sup>	180000		3420		
Butyraldéhyde	µg/m <sup>3</sup>			93		
Formol	µg/m <sup>3</sup>			28		
Furfuraldéhyde	µg/m <sup>3</sup>	8000		106		
Chloroacétaldéhyde	µg/m <sup>3</sup>	3000		4237		
Isovaléraldéhyde	µg/m <sup>3</sup>	175000		10		
<b>Cétones</b>						
Acétone	µg/m <sup>3</sup>	1800000		1670		
Butanone (MEK)	µg/m <sup>3</sup>	600000		180		
<b>Hydrocarbures aromatiques</b>						
Benzène	µg/m <sup>3</sup>	16000		1960		
Toluène	µg/m <sup>3</sup>	375000	550000	180		
Xylènes	µg/m <sup>3</sup>	435000	650000	125		
Éthyl benzène	µg/m <sup>3</sup>	435000		210		
<b>HAP</b>						
Benzo(a)pyrene	µg/m <sup>3</sup>			<6	0,016	
Benzo(b)fluoranthène	µg/m <sup>3</sup>			<6	0,025	
Fluoranthène	µg/m <sup>3</sup>			<6	0,701	
Poussières	µg/m <sup>3</sup>			263		
<b>Halogénés</b>						
Chlore	µg/m <sup>3</sup>			234		
<b>Métaux</b>						
Arsenic	µg/m <sup>3</sup>	200		Gazeux	Particulaire	Particulaire
Plomb	µg/m <sup>3</sup>	150		<0,2	0,4	Gazeux
Cuivre	µg/m <sup>3</sup>	200		0,2	4,4	
				2,7	<4,4	
<b>Autres composés</b>						
HCN	µg/m <sup>3</sup>			96		<6
HCl	µg/m <sup>3</sup>			106		582
NH <sub>3</sub>	µg/m <sup>3</sup>			24		78
Azote organique	µg/m <sup>3</sup>			44		236

Teneur dans l'air ambiant en fond de mine > VME (Valeur moyenne d'exposition)  
 Teneur dans l'air ambiant en fond de mine > VLE (Valeur limite d'exposition)

Tableau 7 - Teneurs en dioxines dans l'air ambiant en fond de mine (Bloc 15)

		Air ambiant - Bloc 15 17/10/02			
	I-TEF OMS	I-TEF NATO	ng/Nm <sup>3</sup>	I-TEQ OMS ng/Nm <sup>3</sup>	I-TEQ NATO ng/Nm <sup>3</sup>
matière brute analysé = 2,06 g					
<b>Dioxines et furanes</b>					
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	1	1	0,0734	0,0734	0,0734
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	1	0,5	0,1674	0,1674	0,0837
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,1237	0,01237	0,01237
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,4651	0,04651	0,04651
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,3435	0,03435	0,03435
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	0,01	0,01	3,2379	0,032379	0,032379
Octachlorodibenzodioxine	0,0001	0,0001	3,5247	0,00035247	0,0035247
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1758	0,01758	0,01758
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,05	0,05	0,1404	0,00702	0,00702
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,5	0,5	0,2491	0,12455	0,12455
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,7598	0,07598	0,07598
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,5924	0,05924	0,05924
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,8122	0,08122	0,08122
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1849	0,01849	0,01849
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	0,01	0,01	4,1105	0,041105	0,041105
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	0,01	0,01	0,306	0,00306	0,00306
Octachlorodibenzofurane	0,0001	0,0001	2,4111	0,00024111	0,0024111
<b>Somme - Total I-TEQ</b>				<b>0,7952</b>	<b>0,7169</b>

Tableau 8 - Teneurs en dioxines en fond de mine sur parement dans le retour d'air

	VCI Sensible		Parement - Retour d'air - Fond				
	ng TE/kg	I-TEF OMS	L-TEF NATO	I-TEQ OMS pg/ extrait	OMS ng/kg	I-TEQ NATO pg/ extrait	NATO ng/kg
matière brute analysé = 2,06 g							
Dioxines et furanes							
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	1	0,0001	0,001	1337,88	1337,88	1337,88	1337,88
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	1	0,05	0,5	4662,23	4662,23	2331,115	2331,115
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,5	0,1	4467,23	446,723	446,723	446,723
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,1	16670,63	1667,063	1667,063	1667,063
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,1	13332,5	1333,25	1333,25	1333,25
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	0,01	0,01	0,01	128131,9	1281,319	1281,319	1281,319
Octachlorodibenzodioxine	0,0001	0,001	0,001	129202,8	12,92028	129,2028	129,2028
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1	607,71	60,771	60,771	60,771
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,05	0,05	0,05	626,51	31,3255	31,3255	31,3255
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,5	0,5	0,5	1274,02	637,01	637,01	637,01
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1	1462,99	146,299	146,299	146,299
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1	1311,65	131,165	131,165	131,165
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1	1537,74	153,774	153,774	153,774
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1	73,85	7,385	7,385	7,385
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	0,01	0,01	0,01	5728,6	57,286	57,286	57,286
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	0,01	0,01	0,01	834	8,34	8,34	8,34
Octachlorodibenzofurane	0,0001	0,001	0,001	6984,31	0,698431	6,98431	6,98431
<b>Somme</b>				11975,44	5813,32	9766,89	4741,21
Total I-TEQ	1000						

Teneur > VCI Sensible



Tableau 9 - Teneurs en dioxines en fond de mine - décembre

	VCI Sensible	P3 (parois)		P4		P6		P7		
		ng TE/kg	I-TEF OMS	I-TEF NATO	I-TEQ OMS	I-TEQ NATO	I-TEQ OMS	I-TEQ NATO	I-TEQ OMS	I-TEQ NATO
					Déc. 02	Déc. 02	Déc. 02	Déc. 02	Déc. 02	
		ng/kg	I-TEF OMS	I-TEF NATO	I-TEQ OMS	I-TEQ NATO	I-TEQ OMS	I-TEQ NATO	I-TEQ OMS	I-TEQ NATO
<b>Dioxines et furanes</b>										
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	1		1		325	325	0,71	0,71	0	0
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	1		0,5		942,5	942,5	1,39	1,39	0	0
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1		0,1		113,9	113,9	0,45	0,45	0	0
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1		0,1		609,3	609,3	2,31	2,31	0,22	0,22
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	0,1		0,1		301,9	301,9	0,71	0,71	0	0
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	0,0001		0,001		373,14	373,14	15,31	15,31	2,2	0,022
Octachlorodibenzodioxine	0,0001		0,001		39,793	39,793	42,27	42,27	0,000427	0,000427
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,1		0,1		29,7	29,7	0,273	0,273	0	0
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,05		0,05		17,55	17,55	1,31	1,31	0,0655	0,0655
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,5		0,5		295,5	295,5	4,33	4,33	2,165	2,165
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1		0,1		73,3	73,3	3,37	3,37	0,337	0,337
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1		0,1		67,8	67,8	0,63	0,63	0,063	0,063
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1		0,1		104,6	104,6	1,31	1,31	0,131	0,131
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	0,1		0,1		2,9	2,9	0,09	0,09	0,009	0,009
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	0,01		0,01		24,43	24,43	3,25	3,25	0,0325	0,0325
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	0,01		0,01		2,17	2,17	0,42	0,42	0,0042	0,0042
Octachlorodibenzofurane	0,0001		0,001		1,772	1,772	5,5	5,5	0,00055	0,00055
<b>Somme</b>										
Total I-TEQ	1000				4230,35	3325,26	3,53	3,04	5,69	5,03

Teneur > VCI Sensible

Tableau 9 - Teneurs en dioxines en fond de mine - décembre

	VCI Sensible	P8		P9		P10 (mur)		P10 (mur)	
		I-TEQ OMS ng/kg	I-TEQ NATO ng/kg						
<b>Dioxines et furanes</b>									
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	1	0,07	0,07	0,12	0,12	0,14	0,14	0,14	0,14
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	1	0	0	1,14	1,14	0,32	0,32	0,32	0,16
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,05	0,005	0,65	0,065	0	0	0	0
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,23	0,023	4,11	0,411	0,79	0,079	0,079	0,079
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,12	0,012	6,75	0,675	0,27	0,027	0,027	0,027
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	0,01	1,68	0,0168	39,93	0,3993	17,61	0,1761	0,1761	0,1761
Octachlorodibenzodioxine	0,0001	11,96	0,001196	439,85	0,43985	230,67	0,23067	0,23067	0,23067
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,1	0,95	0,095	0,25	0,025	2,06	0,206	0,206	0,206
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,05	0,34	0,017	0,33	0,0165	1,05	0,0525	0,0525	0,0525
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,5	0,86	0,43	0,81	0,405	2,62	1,31	1,31	1,31
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,7	0,07	0,66	0,066	2,68	0,268	0,268	0,268
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,19	0,019	0,67	0,067	0,6	0,06	0,06	0,06
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,28	0,028	0,66	0,066	0,84	0,084	0,084	0,084
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,02	0,002	0,21	0,021	0,05	0,005	0,005	0,005
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	0,01	0,75	0,0075	2,05	0,0205	3,41	0,0341	0,0341	0,0341
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	0,01	0,26	0,0026	0,37	0,0037	0,55	0,0055	0,0055	0,0055
Octachlorodibenzofurane	0,0001	0,46	0,000046	5,61	0,000561	15,69	0,001569	0,001569	0,001569
Somme									
Total I-TEQ	1000	0,05	0,81	3,55	3,38	2,79	2,85	2,79	2,85

Teneur > VCI Sensible

Tableau 9 - Teneurs en dioxines en fond de mine - décembre

	VCI		P10 (parois)		P10 (parois)		P11	
	ng TE/kg	I-TEF OMS	I-TEF NATO	I-TEQ OMS	I-TEQ NATO	I-TEQ OMS	I-TEQ NATO	Déc. 02
				ng/kg	ng/kg	ng/kg	ng/kg	
<b>Dioxines et furanes</b>								
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	1	1	1	0,12	0,12	0,12	0,18	0,18
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	1	1	0,5	0,35	0,35	0,175	1,06	1,06
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,1	0,24	0,24	0,024	1,31	1,31
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,1	0,39	0,39	0,039	9,47	9,47
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	0,1	0,1	0,1	7,03	7,03	0,703	2,49	2,49
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	0,01	0,01	0,01	5,8	5,8	0,058	84,72	84,72
Octachlorodibenzodioxine	0,0001	0,0001	0,001	30,66	30,66	0,003066	135,83	0,013583
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1	2,65	2,65	0,265	3,65	0,365
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,05	0,05	0,05	1,21	1,21	0,0605	1,27	0,0635
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,5	0,5	0,5	2,28	2,28	1,14	3,28	1,64
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1	1,71	1,71	0,171	8,63	0,863
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1	1,41	1,41	0,141	2,78	0,278
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1	1,07	1,07	0,107	4,12	0,412
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,04	0,12	0,012
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	0,01	0,01	0,01	2,37	2,37	0,0237	45,92	0,4592
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	0,01	0,01	0,01	0,4	0,4	0,004	2,72	0,0272
Octachlorodibenzofurane	0,0001	0,0001	0,001	3,17	3,17	0,000317	50,35	0,005035
Somme								
Total I-TEQ	1000			3,25	3,11		7,55	7,19

Teneur > VCI Sensible

## FIGURES

Figure 1 : Localisation du site

Figure 2 : Rose des vents

Figure 3 : Localisation des points de prélèvements au jour

Figure 4 : Teneurs en arsenic observées dans les sols

Figure 5 : Teneurs en chrome observées dans les sols

Figure 6 : Teneurs en cuivre observées dans les sols

Figure 7 : Teneurs en nickel observées dans les sols

Figure 8 : Teneurs en plomb observées dans les sols

Figure 9 : Teneurs en zinc observées dans les sols

Figure 10 : Teneurs en mercure observées dans les sols

Figure 11 : Teneurs en baryum observées dans les sols

Figure 12 : Teneurs en cobalt observées dans les sols

Figure 13 : Teneurs en HAP observées dans les sols

Figure 14 : Teneurs en dioxines et furanes observées dans les sols

Figure 15 : Sens de circulation de l'air

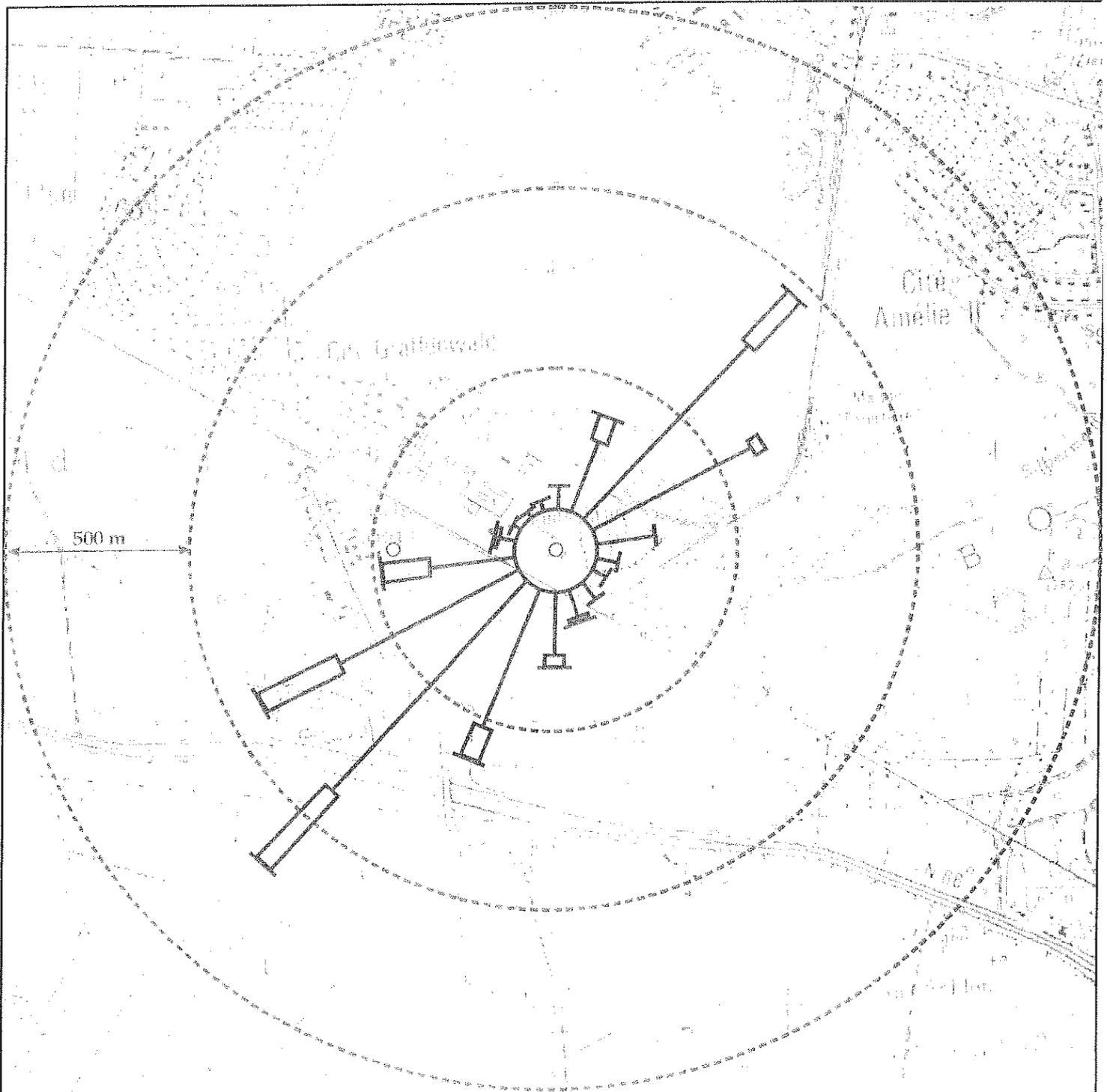
Figure 16 : Localisation des points de prélèvements en fond de mine

Figure 17 : Résultats analytiques significatifs en fond de mine

Figure 18 : Modèle conceptuel du site - Scénario au jour

Figure 19 : Modèle conceptuel du site - Scénario au fond





**Légende :**

Vitesse du vent

-  7-14 km/h
-  16-29 km/h
-  >29 km/h

Fréquence associée

-  1,7 %



0 500 m

Source : IGN n° 3620 ET, 3720 ET

Figure 2 : Rose des vents

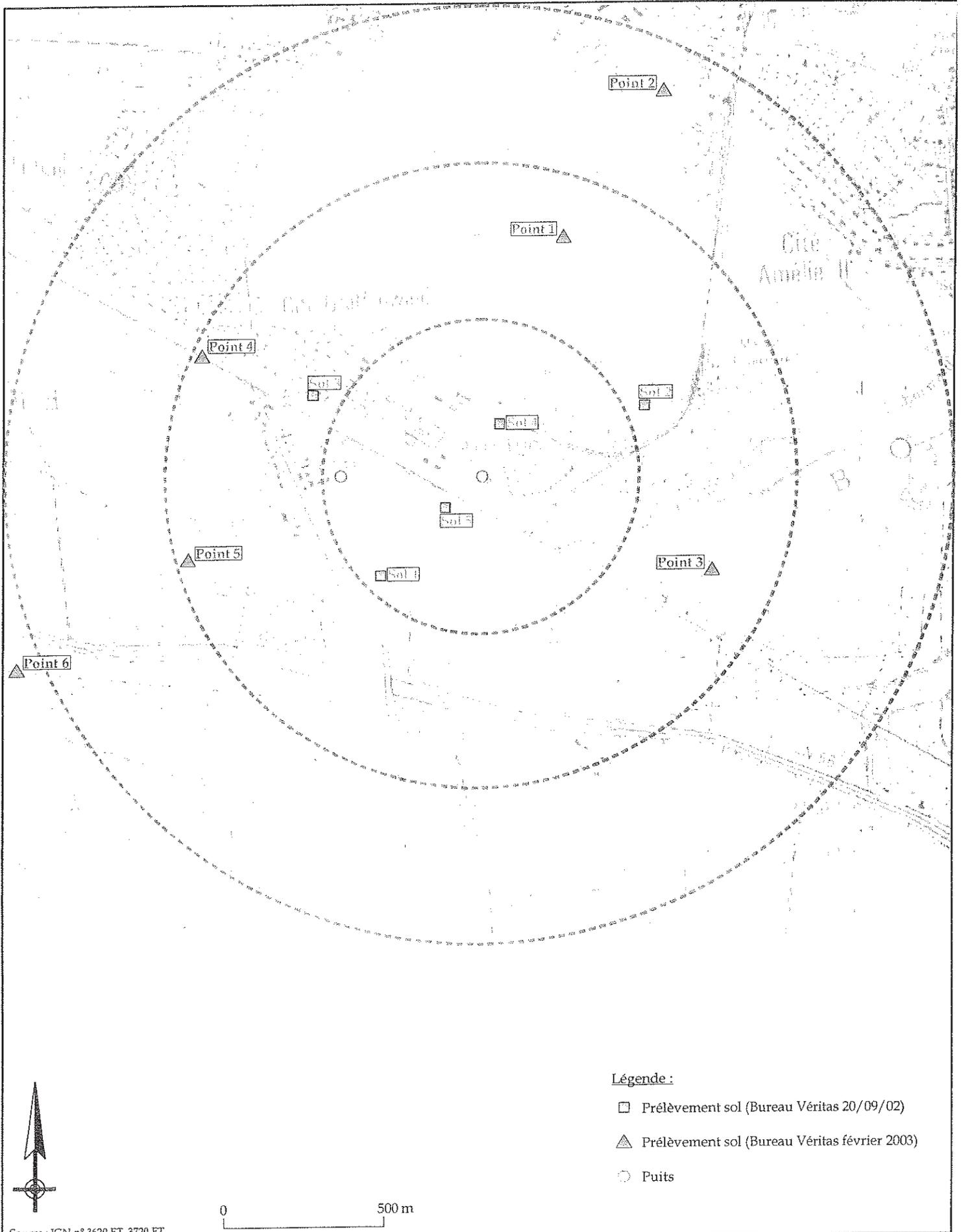
Echelle :  
Voir barre d'échelle



**ERM France**  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tél.: 01 53 24 10 30  
Fax : 01 53 24 10 40

Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE  
Client : STOCAMINE  
Lieu : WITTELSHEIM (68)

Date : 19/12/02  
Fichier : 2828-02.cdr

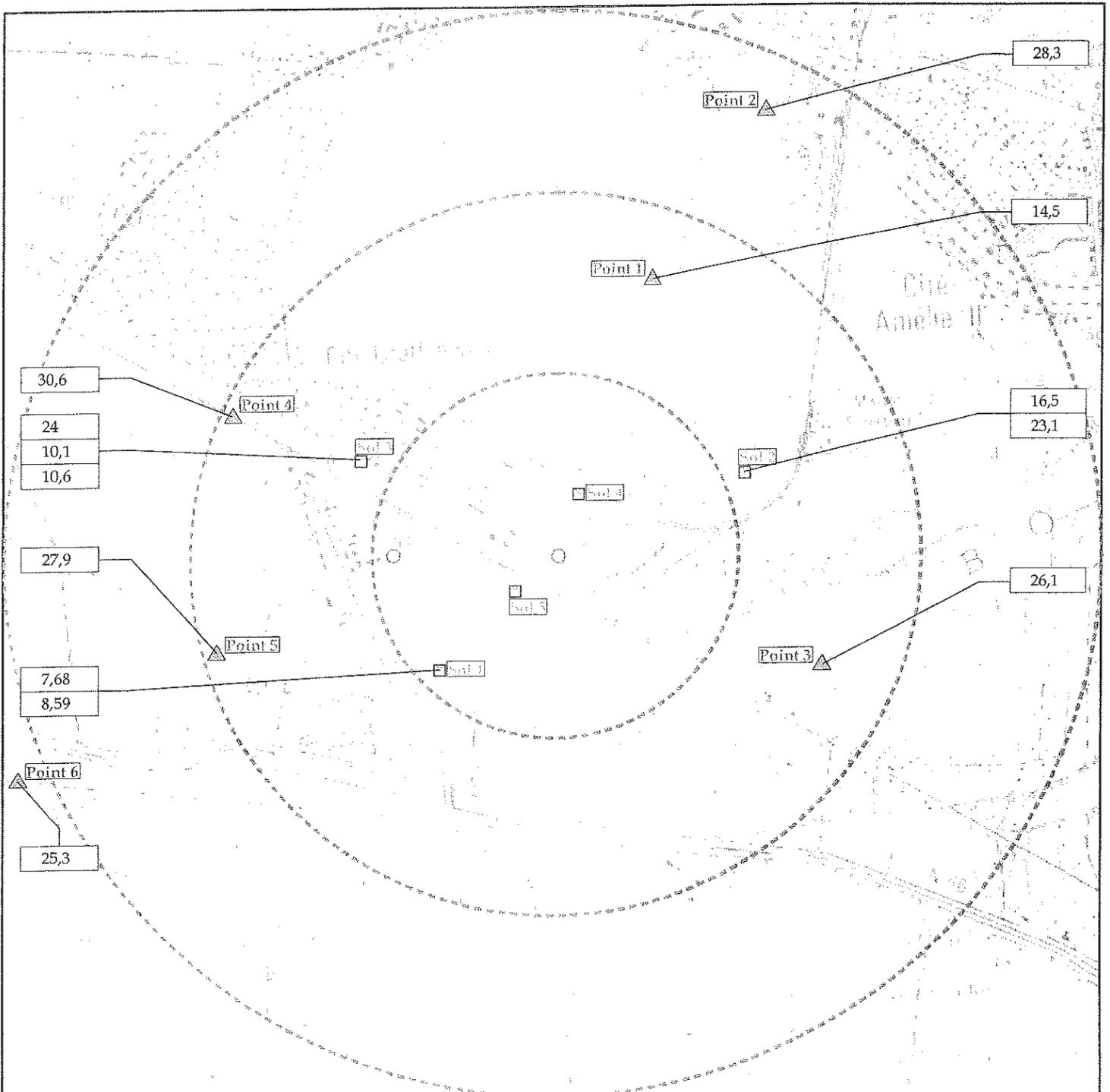


Légende :

- Prélèvement sol (Bureau Véritas 20/09/02)
- △ Prélèvement sol (Bureau Véritas février 2003)
- Puits

Source : IGN n° 3620 ET, 3720 ET

 <p>ERM France 10, rue Fbg poissonnière 75010 Paris Tél.: 01 53 24 10 30 Fax : 01 53 24 10 40</p>	<p>Figure 3 : Localisation des prélèvements au jour</p>		<p>Echelle : Voir barre d'échelle</p>
	<p>Projet :</p>	<p>ETUDE D'IMPACT SANITAIRE</p>	<p>Date : 20/02/03</p>
	<p>Client :</p>	<p>STOCAMINE</p>	<p>Fichier : 2828-03.cdr</p>
<p>Lieu :</p>	<p>WITTELSHEIM (68)</p>		



**Légende :**

- Prélèvement sol (Bureau Véritas 20/09/02)
- ▲ Prélèvement sol (Bureau Véritas février 2003)
- Puits

26,1 Teneur exprimée mg / kg  
VCI sensible arsenic : 37 mg/kg



0 500 m

Source : IGN n° 3620 ET, 3720 ET

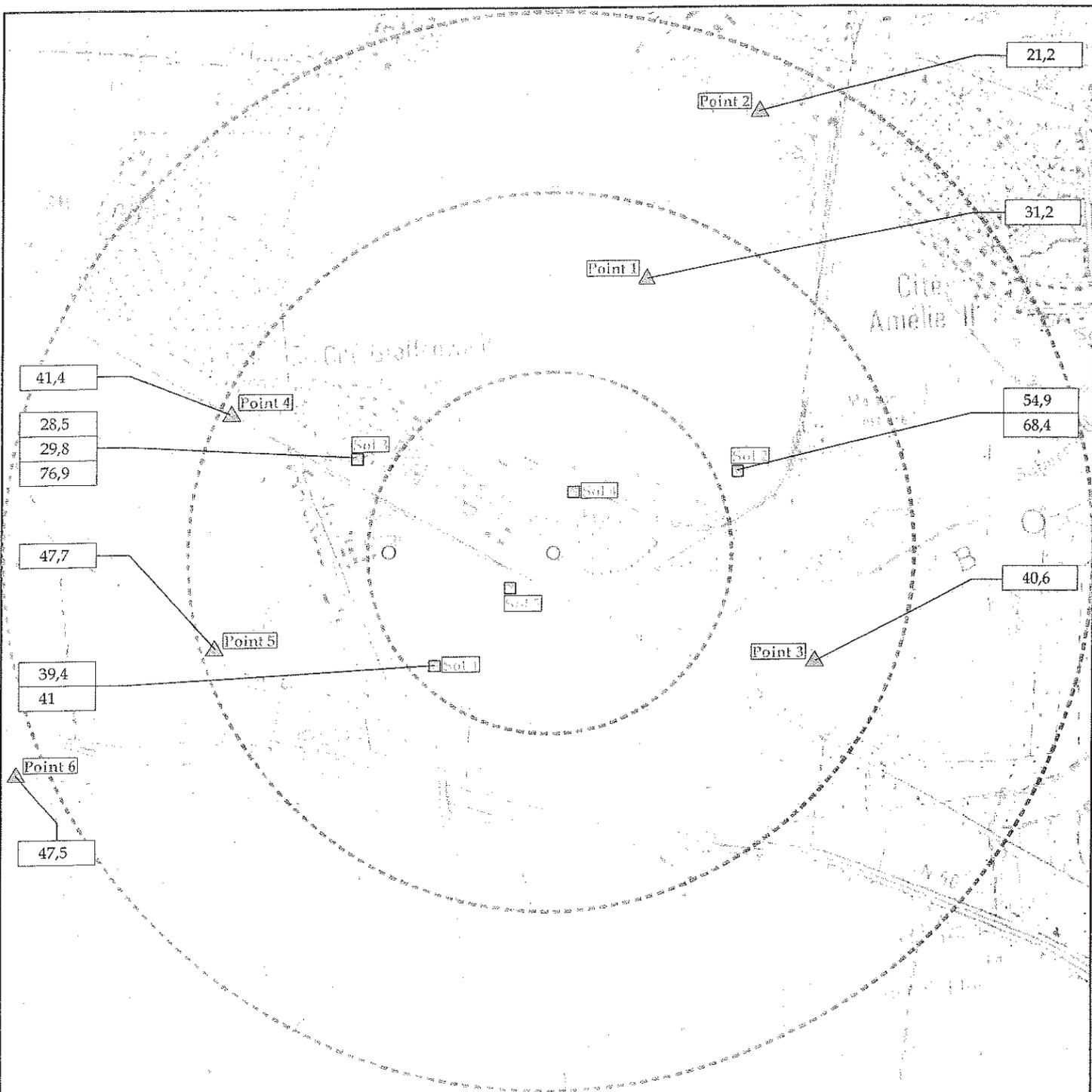
**Figure 4 : Teneur en arsenic dans les sols**

Echelle :  
Voir barre d'échelle

**ERM France**  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tél.: 01 53 24 10 30  
Fax : 01 53 24 10 40

Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE  
Client : STOCAMINE  
Lieu : WITTELSHEIM (68)

Date : 11/03/03  
Fichier : 2828.cdr



**Légende :**

- Prélèvement sol (Bureau Véritas 20/09/02)
- △ Prélèvement sol (Bureau Véritas février 2003)
- Puits

40,6 Teneur exprimée mg / kg  
VCI sensible chrome : 130 mg / kg



0 500 m

Source : IGN n° 3620 ET, 3720 ET

**Figure 5 : Teneur en chrome dans les sols**

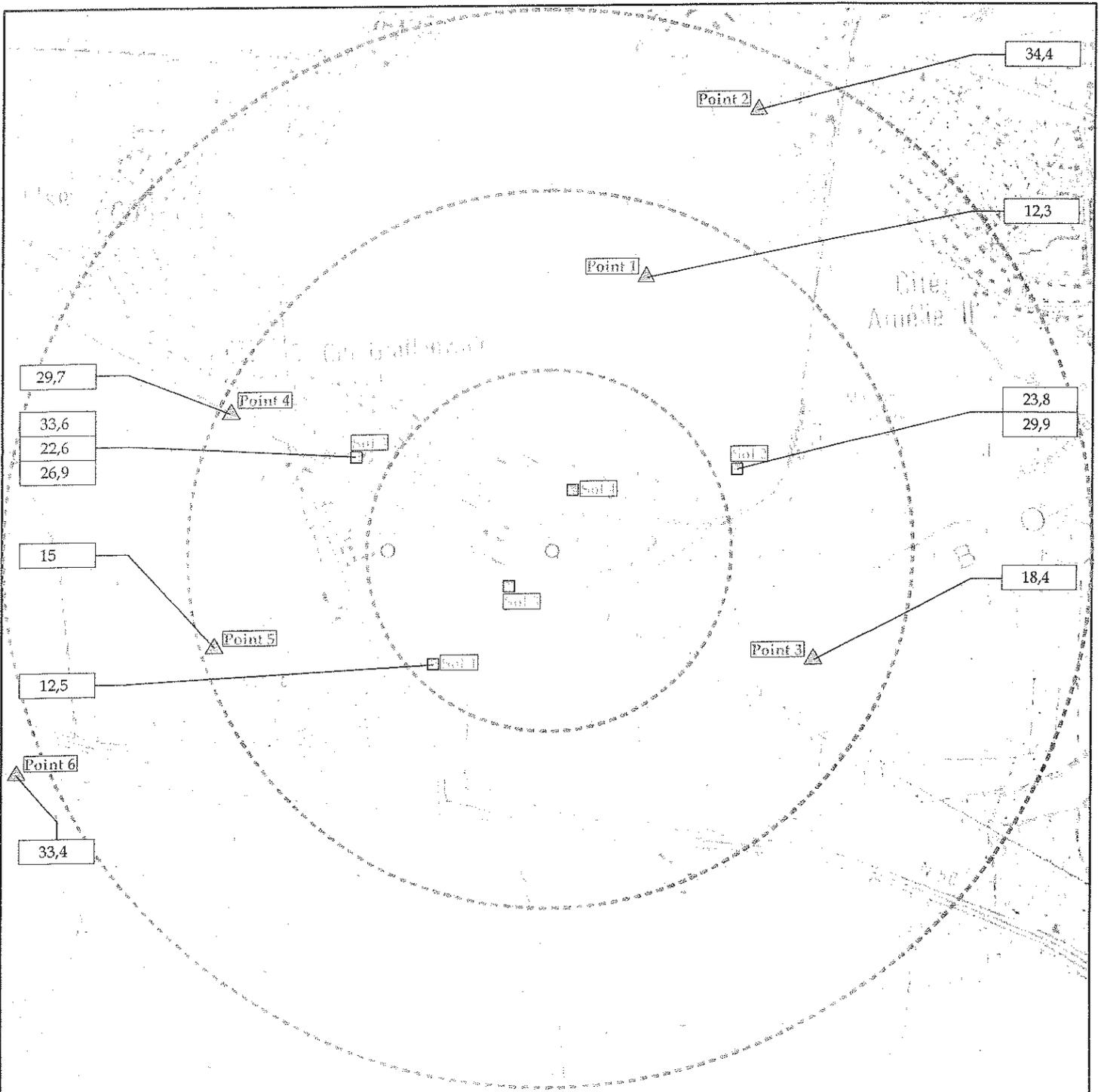
Echelle :  
Voir barre d'échelle

**ERM France**  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tél.: 01 53 24 10 30  
Fax : 01 53 24 10 40



Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE  
Client : STOCAMINE  
Lieu : WITTELSHEIM (68)

Date : 11/03/03  
Fichier : 2828.cdr



**Légende :**

-  Prélèvement sol (Bureau Véritas 20/09/02)
-  Prélèvement sol (Bureau Véritas février 2003)
-  Puits
-  Teneur exprimée mg / kg  
VCI sensible cuivre : 90 mg / kg



0 500 m

Source : IGN n° 3620 ET, 3720 ET

**Figure 6 : Teneur en cuivre dans les sols**

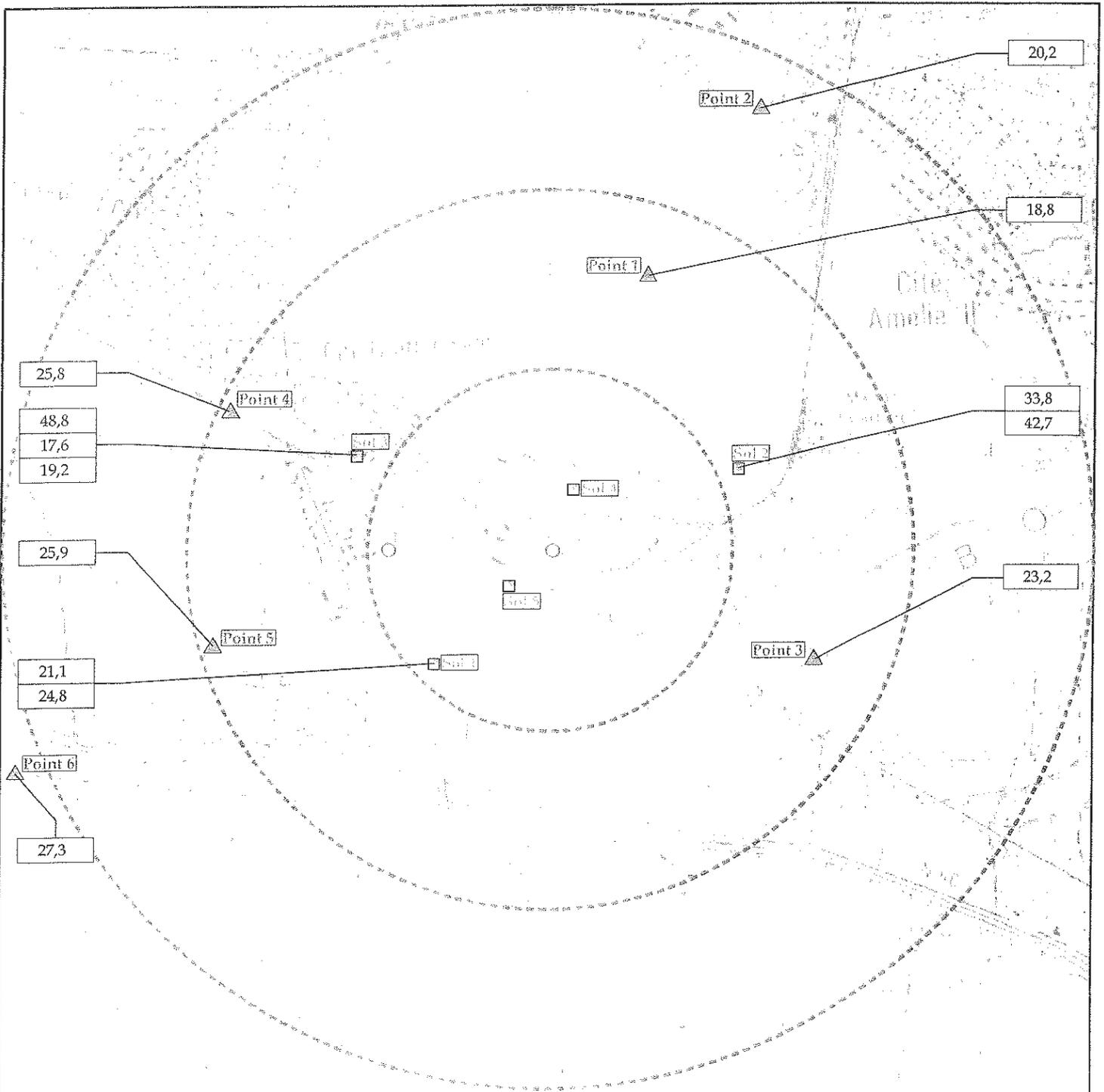
Echelle :  
Voir barre d'échelle



**ERM France**  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tél.: 01 53 24 10 30  
Fax : 01 53 24 10 40

Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE  
Client : STOCAMINE  
Lieu : WITTELSHEIM (68)

Date :  
Fichier : 2828.cdr



**Légende :**

- Prélèvement sol (Bureau Véritas 20/09/02)
- ▲ Prélèvement sol (Bureau Véritas février 2003)
- Puits

8,7 Teneur exprimée mg / kg  
VCI sensible nickel : 140 mg / kg



0 500 m

Source : IGN n° 3620 ET, 3720 ET

Figure 7 : Teneur en nickel dans les sols

Echelle :  
Voir barre d'échelle

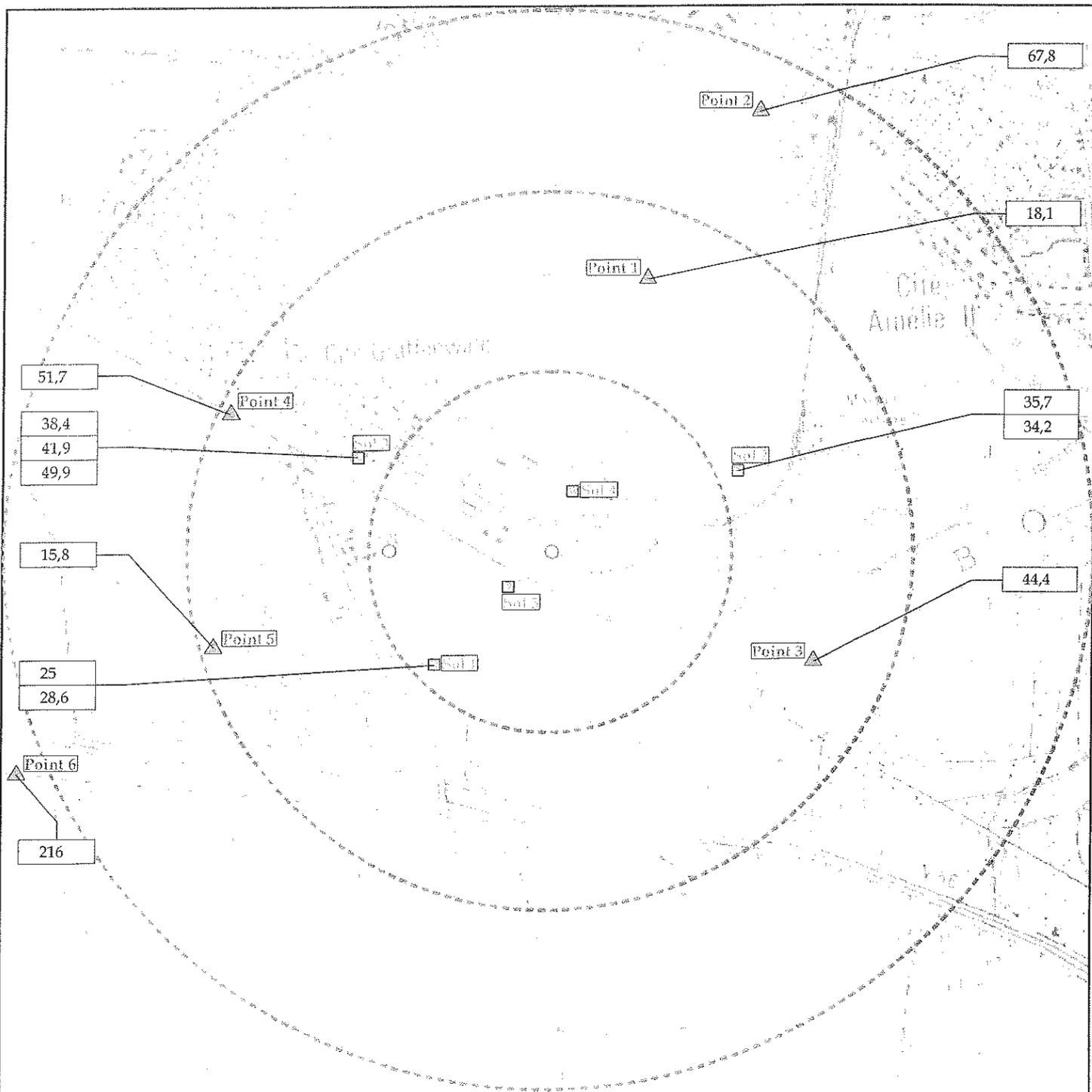


**ERM France**  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tél : 01 53 24 10 30  
Fax : 01 53 24 10 40

Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE  
Client : STOCAMINE  
Lieu : WITTELSHEIM (68)

Date :  
11/03/03

Fichier :  
2828.cdr



**Légende:**

- Prélèvement sol (Bureau Veritas 20/09/02)
- △ Prélèvement sol (Bureau Veritas février 2003)
- Puits

44,4 Teneur exprimée mg / kg  
VCI sensible plomb : 400 mg / kg



0 500 m

Source : IGN n° 3620 ET, 3720 ET

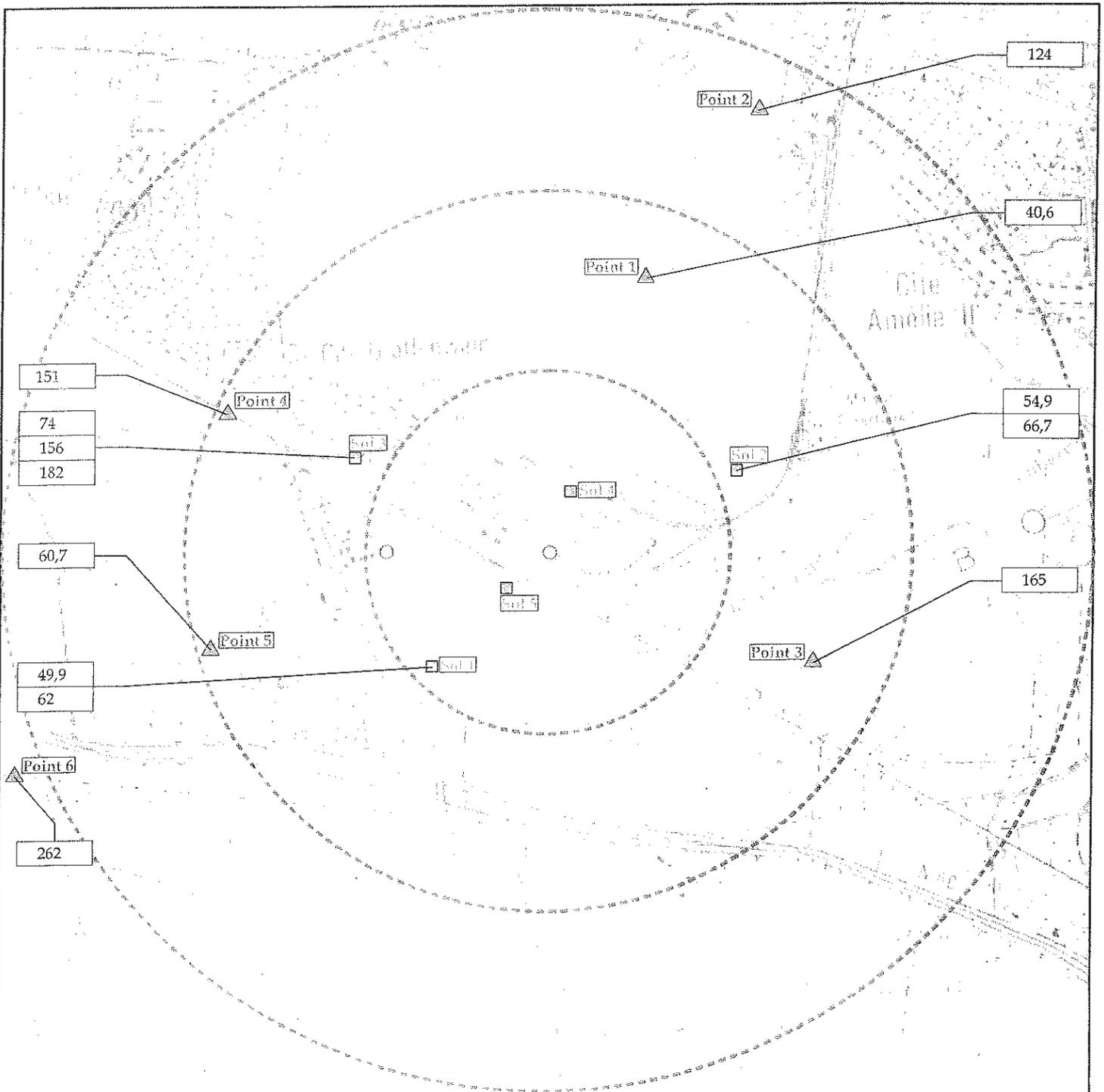
**Figure 8 : Teneur en plomb dans les sols**

Echelle :  
Voir barre d'échelle

**ERM France**  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tél.: 01 53 24 10 30  
Fax : 01 53 24 10 40

Projet : **ETUDE D'IMPACT SANITAIRE**  
Client : **STOCAMINE**  
Lieu : **WITTELSHEIM (68)**

Date : **11/03/03**  
Fichier : **2828.cdr**



**Légende :**

-  Prélèvement sol (Bureau Véritas 20/09/02)
-  Prélèvement sol (Bureau Véritas février 2003)
-  Puits

 Teneur exprimée mg / kg  
VCI sensible zinc : 9000 mg / kg



0 500 m

Source : IGN n° 3620 ET, 3720 ET

**Figure 9 : Teneur en zinc dans les sols**

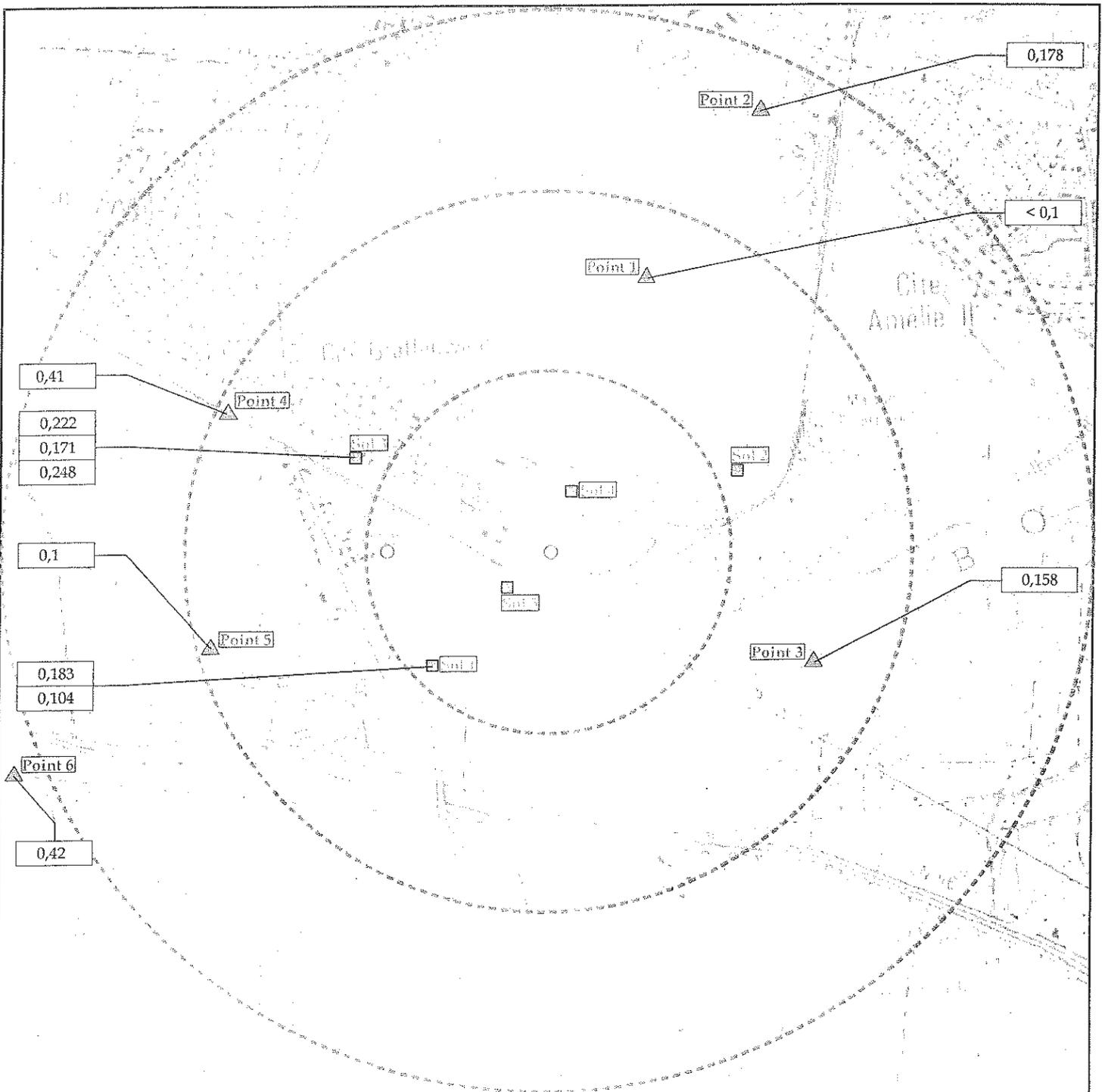
Echelle :  
Voir barre d'échelle



**ERM France**  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tél.: 01 53 24 10 30  
Fax : 01 53 24 10 40

Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE  
Client : STOCAMINE  
Lieu : WITTELSHEIM (68)

Date : 11/03/03  
Fichier : 2828.cdr



**Légende :**

- ☐ Prélèvement sol (Bureau Véritas 20/09/02)
- ▲ Prélèvement sol (Bureau Véritas février 2003)
- Puits

0,158 Teneur exprimée mg / kg  
VCI sensible mercure : 7 mg / kg



0 500 m

Source : IGN n° 3620 ET, 3720 ET

**Figure 10 : Teneur en mercure dans les sols**

Echelle :  
Voir barre d'échelle

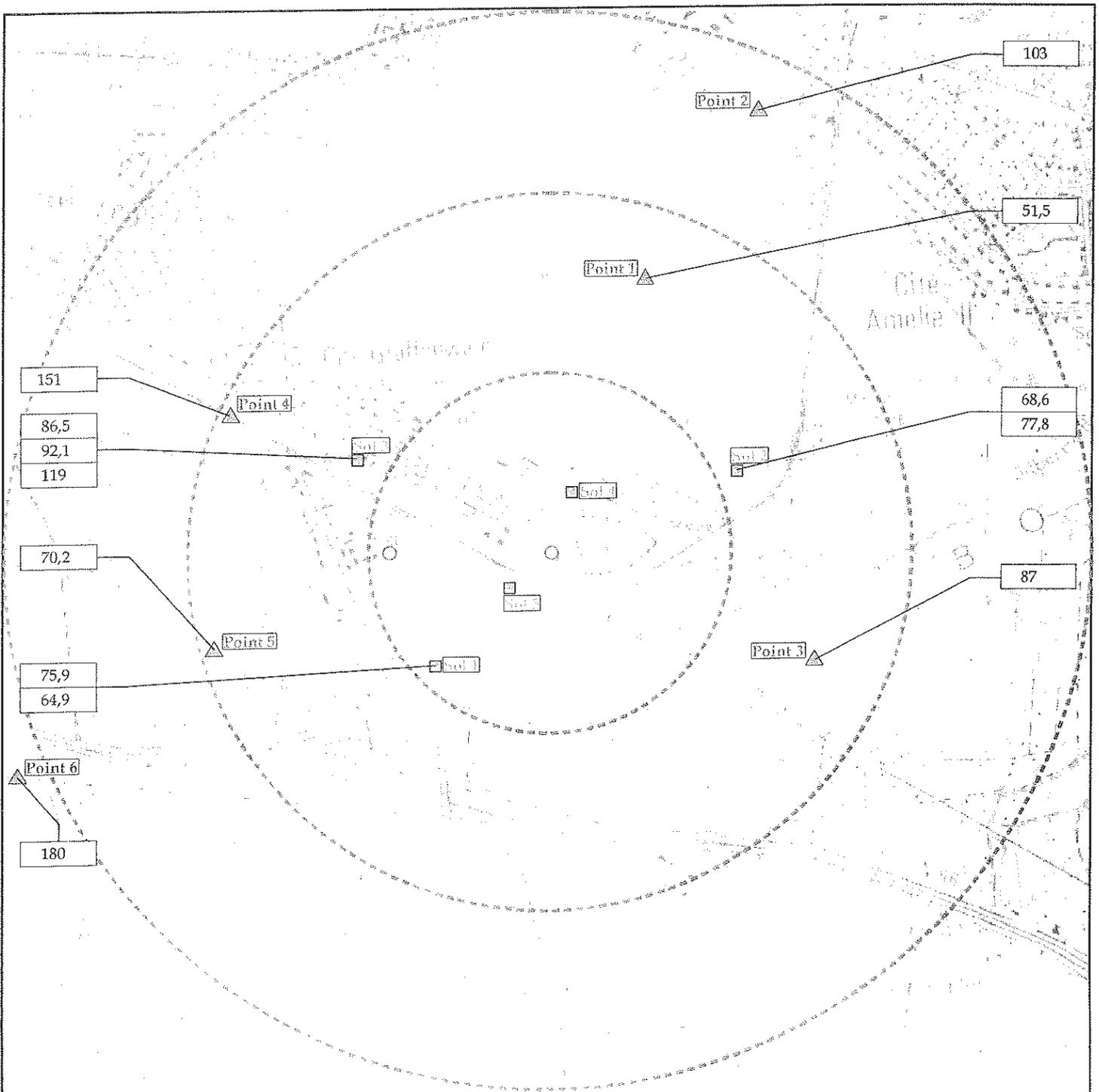


**ERM France**  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tél.: 01 53 24 10 30  
Fax : 01 53 24 10 40

Projet :	ETUDE D'IMPACT SANITAIRE
Client :	STOCAMINE
Lieu :	WITTELSHEIM (68)

Date :  
11/03/03

Fichier :  
2828.cdr



Légende :

- Prélèvement sol (Bureau Véritas 20/09/02)
- △ Prélèvement sol (Bureau Véritas février 2003)
- Puits

87 Teneur exprimée mg / kg  
VCI sensible barium : 625 mg / kg



0 500 m

Source : IGN n° 3620 ET, 3720 ET

Figure 11 : Teneur en barium dans les sols

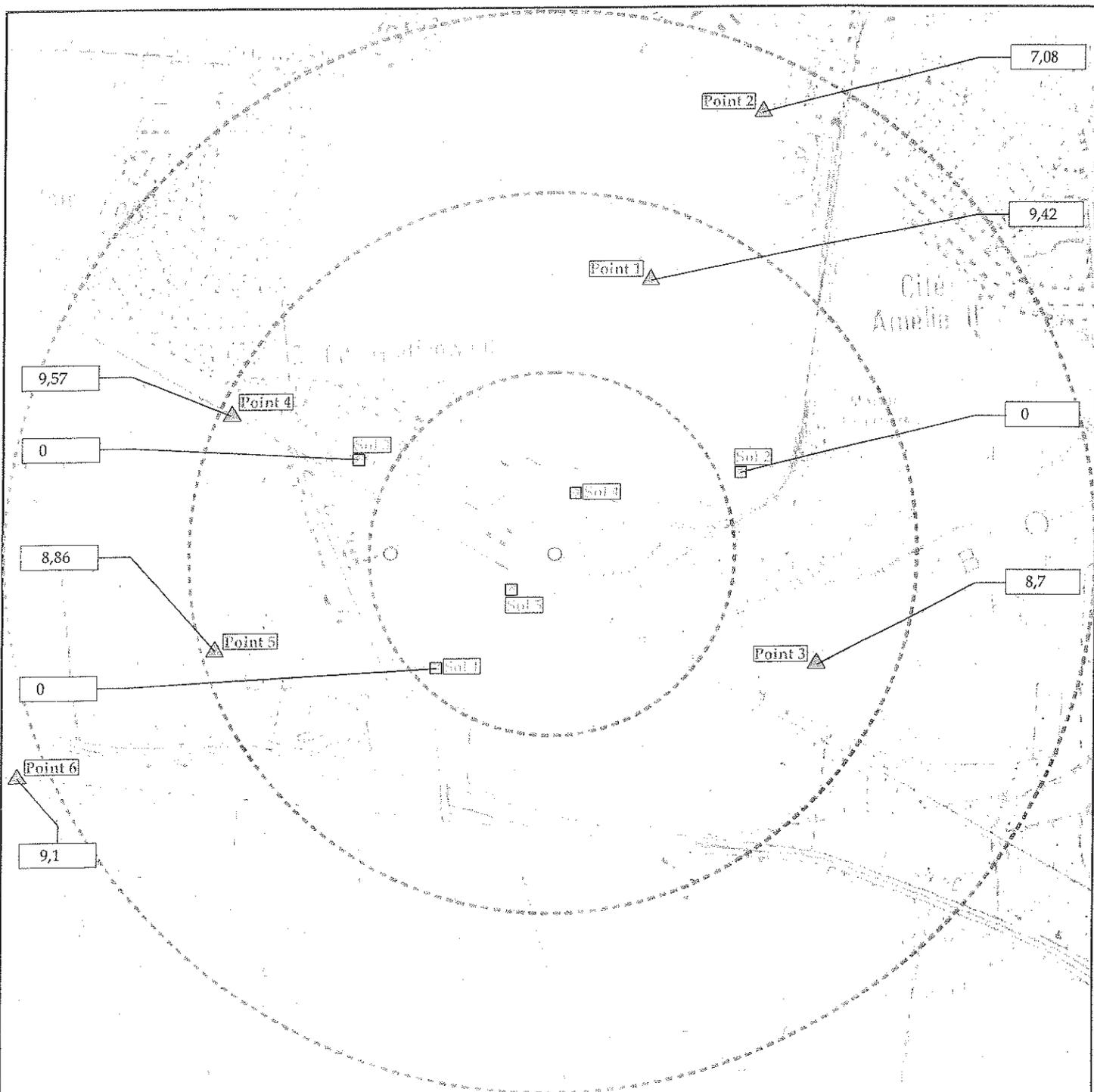
Echelle :  
Voir barre d'échelle



**ERM France**  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tél.: 01 53 24 10 30  
Fax : 01 53 24 10 40

Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE  
Client : STOCAMINE  
Lieu : WITTELSHEIM (68)

Date : 11/03/03  
Fichier : 2828.cdr



**Légende:**

- Prélèvement sol (Bureau Véritas 20/09/02)
- ▲ Prélèvement sol (Bureau Véritas février 2003)
- Puits
- 8,7 Teneur exprimée mg / kg  
VCI sensible cobalt : 40 mg / kg



0 500 m

Source : IGN n° 3620 ET, 3720 ET

**Figure 12 : Teneur en cobalt dans les sols**

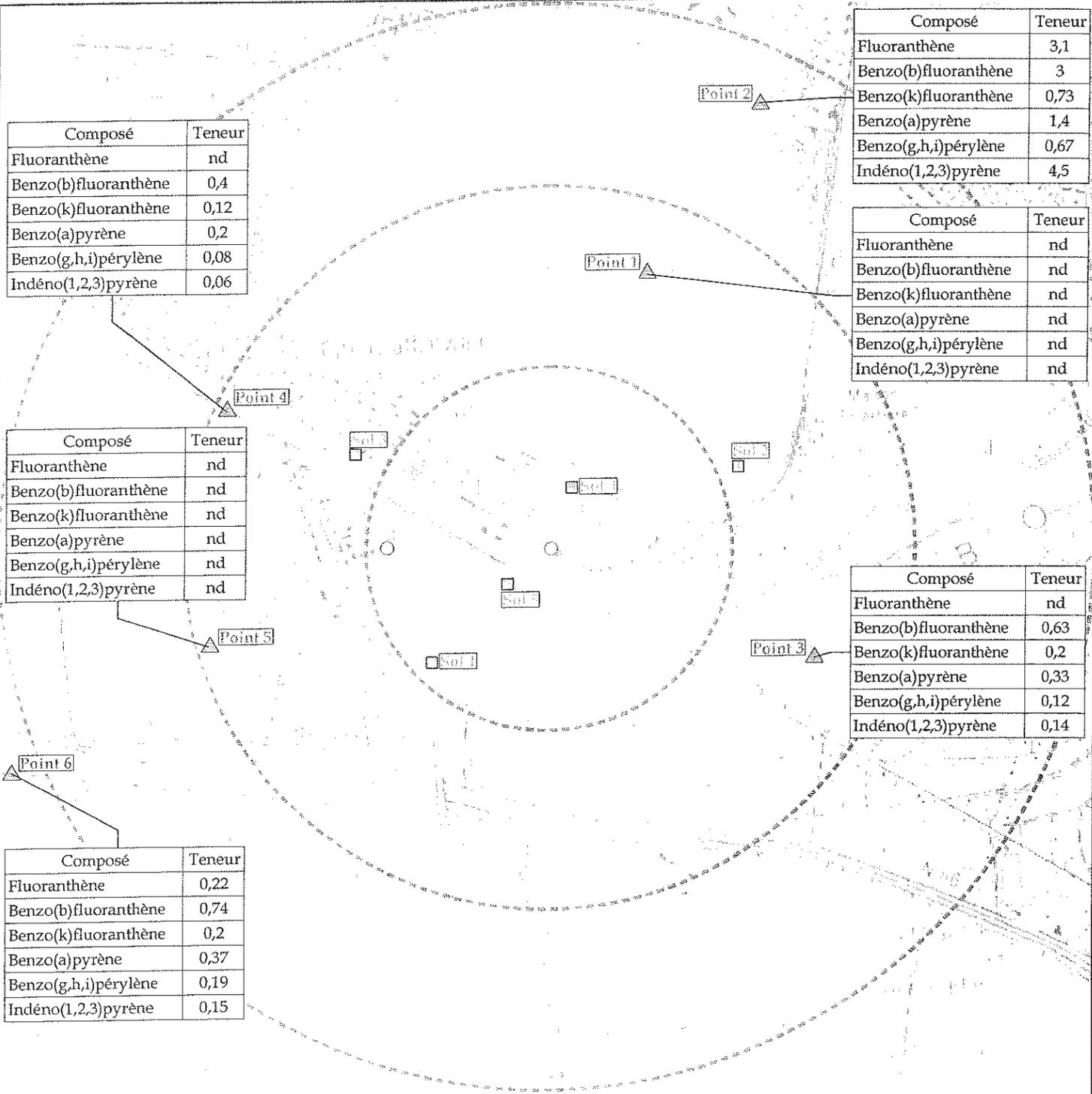
Echelle :  
Voir barre d'échelle



**ERM France**  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tél.: 01 53 24 10 30  
Fax : 01 53 24 10 40

Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE  
Client : STOCAMINE  
Lieu : WITTELSHEIM (68)

Date : 11/03/03  
Fichier : 2828.cdr



**Tableau des VCI:**

Composé	VCI
Fluoranthène	6100
Benzo(b)fluoranthène	--
Benzo(k)fluoranthène	900
Benzo(a)pyrène	7
Benzo(g,h,i)pérylène	--
Indéno(1,2,3)pyrène	16,1

**Légende:**

- Prélèvement sol (Bureau Véritas 20/09/02)
- Prélèvement sol (Bureau Véritas février 2003)
- Puits
- 0,22 Teneur exprimée mg / kg
- nd Non détecté



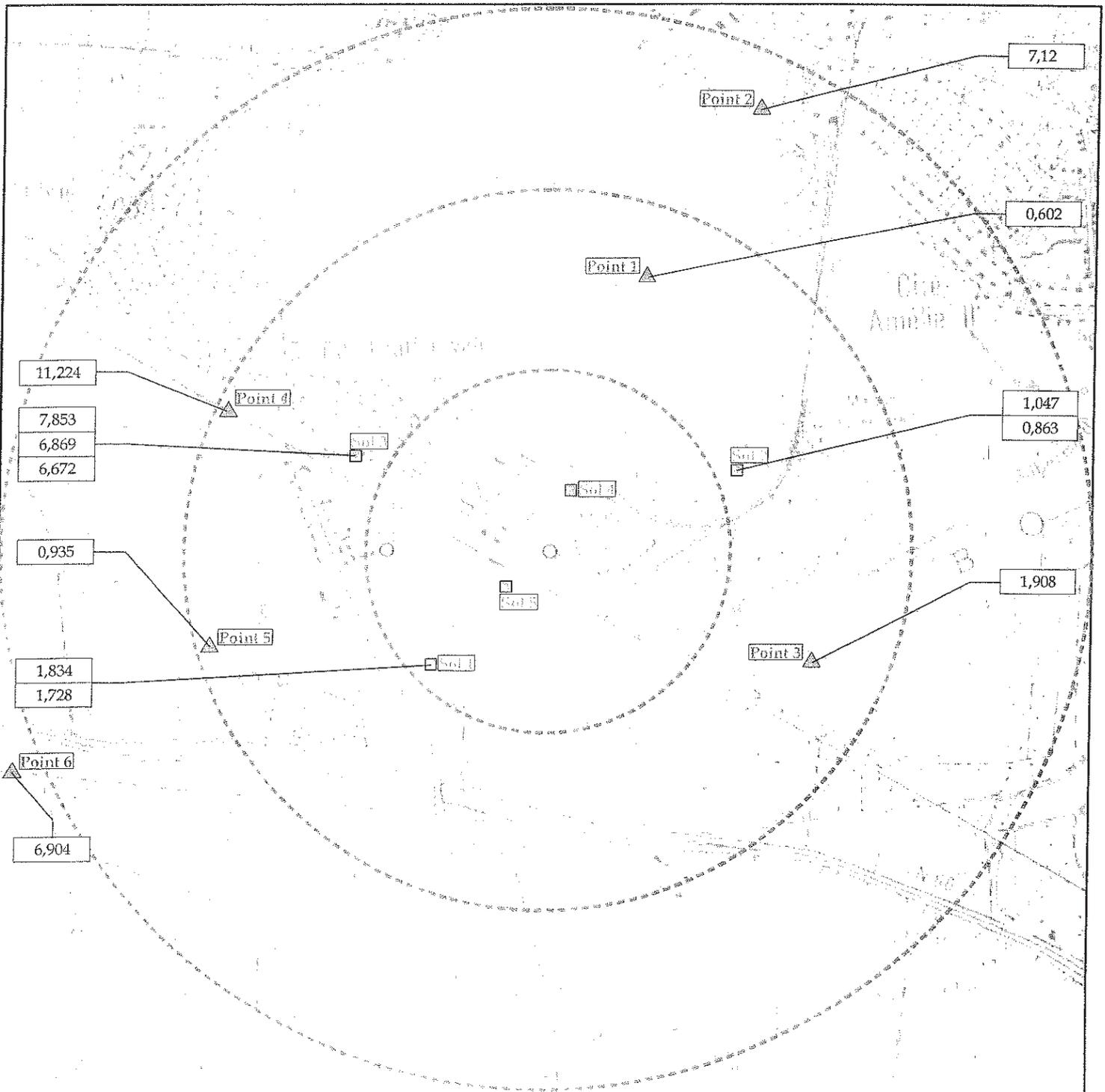
Source : IGN n° 3620 ET, 3720 ET

Figure 13 : Teneur en HAP dans les sols

Echelle :  
Voir barre d'échelle  
Date :  
11/03/03  
Fichier :  
2828-13.cdr

**ERM France**  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tél.: 01 53 24 10 30  
Fax : 01 53 24 10 40

Projet : **ETUDE D'IMPACT SANITAIRE**  
Client : **STOCAMINE**  
Lieu : **WITTELSHEIM (68)**



**Légende :**

- Prélèvement sol (Bureau Véritas 20/09/02)
- ▲ Prélèvement sol (Bureau Véritas février 2003)
- Puits
- 6,904 Somme des PCDD/PCDF  
teneur exprimée en pg TE/g de sol  
VCI sensible : 1000 pg TE /g de sol



Source : IGN n° 3620 ET, 3720 ET

0 500 m

Figure 14 : Teneur en dioxine dans les sols

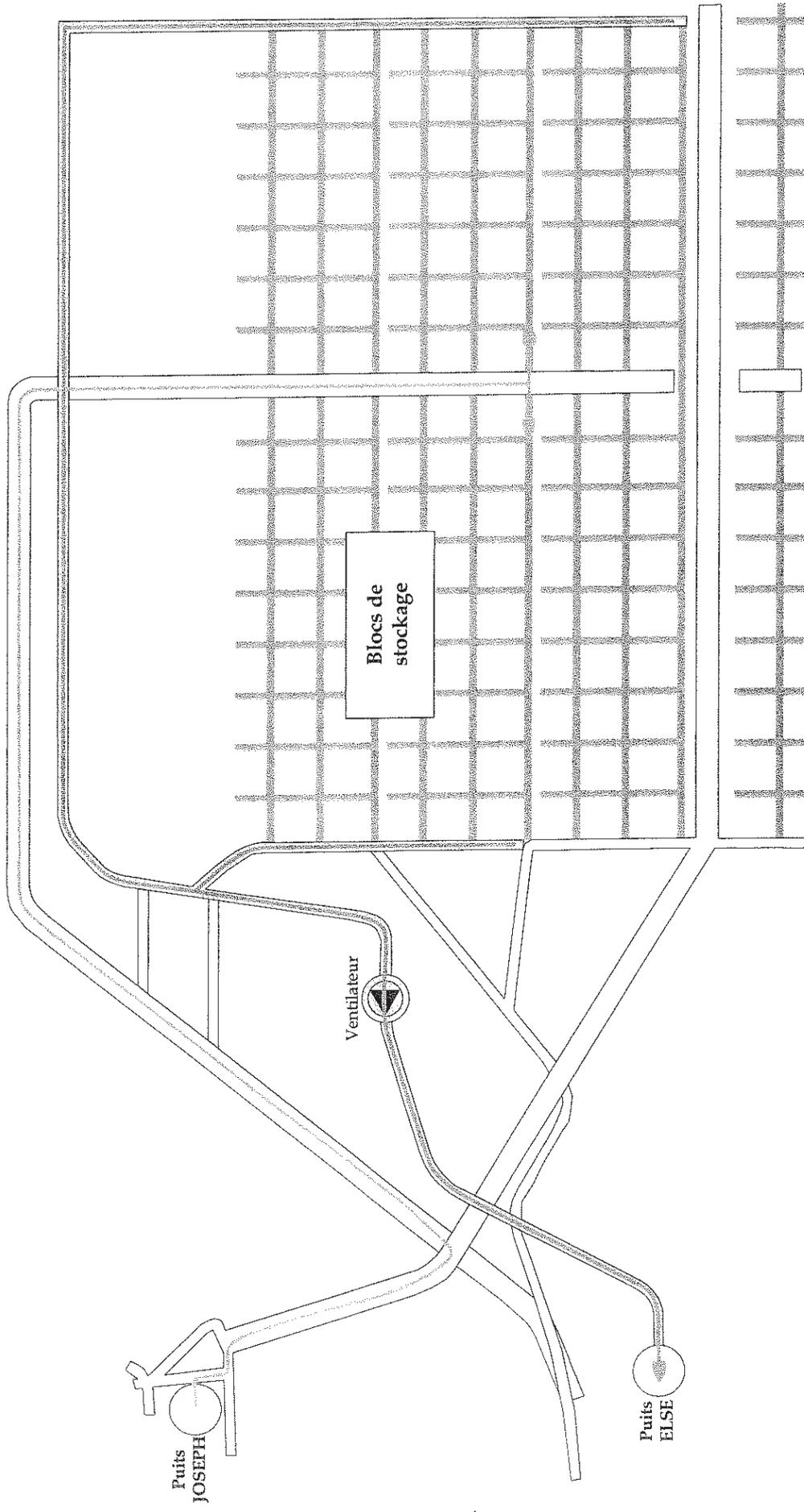
Echelle :  
Voir barre d'échelle



**ERM France**  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tél.: 01 53 24 10 30  
Fax : 01 53 24 10 40

Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE  
Client : STOCAMINE  
Lieu : WITTELSHEIM (68)

Date : 11/03/03  
Fichier : 2828-14.cdr

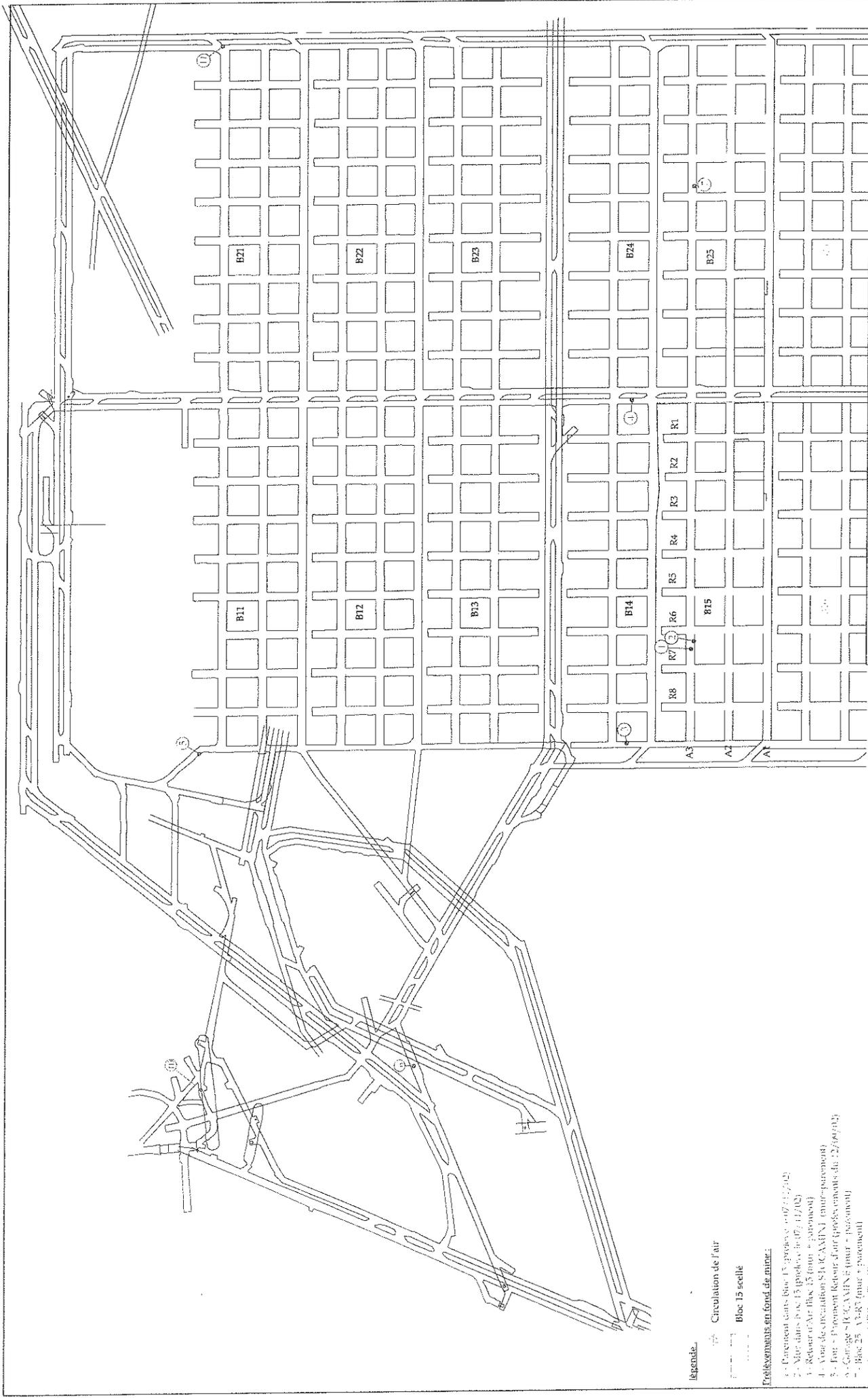


**Légende:**

- Circuit d'arrivée de l'air
- Circuit de retour de l'air

Figure 15 : Schéma de circulation de l'air

<b>ERM France</b> 10, rue Fbg poissonnière 75010 Paris Tél: 01 53 24 10 30 Fax : 01 53 24 10 40	Echelle : Pas d'échelle
	Date : 27/03/03
Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE	Fichier : 2828-15.cdr
Client : STOCAMINE	
Lieu : WITTELSHEIM (68)	



**Figure 16 : Localisation des points de prélèvement en fond de mine**

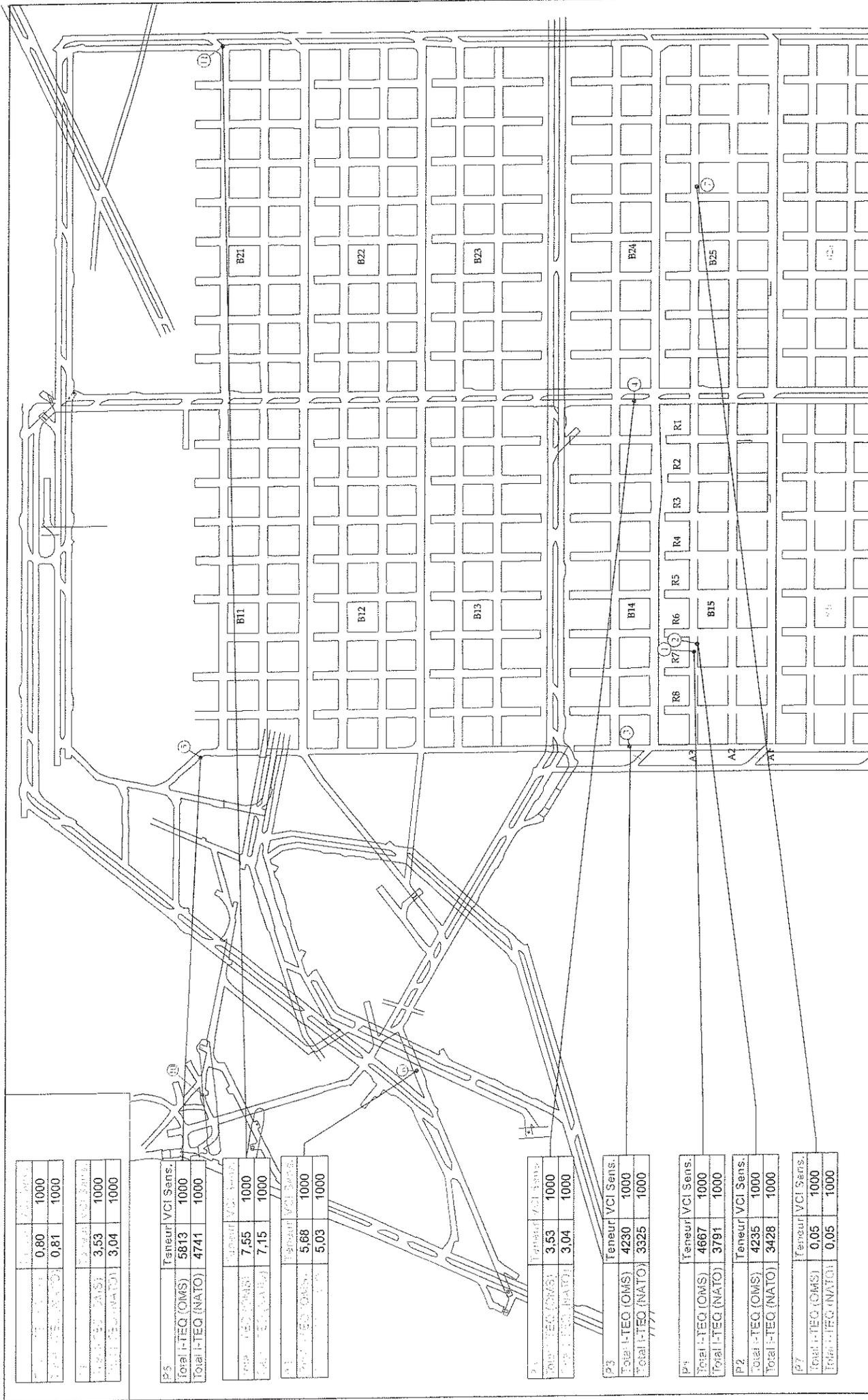
Echelle : Voir barre d'échelle  
 Date : 17/02/03  
 Fichier : 2828.cdr

Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE  
 Client : STOCAMINE  
 Lieu : WITTELSEHEIM (68)

**ERM France**  
 10, rue Pdg poissonnière  
 75010 Paris  
 Tél: 01 53 24 10 30  
 Fax: 01 53 24 10 40

  
**ERM**

Note:  
 Les prélèvements n°3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 et 11 ont été réalisés le 12/12/2002  
 Les prélèvements n°5 et 9 ne sont pas représentés sur le plan



Point	Teneur (OMS)	VCI Sens.
P5	0.80	1000
Total I-TEQ (NATO)	0.81	1000
Teneur (OMS)	3.53	1000
Total I-TEQ (NATO)	3.04	1000

Point	Teneur (OMS)	VCI Sens.
P6	7.55	1000
Total I-TEQ (NATO)	7.15	1000
Teneur (OMS)	5.68	1000
Total I-TEQ (NATO)	5.03	1000

Point	Teneur (OMS)	VCI Sens.
P3	3.53	1000
Total I-TEQ (NATO)	3.04	1000
Teneur (OMS)	4.230	1000
Total I-TEQ (NATO)	3.325	1000

Point	Teneur (OMS)	VCI Sens.
P4	4.667	1000
Total I-TEQ (NATO)	3.791	1000
Teneur (OMS)	4.235	1000
Total I-TEQ (NATO)	3.428	1000

Point	Teneur (OMS)	VCI Sens.
P7	0.05	1000
Total I-TEQ (NATO)	0.05	1000

Legende:

Bloc 15 scelle

Les teneurs sont exprimées en ng/kg



ERM France  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tel.: 01 53 24 10 30  
Fax: 01 53 24 10 40

Figure 17 : Résultats analytiques significatifs observés en fond de mine

Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE

Client : STOCAMINE

Lieu : WITTEL-SHEIM (68)

Echelle :  
Voir barre d'échelle

Date : 17/02/03

Fichier : 2828.cdr

Vents dominants (orientés vers le Nord)

$\vec{V}_{\text{moyenne}} = 3 \text{ m/s}$

Dispersion atmosphérique

Puits Else  
débit 150 m<sup>3</sup>/s

h = 25 m

Zone d'influence des retombées

600 m

Circuit de retour d'air

Bloc 15

Galeries Stocamine  
(stockage de déchets)

**Légende:**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pluies contaminées</li> <li>• Exposition</li> <li>• Absorption par les végétaux</li> <li>• Ingestion de légumes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventes d'exposition</li> <li>• Inhalation d'air</li> <li>• Ingestion accidentelle de sol</li> <li>• Contact cutané avec du sol</li> <li>• Ingestion de légumes</li> </ul>
---	--

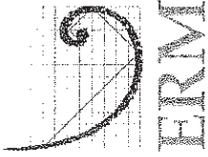
Inhalation d'air

Ingestion de sol  
Contact cutané

Absorption dans  
les sols

Ingestion des  
légumes

Ingestion  
de légumes

<p>ERM France 10, rue Fbg poissonnière 75010 Paris Tel.: 01 53 24 10 30 Fax : 01 53 24 10 40</p> 	<p>Figure 18 : Modèle conceptuel du site - Au jour</p>	<p>Echelle : Pas à l'échelle</p>
	<p>Projet : ETUDE D'IMPACT SANITAIRE</p> <p>Client : STOCAMINE</p> <p>Lieu : WITTELSHEIM (68)</p>	<p>Date : 14/03/03</p> <p>Fichier : 2828-18.cdr</p>

### Zone 1 : Retour d'air

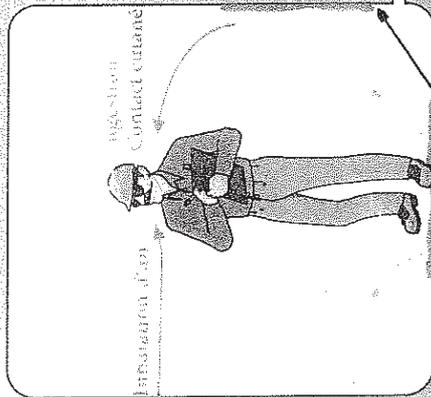
- Voies d'exposition :
- Inhalation d'air
  - Contact cutané
  - Ingestion de sol/poussière

### Zone 2 : Entrée d'air

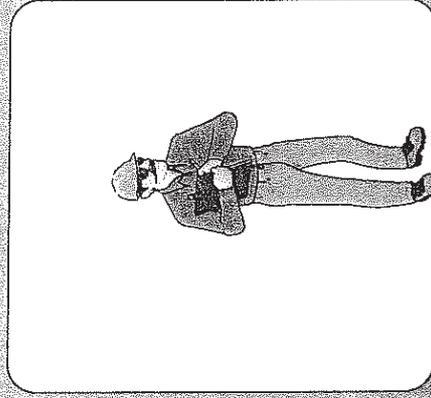
- Voies d'exposition :
- Inhalation d'air
  - Contact cutané
  - Ingestion de sol/poussière

600 m

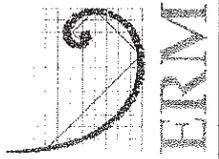
Bloc 15



Bloc 25



Présence de FCDD/PCDF



ERM France  
10, rue Fbg poissonnière  
75010 Paris  
Tél.: 01 53 24 10 30  
Fax : 01 53 24 10 40

Figure 19 : Modèle conceptuel du site - Au fond

Projet :  
Client :  
Lieu :

ETUDE D'IMPACT SANITAIRE  
STOCAMINE  
WITTELSHEIM (68)

Echelle :  
Pas à l'échelle  
Date :  
14/03/03  
Fichier :  
2828-19.cdr

## ANNEXES

Annexe A : Evaluation des risques sanitaires sur les populations avoisinantes au jour

Annexe B : Evaluation des risques sanitaires sur les employés au fond dans le retour d'air

Annexe C : Evaluation des risques sanitaires sur les employés au fond dans l'entrée d'air

Annexe D : Dispersion atmosphérique

## ANNEXE A

### Evaluation des risques sanitaires sur les populations avoisinantes au jour

---

## Annexe A - Evaluation des Risques Sanitaires Au Jour

---

Tableau A1 - Concentrations des substances chimiques au jour

Tableau A2 - Données Physico-chimiques

Tableau A3 - Paramètres d'exposition humaine

Tableau A4 - Données Toxicologiques

Tableau A5 - Concentrations estimées dans les végétaux

Tableau A6 - Estimation des risques - Inhalation de l'air

Tableau A7 - Estimation des risques - Ingestion accidentelle de sol

Tableau A8 - Estimation des risques - Contact cutané

Tableau A9 - Estimation des risques - Ingestion de légumes

Tableau A10 - Synthèse des estimations de risque pour les substances ayant des effets à seuil pour un enfant

Tableau A11 - Synthèse des estimations de risque pour les substances ayant des effets à seuil pour un adulte

Tableau A12 - Synthèse des estimations de risque pour les substances ayant des effets sans seuil sur une durée de vie

---

Tableau A1 - Concentrations des substances chimiques au jour

Substances chimiques	Sol Surface mg/kg	Air (µg/m <sup>3</sup> )
TCDD 2,3,7,8	1,12E-05	-
Arsenic	-	8,73E-03
Cuivre	-	-
Plomb	-	1,04E-01
Chrome total	-	-
Zinc	-	-
Mercuré	-	-
Baryum	-	-
Nickel	-	-
Cobalt	-	-
Monoxyde de carbone	-	3,37E+01
Oxyde de soufre	-	3,81E+00
Acide chlorhydrique	-	5,64E+00
Ammoniac	-	7,56E-01
Acétaldéhyde	-	2,58E+01
Acétone	-	2,33E+00
Benzène	-	6,01E+00
Toluène	-	1,99E+01
Ethylbenzène	-	3,68E+00
Fluoranthène	3,10E+00	6,79E-01
Benzo(b)fluoranthène	3,00E+00	1,16E+00
Benzo(k)fluoranthène	7,30E-01	3,88E-01
Benzo(a)pyrène	1,40E+00	1,16E+00
Benzo(g,h,i)peryène	6,70E-01	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	4,50E+00	-

Tableau A2 - Données Physico-chimiques

Substances chimiques	Log <sub>10</sub> K <sub>ow</sub>	K <sub>d</sub> (ml/g)	Br		Br				Byva			Biodisponibilité Orale (-)
			Biotransfert (racine/sol)	Biotransfert (feuille/sol)	RCF	VCbg	VCg (fruits et légumes)	VCg (herbe)	Biotransfert (Atz/feuille)	Soil DAF (-)		
TCDD 2,3,7,8	6,64E+00 (3)	2,70E+04 (2)			3,94E+03 (2)	2,50E+01 (1)	1,00E+02 (2)	1,00E+00 (2)	5,10E+04 (2)	0,5 (1)	1 (1)	(1)
Arsenic	2,90E+01 (2)	8,00E-03 (2)	5,60E-02 (2)	1,00E-01 (9)	1,00E-01 (9)	0,001 (11)	0,41 (16)	0,001 (11)	0,3 (16)	0,001 (11)	0,41 (16)	(16)
Cuivre	4,28E+02 (8)	9,00E-03 (2)	1,30E-05 (2)	7,50E-03 (2)	1,00E-01 (9)	0,001 (11)	0,15 (16)	0,001 (11)	0,15 (16)	0,001 (11)	0,15 (16)	(16)
Plomb	2,80E+05 (2)	4,50E-03 (2)	4,50E-01 (9)	1,00E-01 (9)	1,00E-01 (9)	0,001 (11)	0,02 (17)	0,001 (11)	0,02 (17)	0,001 (11)	0,02 (17)	(17)
Chrome total	3,32E+06 (2)	4,50E-01 (9)	3,00E-02 (20)	1,50E-01 (7)	1,50E-01 (7)	0,001 (11)	0,2 (18)	0,001 (11)	0,2 (18)	0,001 (11)	0,2 (18)	(18)
Zinc	6,20E+01 (7)	1,50E-02 (2)	1,50E-01 (7)	1,50E-01 (7)	1,50E-01 (7)	0,001 (11)	0,07 (12)	0,001 (11)	0,07 (12)	0,001 (11)	0,07 (12)	(12)
Mercure	5,20E+01 (7)	8,00E-02 (2)	3,20E-02 (2)	3,20E-02 (2)	3,20E-02 (2)	0,001 (11)	0,37 (19)	0,001 (11)	0,37 (19)	0,001 (11)	0,37 (19)	(19)
Barium	4,10E+01 (7)	1,50E-02 (2)	1,50E-02 (2)	1,50E-02 (2)	1,50E-02 (2)	0,001 (11)	0,8 (13)	0,001 (11)	0,8 (13)	0,001 (11)	0,8 (13)	(13)
Nickel	6,50E+01 (7)											
Cobalt	4,50E+01 (10)											
Monoxyde de carbone												
Oxyde de soufre												
Acide chlorhydrique												
Ammoniac												
Acétaldéhyde												
Acétone												
Benzène												
Toluène												
Ethylbenzène												
Fluoranthène												
Benzofluoranthène												
Benzo(a)fluoranthène												
Benzo(a)pyrène												
Benzo(b)fluoranthène												
Benzo(k)fluoranthène												
Indeno(1,2,3-cd)pyrène												

## Tableau A2 - Données Physico-chimiques

## Références:

- (1) Exposure and human health reassessment of 2,3,7,8 TCDD and related compounds- Draft - US EPA 2000. Part 1 - Volume 4 - Chapter 4 et 6.
- (2) Health risk and ecological risk assessment support development of technical standards for emissions from combustion units burning hazardous waste - Final Report - US EPA 1996. Appendix E, Parameter citation and derivation.
- (3) Methodology for assessing health risks associated with multiple pathways of exposure to combustion emissions - US EPA 1998. Chapter 9, Breast Milk Pathway.
- (4) Exposure Factor Handbook - US EPA 1997.
- (5) Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in temperate environment. Tech. Rep. Ser. No. 364, Vienna, Austria, International Atomic Energy Agency, 1994.
- (6) Screening Techniques for Determining Compliance with Environmental Standards. Releases of Radionuclides to the Atmosphere. Bethesda, Maryland, National Council on Radiation Protection Measurement, January 1989.
- (7) Soil Screening Guidance. Technical Background Document. US EPA May 1996 - Table 46.
- (8) Risk Assessment Information System
- (9) Human Exposure to soil contamination : a qualitative and quantitative analysis towards human toxicological intervention values, RIVM, 1994
- (10) Baes, C.F. 1984. Oak Ridge National Laboratory. A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Environmentally Released Radionuclides through Agriculture.
- (11) United States Environmental Protection Agency. 1995. Supplemental Guidance to RAGS, Region 4 Bulletin, Human Health Risk Assessment (Interim Guidance), Waste Management Division, Office of Health Assessment.
- (12) ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1992. Toxicological Profile for Barium. ATSDR/U.S. Public Health Service
- (13) Goyer, R.A. 1991. Toxic Effects of Metals. In: Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons, fourth edition. M. O. Amdur, J. Doull, and C.D. Klaassen, eds, pp. 623-680.
- (14) International Atomic Energy Agency. 1994. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in temperate environment. Tech. Rep. Ser. No. 364, Vienna, Austria.
- (15) Bettley, F.R., O'Shea, J.A. 1975. The absorption of arsenic and its relation to carcinoma. Br. J. Dermatology. 92:563. (Cited in Hirdmarsh and McCurdy, 1986).
- (16) Venugopal, B. and T.D. Luckey. 1978. Metal Toxicity in Mammals - 2. Chemical Toxicity of Metals and Metalloids. Plenum Press. pp. 104-112.
- (17) ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1993. Toxicological Profile for Chromium. ATSDR/U.S. Public Health Service.
- (18) U.S. EPA. 1984. Health Effects Assessment for Zinc and Compounds. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington, DC. EPA/540/1-86-048.
- (19) ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1993. Toxicological Profile for Nickel. ATSDR/U.S. Public Health Service.
- (20) HIESP - Human exposure to soil pollutants, Reference manual - RIVM 1995
- (21) Rahman, A., J.A. Barrowman and A. Rahimtula. 1986. The influence of bile on the bioavailability of polynuclear aromatic hydrocarbons from the rat intestine. Can. J. Physiol. Pharmacol. 64:1214-1218.

Tableau A3 - Paramètres d'exposition humaine

Paramètres	Notation	Adulte	Enfant
<b>Paramètres d'exposition générale</b>			
Poids du corps (kg)	BW	70	15
Durée d'une vie (jours)	L	25550	25550
Durée d'exposition (ans/durée de vie)	ED	24	6
Fréquence d'exposition (jours/an)	EF	350	350
<b>Inhalation</b>			
Durée d'exposition (ans/durée de vie)	Edinh	1	1
Fréquence d'exposition à l'inhalation d'air	Efair	30	30
<b>Ingestion de sol</b>			
Fréquence d'exposition à l'ingestion de sol	Efsoil	350	350
Taux d'ingestion de sol (kg/jour)	IR	0,00005	0,0001
<b>Contact cutané</b>			
Surface de la peau (cm <sup>2</sup> )	SA	5000	2500
Fraction de la peau exposée (%)	F <sub>s</sub> <sup>soil</sup>	25%	25%
Adhérence du sol à la peau (mg/cm <sup>2</sup> )	SL	1,5	1,5
<b>Consommation humaine de fruits et légumes</b>			
Fréquence d'exposition (jour/an)	EFF	350	350
Taux d'ingestion de végétaux - partie racinaire - (kg/jour)	IRbgadult	0,028	0,04
Taux d'ingestion de végétaux - partie aérienne - (kg/jour)	IRagadult	0,131	0,093
Fraction de la consommation issue du site	F	25%	25%
		ss	ss

**Références:**

- (1) Exposure and human health reassessment of 2,3,7,8 TCDD and related compounds- Draft - US EPA 2000. Volume I Chapitre 6 p6-26.
- (2) Health risk and ecological risk assessment support development of technical standards for emissions from combustion units burning hazardous waste - Final Report - US EPA 1996. Appendix E p-E47-E-50.
- (3) Methodology for assessing health risks associated with multiple pathways of exposure to combustion emissions - US EPA 1998. Chapitre 9- Breast Milk Pathway.
- (4) Exposure Factor Handbook - US EPA 1997.
- (5) Supplemental Guidance for Developing Soil Screening Levels for Superfund Sites (Peer Review Draft, March 2001) US EPA

Tableau A4 - Données Toxicologiques

Substances chimique	INGESTION		INHALATION		CONTACT	
	DJA (mg/kg-jour)	ERU (mg/kg-jour) <sup>2</sup>	DJA (µg/m3)	ERU (µg/m3)-1	DJA (mg/kg-jour)	ERU (mg/kg-jour) <sup>1</sup>
TCDD 2,3,7,8	1,00E-09	(4)			1,00E-09	
Arsenic	3,00E-04	(1)		4,30E-03 (1)	3,00E-04	
Cuivre	5,71E-03	(*)			5,71E-03	
Plomb	3,50E-03	(5)	5,00E-01 (4)		3,50E-03	
Chrome total	1,50E+00	(1)			1,50E+00	
Zinc	3,00E-01	(2)			3,00E-01	
Mercurie	7,14E-04	(5)	2,00E-01 (6)			
Baryum	7,00E-02	(1)				
Nickel	2,00E-02	(1)				
Cobalt	1,00E-01	(6)			5,40E-03 (1)	
Monoxyde de carbone			1,00E-01 (6)			
Oxyde de soufre			1,00E+03 (4)			
Acide chlorhydrique			5,00E+01 (4)			
Ammoniac			2,00E+01 (1)			
Acétaldéhyde			1,00E+02 (1)			
Acétone	1,00E-01	(1)	9,00E+00 (1)	2,20E-06 (1)		
Benzène			3,00E+04 (6)		7,80E-06 (1)	
Toluène	2,00E-01	(1)	4,00E+01 (1)			
Ethylbenzène	1,00E-01	(1)	1,00E+03 (1)			
Fluoranthène	4,00E-02	(1)	1,40E+02 (1)		1,24E-02 (1)	
Benzo(b)fluoranthène						2,35E+00 (7)
Benzo(k)fluoranthène						2,35E-01 (7)
Benzo(a)pyrène						2,35E+01 (1)
Benzo(g,h,i)peryène						
Indéno(1,2,3-cd)pyrène						2,35E+00 (7)

## Références:

- (1) Integrated Risk Information System - <http://www.epa.gov/iris>
  - (2) Risk Assessment Information System - <http://risk.lsd.ornl.gov>
  - (3) Exposure and human health reassessment of 2,3,7,8 TCDD and related compounds- Draft - US EPA 2000.
  - (4) OMS Niveaux guides de la qualité de l'air pour l'Europe, 1999.
  - (5) OMS - Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2 Health criteria and other supporting information, 1996 and Addendum to Vol. 2, 1998, Geneva, World Health Organization
  - (6) ATSDR - Agency for Toxic Substances and Diseases Registry
  - (7) US EPA Region 4 a adopté des facteurs d'équivalence toxique (Toxicity Equivalency Factor (TEF)) pour les effets cancérigènes des HAP. Ces TEFs sont basés sur la toxicité du benzo(a)pyrène (BaP). Les TEFs suivant ont été utilisés pour convertir chaque HAP en un équivalent du BaP: benzo(a)pyrène, TEF=1.0; benzo(b)fluoranthène, TEF=0.1; benzo(k)fluoranthène, TEF=0.01; Indéno(1,2,3-cd)pyrène, TEF=0.1. Supplemental Guidance from RAGS/Region 4 Bulletins, Human Health Risk Assessment (Interim Guidance) (November 1995)
- (\*) Valeur extrapolée à partir de la valeur guide pour les eaux destinées à la consommation humaine, OMS, Réf. 5

Tableau A5 - Concentrations estimées dans les végétaux

	Fruits et légumes	
	partie aérienne (Cagy) Potager (pg/g-MS)	partie racine (Cbgv) Potager (mg/kg)
TCDD 2,3,7,8	-	4,09E-07
Arsenic	-	-
Cuivre	-	-
Plomb	-	-
Chrome total	-	-
Zinc	-	-
Mercuré	-	-
Baryum	-	-
Nickel	-	-
Cobalt	-	-
Monoxyde de carbone	n/a	n/a
Oxyde de soufre	n/a	n/a
Acide chlorhydrique	n/a	n/a
Ammoniac	n/a	n/a
Acétaldéhyde	n/a	n/a
Acétone	n/a	n/a
Benzène	n/a	n/a
Toluène	n/a	n/a
Ethylbenzène	n/a	n/a
Fluoranthène	n/a	n/a
Benzo(b)fluoranthène	n/a	n/a
Benzo(k)fluoranthène	n/a	n/a
Benzo(a)pyrène	n/a	n/a
Benzo(g,h,i)peryène	n/a	n/a
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	n/a	n/a

Tableau A6 - Estimation des risques - Inhalation de l'air

	Concentration inhalée : Concentration inhalée						Excès de Risque Individuel
	jour		jour		Indice de Risque		
	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	
TCDD 2,3,7,8	-	-	-	-	-	-	-
Arsenic	7,2E-04	7,2E-04	-	-	-	8,8E-08	-
Cuivre	-	-	-	-	-	-	-
Plomb	8,5E-03	8,5E-03	1,7E-02	1,7E-02	-	-	-
Chrome total	-	-	-	-	-	-	-
Zinc	-	-	-	-	-	-	-
Mercurure	-	-	-	-	-	-	-
Baryum	-	-	-	-	-	-	-
Nickel	-	-	-	-	-	-	-
Cobalt	-	-	-	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	2,8E+00	2,8E+00	2,8E-03	2,8E-03	-	-	-
Oxyde de soufre	3,1E-01	3,1E-01	6,3E-03	6,3E-03	-	-	-
Acide chlorhydrique	4,6E-01	4,6E-01	2,3E-02	2,3E-02	-	-	-
Ammoniac	6,2E-02	6,2E-02	6,2E-04	6,2E-04	-	-	-
Acéaldéhyde	2,1E+00	2,1E+00	2,4E-01	2,4E-01	-	1,3E-07	-
Acétone	1,9E-01	1,9E-01	6,4E-06	6,4E-06	-	-	-
Benzène	4,9E-01	4,9E-01	-	-	-	1,1E-07	-
Toluène	1,6E+00	1,6E+00	4,1E-02	4,1E-02	-	-	-
Ethylbenzène	3,0E-01	3,0E-01	3,0E-04	3,0E-04	-	-	-
Fluoranthène	5,6E-02	5,6E-02	4,0E-04	4,0E-04	-	-	-
Benzo(b)fluoranthène	9,6E-02	9,6E-02	-	-	-	2,4E-07	-
Benzo(k)fluoranthène	3,2E-02	3,2E-02	-	-	-	8,0E-09	-
Benzo(a)pyrène	9,6E-02	9,6E-02	-	-	-	2,4E-06	-
Benzo(g,h,i)peryène	-	-	-	-	-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	-	-	-	-	-

## Remarques:

La dose journalière d'exposition est exprimée en mg/kg/j.  
L'indice de risque caractérise le risque pour les substances ayant des effets à seuil.  
Les indices de risque en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.  
L'excès de risque individuel caractérise le risque pour les substances ayant des effets sans seuil.  
Les excès de risque individuel en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.10<sup>-5</sup>.

Tableau A7 - Estimation des risques - Ingestion accidentelle de sol

	Dose Journalière d'Exposition (mg/kg/jour)		Indice de Risque		Excès de Risque Individuel
	Enfant 7,2E-11	Adulte 7,68E-12	Enfant 7,2E-02	Adulte 7,7E-03	
TCDD 2,3,7,8	-	-	-	-	-
Arsenic	-	-	-	-	-
Cuivre	-	-	-	-	-
Plomb	-	-	-	-	-
Chrome total	-	-	-	-	-
Zinc	-	-	-	-	-
Mercurure	-	-	-	-	-
Baryum	-	-	-	-	-
Nickel	-	-	-	-	-
Cobalt	-	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	-	-	-	-	-
Oxyde de soufre	-	-	-	-	-
Acide chlorhydrique	-	-	-	-	-
Ammoniac	-	-	-	-	-
Acétaldéhyde	-	-	-	-	-
Acétone	-	-	-	-	-
Benzène	-	-	-	-	-
Toluène	-	-	-	-	-
Ethylbenzène	-	-	-	-	-
Fluoranthène	6,1E-06	6,58E-07	1,5E-04	1,6E-05	-
Benzo(b)fluoranthène	5,9E-06	6,37E-07	-	-	5,3E-07
Benzo(k)fluoranthène	1,4E-06	1,55E-07	-	-	1,3E-08
Benzo(a)pyrène	2,8E-06	2,97E-07	-	-	2,5E-06
Benzo(g,h,i)perylène	1,3E-06	1,42E-07	-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	8,9E-06	9,55E-07	-	-	8,0E-07

## Remarques:

La dose journalière d'exposition est exprimée en mg/kg/j.

L'indice de risque caractérise le risque pour les substances ayant des effets à long.

Les indices de risque en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.

L'excès de risque individuel caractérise le risque pour les substances ayant des effets sans seuil.

Les excès de risque individuel en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.10.5.

Tableau A8 - Estimation des risques - Contact cutané

	Dose Journalière d'Exposition			Indice de Risque		Excès de Risque Individuel
	Enfant	Adulte		Enfant	Adulte	
TCDD 2,3,7,8	3,4E-10	1,4E-10		3,4E-01	1,4E-01	-
Arsenic	-	-		-	-	-
Cuivre	-	-		-	-	-
Plomb	-	-		-	-	-
Chrome total	-	-		-	-	-
Zinc	-	-		-	-	-
Mercurure	-	-		-	-	-
Baryum	-	-		-	-	-
Nickel	-	-		-	-	-
Cobalt	-	-		-	-	-
Monoxyde de carbone	-	-		-	-	-
Oxyde de soufre	-	-		-	-	-
Acide chlorhydrique	-	-		-	-	-
Amoniac	-	-		-	-	-
Acétaldéhyde	-	-		-	-	-
Acétoène	-	-		-	-	-
Benzène	-	-		-	-	-
Toluène	-	-		-	-	-
Ethylbenzène	-	-		-	-	-
Fluoranthène	1,9E-06	8,0E-07		1,5E-04	6,4E-05	-
Benzo(b)fluoranthène	1,8E-06	7,7E-07		-	-	9,8E-07
Benzo(k)fluoranthène	4,4E-07	1,9E-07		-	-	2,4E-08
Benzo(a)pyrène	8,4E-07	3,6E-07		-	-	4,6E-06
Benzo(g,h,i)peryène	4,0E-07	1,7E-07		-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	2,7E-06	1,2E-06		-	-	1,5E-06

## Remarques:

La dose journalière d'exposition est exprimée en  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$

L'indice de risque caractérise le risque pour les substances ayant des effets à seuil.

Les indices de risque en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.

L'excès de risque individuel caractérise le risque pour les substances ayant des effets sans seuil.

Les excès de risque individuel en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.10-5.

Tableau A9 - Estimation des risques - Ingestion de légumes

	Dose Journalière d'Exposition (mg/kg/jour)		Indice de Risque		Excès de Risque Individuel
	Enfant 2,6E-10	Adulte 3,9E-11	Enfant 2,6E-01	Adulte 3,9E-02	
TCDD 2,3,7,8	-	-	-	-	-
Arsenic	-	-	-	-	-
Cuivre	-	-	-	-	-
Plomb	-	-	-	-	-
Chrome total	-	-	-	-	-
Zinc	-	-	-	-	-
Mercure	-	-	-	-	-
Baryum	-	-	-	-	-
Nickel	-	-	-	-	-
Cobalt	-	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	-	-	-	-	-
Oxyde de soufre	-	-	-	-	-
Acide chlorhydrique	-	-	-	-	-
Ammoniac	-	-	-	-	-
Acétaldéhyde	-	-	-	-	-
Acétone	-	-	-	-	-
Benzène	-	-	-	-	-
Toluène	-	-	-	-	-
Ethylbenzène	-	-	-	-	-
Fluoranthène	-	-	-	-	-
Benzo(b)fluoranthène	-	-	-	-	-
Benzo(k)fluoranthène	-	-	-	-	-
Benzo(a)pyrène	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)peryène	-	-	-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	-	-	-

## Remarques:

La dose journalière d'exposition est exprimée en mg/kg/j.  
L'indice de risque caractérise le risque pour les substances ayant des effets à seuil.  
Les indices de risque en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.  
L'excès de risque individuel caractérise le risque pour les substances ayant des effets sans seuil.  
Les excès de risque individuel en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.10<sup>-5</sup>.

Tableau A10 - Synthèse des estimations de risque pour les substances ayant des effets à seuil pour un enfant

INDICE DE RISQUE - ENFANT					
	Inhalation	Ingestion de sol	Contact cutané	Ingestion de végétaux	Somme
TCDD 2,3,7,8	-	7,2E-02	3,4E-01	2,6E-01	6,7E-01
Arsenic	-	-	-	-	-
Cuivre	-	-	-	-	-
Plomb	1,7E-02	-	-	-	1,7E-02
Chrome total	-	-	-	-	-
Zinc	-	-	-	-	-
Mercurie	-	-	-	-	-
Baryum	-	-	-	-	-
Nickel	-	-	-	-	-
Cobalt	-	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	2,8E-03	-	-	-	2,8E-03
Oxyde de soufre	6,3E-03	-	-	-	6,3E-03
Acide chlorhydrique	2,3E-02	-	-	-	2,3E-02
Ammoniac	6,2E-04	-	-	-	6,2E-04
Acétaldéhyde	2,4E-01	-	-	-	2,4E-01
Acétone	6,4E-06	-	-	-	6,4E-06
Benzène	-	-	-	-	-
Toluène	4,1E-02	-	-	-	4,1E-02
Ethylbenzène	3,0E-04	-	-	-	3,0E-04
Fluoranthène	4,0E-04	1,5E-04	1,5E-04	-	7,0E-04
Benzo(b)fluoranthène	-	-	-	-	-
Benzo(a)pyrène	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)peryène	-	-	-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	-	-	-

## Remarques:

L'indice de risque caractérise le risque pour les substances ayant des effets à seuil. Les indices de risque en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.

L'excès de risque individuel caractérise le risque pour les substances ayant des effets sans seuil. Les excès de risque individuel en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.10-5.

Tableau A11 - Synthèse des estimations de risque pour les substances ayant des effets à seuil pour un adulte

INDICE DE RISQUE - ADULTE						
	Inhalation	Ingestion de sol	Contact cutané	Ingestion de végétaux	Somme	
TCDD	-	7,7E-03	1,4E-01	3,9E-02	1,9E-01	-
Arsenic	-	-	-	-	-	-
Cuivre	-	-	-	-	-	-
Plomb	1,7E-02	-	-	-	1,7E-02	-
Chrome total	-	-	-	-	-	-
Zinc	-	-	-	-	-	-
Mercuré	-	-	-	-	-	-
Baryum	-	-	-	-	-	-
Nickel	-	-	-	-	-	-
Cobalt	-	-	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	2,8E-03	-	-	-	2,8E-03	-
Oxyde de soufre	6,3E-03	-	-	-	6,3E-03	-
Acide chlorhydrique	2,3E-02	-	-	-	2,3E-02	-
Ammoniac	6,2E-04	-	-	-	6,2E-04	-
Acétaldéhyde	2,4E-01	-	-	-	2,4E-01	-
Acétone	6,4E-06	-	-	-	6,4E-06	-
Benzène	-	-	-	-	-	-
Toluène	4,1E-02	-	-	-	4,1E-02	-
Ethylbenzène	3,0E-04	-	-	-	3,0E-04	-
Fluoranthène	4,0E-04	1,6E-05	6,4E-05	-	4,8E-04	-
Benzo(b)fluoranthène	-	-	-	-	-	-
Benzo(k)fluoranthène	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)pyrène	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perylène	-	-	-	-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	-	-	-	-

## Remarques:

L'indice de risque caractérise le risque pour les substances ayant des effets à seuil.

Les indices de risque en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.

L'excès de risque individuel caractérise le risque pour les substances ayant des effets sans seuil.

Les excès de risque individuel en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.10<sup>-5</sup>.

Tableau A12 - Synthèse des estimations de risque pour les substances ayant des effets sans seuil sur une durée de vie

EXCES DE RISQUE INDIVIDUEL - VIE						
	Inhalation	Ingestion de sol	Contact cutané	Ingestion de végétaux	Somme	
TCDD 2,3,7,8	-	-	-	-	-	-
Arsenic	8,8E-08	-	-	-	-	8,8E-08
Cuivre	-	-	-	-	-	-
Plomb	-	-	-	-	-	-
Chrome total	-	-	-	-	-	-
Zinc	-	-	-	-	-	-
Mercurie	-	-	-	-	-	-
Baryum	-	-	-	-	-	-
Nickel	-	-	-	-	-	-
Cobalt	-	-	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	-	-	-	-	-	-
Oxyde de soufre	-	-	-	-	-	-
Acide chlorhydrique	-	-	-	-	-	-
Ammoniac	-	-	-	-	-	-
Acétaldéhyde	1,3E-07	-	-	-	-	1,3E-07
Acétone	-	-	-	-	-	-
Benzène	1,1E-07	-	-	-	-	1,1E-07
Toluène	-	-	-	-	-	-
Ethylbenzène	-	-	-	-	-	-
Fluoranthène	-	-	-	-	-	-
Benzo(b)fluoranthène	2,4E-07	5,3E-07	9,8E-07	-	-	1,8E-06
Benzo(k)fluoranthène	8,0E-09	1,3E-08	2,4E-08	-	-	4,5E-08
Benzo(a)pyrène	2,4E-06	2,5E-06	4,6E-06	-	-	9,5E-06
Benzo(g,h,i)peryène	-	-	-	-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	8,0E-07	1,5E-06	-	-	2,3E-06

## Remarques:

L'indice de risque caractérise le risque pour les substances ayant des effets à seuil.

Les indices de risque en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.

L'excès de risque individuel caractérise le risque pour les substances ayant des effets sans seuil.

Les excès de risque individuel en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.10-5.

## ANNEXE B

Evaluation des risques sanitaires sur les employés au fond  
dans le retour d'air

## **Annexe B - Evaluation des Risques Sanitaires Au Fond - Retour d'air**

Tableau B1 - Concentrations des substances chimiques en fond de mine dans la zone du retour d'air

Tableau B2 - Données Physico-chimiques

Tableau B3 - Paramètres d'exposition humaine pour un employé en fond de mine

Tableau B4 - Données Toxicologiques

Tableau B5 - Estimation des risques - Inhalation de l'air

Tableau B6 - Estimation des risques - Ingestion accidentelle de sol

Tableau B7 - Estimation des risques - Contact cutané

Tableau B8 - Synthèse des estimations de risque pour les substances ayant des effets à seuil pour un employé

Tableau B9 - Synthèse des estimations de risque pour les substances ayant des effets sans seuil sur une durée de vie

Tableau B1 - Concentrations des substances chimiques en fond de mine dans la zone du retour d'air

Substances chimiques	FOND mg/kg	Air (µg/m3)
TCDD 2,3,7,8	5,81E-03	
Arsenic	-	7,95E-04
Cuivre	-	4,00E-01
Plomb	-	
Chrome total	-	4,40E+00
Zinc	-	-
Mercuré	-	-
Baryum	-	-
Nickel	-	-
Cobalt	-	-
Monoxyde de carbone	-	-
Oxyde de soufre	-	-
Acide chlorhydrique	-	-
Ammoniac	-	5,82E+02
Cyanure d'hydrogène	-	7,80E+01
Acétaldéhyde	-	9,60E+01
Butyraldéhyde	-	3,42E+03
Formol	-	9,30E+01
Furfuraldéhyde	-	2,80E+01
Chloroacétaldéhyde	-	1,86E+02
Isovaléraldéhyde	-	4,24E+03
Acétone	-	1,00E+01
Butanone	-	1,67E+03
Benzène	-	1,80E+02
Toluène	-	1,96E+03
Ethylbenzène	-	1,80E+02
Fluoranthène	-	2,10E+02
Benzo(b)fluoranthène	-	7,01E-01
Benzo(k)fluoranthène	-	2,50E-02
Benzo(a)pyrène	-	-
Benzo(g,h,i)peryène	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	1,60E-02

Tableau B2 - Données Physico-chimiques

Substances chimique	Soil DAF (-)	Biodisponibilité Orale (-)	
TCDD 2,3,7,8	0,5	1	(1, 2)
Arsenic	0,001	0,41	(6)
Cuivre	0,001	0,3	(7)
Plomb	0,001	0,15	(5)
Chrome total	0,001	0,02	(8)
Zinc	0,001	0,2	(9)
Mercure	0,001	0,0001	(5)
Baryum	0,001	0,07	(4)
Nickel	0,001	0,27	(10)
Cobalt	0,001	0,8	(3)

## Références:

- (1) Exposure and human health reassessment of 2,3,7,8 TCDD and related compounds- Draft - US EPA 2000. Part I - Volume 4 - Chapter 4 et 6.
- (2) Health risk and ecological risk assessment support development of technical standards for emissions from combustion units burning hazardous waste - Final Report - US EPA 1996. Appendix E, Parameter citation and derivation.
- (3) United States Environmental Protection Agency. 1995. Supplemental Guidance to RAGS: Region 4 Bulletin, Human Health Risk Assessment (Interim Guidance). Waste Management Division, Office of Health Assessment.
- (4) ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1992. Toxicological Profile for Barium. ATSDR/U.S. Public Health Service Goyer, R.A. 1991. Toxic Effects of Metals. In: Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons, fourth edition. M. O. Amdur, J. Doull, and C.D. Klaassen, eds. pp. 623-680.
- (6) Bettley, F.R., O'Shea, J.A. 1975. The absorption of arsenic and its relation to carcinoma. Br. J. Dermatology. 92:563. (Cited in Hindmarsh and McCurdy, 1986).
- (7) Venugopal, B. and T.D. Luckey. 1978. Metal Toxicity in Mammals - 2. Chemical Toxicity of Metals and Metalloids. Plenum Press. pp. 104-112.
- (8) ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1993. Toxicological Profile for Chromium. ATSDR/U.S. Public Health Service.
- (9) U.S. EPA. 1984. Health Effects Assessment for Zinc and Compounds. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington, DC. EPA/540/1-86-048.
- (10) ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1993. Toxicological Profile for Nickel. ATSDR/U.S. Public Health Service.

Tableau B2 - Données Physico-chimiques

Substances chimique	Soil DAF (-)	Biodisponibilité Orale (-)

Tableau B3 - Paramètres d'exposition humaine pour un employé en fond de mine

Paramètres	Notation	Employé
<b>Paramètres d'exposition générale</b>		
Poids du corps (kg)	BW	70 (1)
Durée d'une vie (jours)	L	25550 (1)
Durée d'exposition (ans/durée de vie)	ED	30 (1)
Fréquence d'exposition (jours/an)	EF	36 SS
<b>Inhalation</b>		
Durée d'exposition (ans/durée de vie)	Edinh	1 SS
Fréquence d'exposition à l'inhalation d'air	Efair	36 SS
<b>Ingestion de sol</b>		
Fréquence d'exposition à l'ingestion de sol	EFsol	36 SS
Taux d'ingestion de sol (kg/jour)	IR	0,00005 (1)
<b>Contact cutané</b>		
Surface de la peau (cm <sup>2</sup> )	SA	5000 (1)
Fraction de la peau exposée (%)	F <sub>s</sub> <sup>sol</sup>	25% (1)
Adhérence du sol à la peau (mg/cm <sup>2</sup> )	SL	1,5 (1)

**Références:**

(1) Exposure Factor Handbook - US EPA 1997.

Tableau B4 - Données Toxicologiques

Substances chimique	INGESTION		INHALATION		CONTACT	
	DJA (mg/kg-jour)	ERU (mg/kg-jour) <sup>1</sup>	DJA (µg/m3)	ERU (µg/m3)-1	DJA (mg/kg-jour)	ERU (mg/kg-jour) <sup>1</sup>
TCDD 2,3,7,8	1,00E-09	(4)	3,50E-06		1,00E-09	
Arsenic	3,00E-04	(1)		4,30E-03	(1)	3,00E-04
Cuivre	5,71E-03	(*)			5,71E-03	
Plomb	3,50E-03	(5)	5,00E-01	(4)	3,50E-03	
Chrome total	1,50E+00	(1)			1,50E+00	
Zinc	3,00E-01	(2)			3,00E-01	
Mercuré		(5)				
Baryum	7,00E-02	(1)	2,00E-01	(6)		
Nickel	2,00E-02	(1)				
Cobalt	1,00E-01	(6)			5,40E-03	(1)
Monoxyde de carbone			1,00E-01	(6)		
Oxyde de soufre			1,00E+03	(4)		
Acide chlorhydrique			5,00E+01	(4)		
Ammoniac			2,00E-01	(1)		
Cyanure d'hydrogène			1,00E+02	(1)		
Acétaldéhyde			3,00E+00	(1)		
Butyraldéhyde			9,00E+00	(1)		
Formol			1,20E+03	***		
Furfuraldéhyde			1,20E+03	(6)		
Chloroacétaldéhyde			1,20E+03	***		
Isovaléraldéhyde			9,00E+00	**		
Acétone			1,20E+03	***		
Butanone	1,00E-01	(1)	3,00E+04	(6)		
Benzène			1,00E+03	(1)		
Toluène	2,00E-01	(1)	4,00E+01	(1)		
Ethylbenzène	1,00E-01	(1)	1,00E+03	(1)		
Fluoranthène	4,00E-02	(1)	1,40E+02	f		
Benzo(b)fluoranthène			7,30E-01	(7)	1,24E-02	(1)
Benzo(k)fluoranthène			7,30E-02	(7)		
Benzo(a)pyrène			7,30E+00	(1)		
Benzo(g,h,i)pyrène						
Indène(1,2,3-cd)pyrène			7,30E-01	(7)		
						2,35E+00 (7)
						2,35E-01 (7)
						2,35E+01 (1)
						2,35E+00 (7)

## Références:

- (1) Integrated Risk Information System - <http://www.epa.gov/iris>  
(2) Risk Assessment Information System - <http://risk.isd.lornl.gov>  
(3) Exposure and human health reassessment of 2,3,7,8 TCDD and related compounds - Draft - US EPA 2000.  
(4) OMS Niveaux guides de la qualité de l'air pour l'Europe, 1999.  
(5) OMS - Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2 Health criteria and other supporting information, 1996 and Addendum to Vol. 2, 1998. Geneva, World Health Organization  
(6) ATSDK - Agency for Toxic Substances and Diseases Registry  
(7) US EPA Region 4 a adopté des facteurs d'équivalence toxique (Toxicity Equivalency Factor (TEF)) pour les effets cancérigènes des HAP. Ces TEFs sont basés sur la toxicité du benzo(a)pyrène (BaP). Les TEFs suivant ont été utilisés pour convertir chaque HAP en un équivalent du BaP: benzo(a)pyrène, TEF=1,0; benzo(b)fluoranthène, TEF=0,1; benzo(k)fluoranthène, TEF=0,01; Indène(1,2,3-cd)pyrène, TEF=0,1; Supplémental Guidance from RAGS:Region 4 Bulletin, Human Health Risk Assessment (Interim Guidance) (November 1995)  
(\*) Valeur extrapolée à partir de la valeur guide pour les cancérogènes à la consommation humaine, OMS, Réf. 5  
(\*\*) Valeur extrapolée à partir de la valeur pour l'acétaldéhyde

Tableau B5 - Estimation des risques - Inhalation de l'air

	Concentration inhalée	Indice de Risque	Excès de Risque Individuel
	jour ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Adulte		
TCDD 2,3,7,8	7,8E-05	2,2E+01	-
Arsenic	3,9E-02	-	2,4E-06
Cuivre	-	-	-
Plomb	4,3E-01	8,7E-01	-
Chrome total	-	-	-
Zinc	-	-	-
Mercurure	-	-	-
Baryum	-	-	-
Nickel	-	-	-
Cobalt	-	-	-
Monoxyde de carbone	-	-	-
Oxyde de soufre	-	-	-
Acide chlorhydrique	5,7E+01	2,9E+00	-
Ammoniac	7,7E+00	7,7E-02	-
Cyanure d'hydrogène	9,5E+00	3,2E+00	-
Acétaldéhyde	3,4E+02	3,7E+01	1,1E-05
Butyraldéhyde	9,2E+00	7,6E-03	1,7E-06
Formol	2,8E+00	2,3E-03	5,1E-07
Furfuraldéhyde	1,0E+01	8,7E-03	1,9E-06
Chloroacétaldéhyde	4,2E+02	4,6E+01	1,3E-05
Isovaléraldéhyde	9,9E-01	8,2E-04	1,8E-07
Acétone	1,6E+02	5,5E-03	-
Butanone	1,8E+01	1,8E-02	-
Benzène	1,9E+02	-	2,2E-05
Toluène	1,8E+01	4,4E-01	-
Ethylbenzène	2,1E+01	2,1E-02	-
Fluoranthène	6,9E-02	4,9E-04	-
Benzo(b)fluoranthène	2,5E-03	-	3,1E-09
Benzo(k)fluoranthène	-	-	-
Benzo(a)pyrène	1,6E-03	-	2,0E-08
Benzo(g,h,i)pérylène	-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	-

## Remarques:

La dose journalière d'exposition est exprimée en  $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$ .

L'indice de risque caractérise le risque pour les substances ayant des effets à seuil.

Les indices de risque en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.

L'excès de risque individuel caractérise le risque pour les substances ayant des effets sans seuil.

Les excès de risque individuel en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de  $1.10^{-5}$ .

Tableau B6 - Estimation des risques - Ingestion accidentelle de sol

	Dose Journalière d'Exposition (mg/kg/jour)	Indice de Risque	Excès de Risque Individuel
	Adulte	Adulte	
TCDD 2,3,7,8	4,10E-10	4,1E-01	-
Arsenic	-	-	-
Cuivre	-	-	-
Plomb	-	-	-
Chrome total	-	-	-
Zinc	-	-	-
Mercure	-	-	-
Baryum	-	-	-
Nickel	-	-	-
Cobalt	-	-	-
Monoxyde de carbone	-	-	-
Oxyde de soufre	-	-	-
Acide chlorhydrique	-	-	-
Ammoniac	-	-	-
Cyanure d'hydrogène	-	-	-
Acétaldéhyde	-	-	-
Butyraldéhyde	-	-	-
Formol	-	-	-
Furfuraldéhyde	-	-	-
Chloroacétaldéhyde	-	-	-
Isovaléraldéhyde	-	-	-
Acétone	-	-	-
Butanone	-	-	-
Benzène	-	-	-
Toluène	-	-	-
Ethylbenzène	-	-	-
Fluoranthène	-	-	-
Benzo(b)fluoranthène	-	-	-
Benzo(k)fluoranthène	-	-	-
Benzo(a)pyrène	-	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène	-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	-

## Remarques:

La dose journalière d'exposition est exprimée en mg/kg/j.

L'indice de risque caractérise le risque pour les substances ayant des effets à seuil.

Les indices de risque en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.

L'excès de risque individuel caractérise le risque pour les substances ayant des effets sans seuil.

Les excès de risque individuel en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.10-5.

Tableau B7 - Estimation des risques - Contact cutané

	Dose Journalière d'Exposition	Indice de Risque	Excès de Risque Individuel
	Adulte	Adulte	
TCDD 2,3,7,8	7,7E-09	7,7E+00	-
Arsenic	-	-	-
Cuivre	-	-	-
Plomb	-	-	-
Chrome total	-	-	-
Zinc	-	-	-
Mercuré	-	-	-
Baryum	-	-	-
Nickel	-	-	-
Cobalt	-	-	-
Monoxyde de carbone	-	-	-
Oxyde de soufre	-	-	-
Acide chlorhydrique	-	-	-
Ammoniac	-	-	-
Cyanure d'hydrogène	-	-	-
Acétaldéhyde	-	-	-
Butyraldéhyde	-	-	-
Formol	-	-	-
Furfuraldéhyde	-	-	-
Chloroacétaldéhyde	-	-	-
Isovaléraldéhyde	-	-	-
Acétone	-	-	-
Butanone	-	-	-
Benzène	-	-	-
Toluène	-	-	-
Ethylbenzène	-	-	-
Fluoranthène	-	-	-
Benzo(b)fluoranthène	-	-	-
Benzo(k)fluoranthène	-	-	-
Benzo(a)pyrène	-	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène	-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	-

## Remarques:

La dose journalière d'exposition est exprimée en mg/kg/j.

L'indice de risque caractérise le risque pour les substances ayant des effets à seuil.

Les indices de risque en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.

L'excès de risque individuel caractérise le risque pour les substances ayant des effets sans seuil.

Les excès de risque individuel en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.10-5.

Tableau B8 - Synthèse des estimations de risque pour les substances ayant des effets à seuil pour un employé

	INDICE DE RISQUE - EMPLOYE				Somme
	Inhalation	Ingestion de sol	Contact cutané		
TCDD	2,2E+01	4,1E-01	7,7E+00		3,0E+01
Arsenic	-	-	-	-	-
Cuivre	-	-	-	-	-
Plomb	8,7E-01	-	-	-	8,7E-01
Chrome total	-	-	-	-	-
Zinc	-	-	-	-	-
Mercurure	-	-	-	-	-
Baryum	-	-	-	-	-
Nickel	-	-	-	-	-
Cobalt	-	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	-	-	-	-	-
Oxyde de soufre	-	-	-	-	-
Acide chlorhydrique	2,9E+00	-	-	-	2,9E+00
Ammoniac	7,7E-02	-	-	-	7,7E-02
Cyanure d'hydrogène	3,2E+00	-	-	-	3,2E+00
Acétaldéhyde	3,7E+01	-	-	-	3,7E+01
Butyraldéhyde	7,6E-03	-	-	-	7,6E-03
Formol	2,3E-03	-	-	-	2,3E-03
Furfuraldéhyde	8,7E-03	-	-	-	8,7E-03
Chloroacétaldéhyde	4,6E+01	-	-	-	4,6E+01
Isovaléraldéhyde	8,2E-04	-	-	-	8,2E-04
Acétone	5,5E-03	-	-	-	5,5E-03
Butanone	1,8E-02	-	-	-	1,8E-02
Benzène	-	-	-	-	-
Toluène	4,4E-01	-	-	-	4,4E-01
Ethylbenzène	2,1E-02	-	-	-	2,1E-02
Fluoranthène	4,9E-04	-	-	-	4,9E-04
Benzo(b)fluoranthène	-	-	-	-	-
Benzo(k)fluoranthène	-	-	-	-	-
Benzo(a)pyrène	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)peryène	-	-	-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	-	-	-

## Remarques:

L'indice de risque caractérise le risque pour les substances ayant des effets à seuil.  
Les indices de risque en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.

Tableau B9 - Synthèse des estimations de risque pour les substances ayant des effets sans seuil sur une durée de vie

TCDD 2,3,7,8	EXCES DE RISQUE INDIVIDUEL - VIE				Somme
	Inhalation	Ingestion de sol	Contact cutané		
Arsenic	2,4E-06	-	-	-	-
Cuivre	-	-	-	-	2,4E-06
Plomb	-	-	-	-	-
Chrome total	-	-	-	-	-
Zinc	-	-	-	-	-
Mercurure	-	-	-	-	-
Baryum	-	-	-	-	-
Nickel	-	-	-	-	-
Cobalt	-	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	-	-	-	-	-
Oxyde de soufre	-	-	-	-	-
Acide chlorhydrique	-	-	-	-	-
Ammoniac	-	-	-	-	-
Cyanure d'hydrogène	-	-	-	-	-
Acétaldéhyde	-	-	-	-	-
Butyraldéhyde	1,1E-05	-	-	-	1,1E-05
Formol	1,7E-06	-	-	-	1,7E-06
Furfuraldéhyde	5,1E-07	-	-	-	5,1E-07
Chloroacétaldéhyde	1,9E-06	-	-	-	1,9E-06
Isovaléraldéhyde	1,3E-05	-	-	-	1,3E-05
Acétone	1,8E-07	-	-	-	1,8E-07
Butanone	-	-	-	-	-
Benzène	2,2E-05	-	-	-	2,2E-05
Toluène	-	-	-	-	-
Ethylbenzène	-	-	-	-	-
Fluoranthène	-	-	-	-	-
Benzo(b)fluoranthène	-	-	-	-	-
Benzo(k)fluoranthène	3,1E-09	-	-	-	3,1E-09
Benzo(a)pyrène	2,0E-08	-	-	-	2,0E-08
Benzo(g,h,i)peryène	-	-	-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	-	-	-

## Remarques:

L'excès de risque individuel caractérise le risque pour les substances ayant des effets sans seuil. Les excès de risque individuel en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.10<sup>-5</sup>.

## ANNEXE C

Evaluation des risques sanitaires sur les employés au fond  
dans l'entrée d'air

---

## Annexe C - Evaluation des Risques Sanitaires Au Fond - Entrée d'air

---

Tableau C1 - Concentrations des substances chimiques en fond de mine dans la zone d'entrée d'air

Tableau C2 - Données Physico-chimiques

Tableau C3 - Paramètres d'exposition humaine pour un employé en fond de mine dans la zone d'entrée d'air

Tableau C4 - Données Toxicologiques

Tableau C5 - Estimation des risques - Ingestion accidentelle de sol

Tableau C6 - Estimation des risques - Contact cutané

Tableau C7 - Synthèse des estimations de risque pour les substances ayant des effets à seuil pour un employé

---

Tableau C1 - Concentrations des substances chimiques en fond de mine dans la zone d'entrée d'air

Substances chimiques	FOND	Air
	mg/kg	(µg/m3)
TCDD 2,3,7,8	7,55E-06	-

Tableau C2 - Données Physico-chimiques

Substances chimique	Soil DAF (-)	Biodisponibilité Orale (-)
TCDD 2,3,7,8	0,5 (1,2)	1 (1,2)

Références:

- (1) Exposure and human health reassessment of 2,3,7,8 TCDD and related compounds- Draft - US EPA 2000. Part 1 - Volume 4 - Chapter 4 et 6.
- (2) Health risk and ecological risk assessment support development of technical standards for emissions from combustion units burning hazardous waste - Final Report - US EPA 1996. Appendix E, Parameter citation and derivation.

Tableau C3 - Paramètres d'exposition humaine pour un employé en fond de mine dans la zone d'entrée d'air

Paramètres	Notation	Employé
<b>Paramètres d'exposition générale</b>		
Poids du corps (kg)	BW	70 (1)
Durée d'une vie (jours)	L	25550 (1)
Durée d'exposition (ans/durée de vie)	ED	30 (1)
Fréquence d'exposition (jours/an)	EF	220 SS
<b>Ingestion de sol</b>		
Fréquence d'exposition à l'ingestion de sol	EFsol	220 SS
Taux d'ingestion de sol (kg/jour)	IR	0,00005 (1)
<b>Contact cutané</b>		
Surface de la peau (cm <sup>2</sup> )	SA	5000 (1)
Fraction de la peau exposée (%)	F <sub>s</sub> <sup>soit</sup>	25% (1)
Adhèrence du sol à la peau (mg/cm <sup>2</sup> )	SL	1,5 (1)

**Références:**

(1) Exposure Factor Handbook - US EPA 1997.

Tableau C4 - Données Toxicologiques

Substances chimique	INGESTION		INHALATION		CONTACT	
	DJA (mg/kg-jour) <sup>1</sup>	ERU (mg/kg-jour) <sup>1</sup>	DJA (µg/m3)	ERU (µg/m3) <sup>1</sup>	DJA (mg/kg-jour)	ERU (mg/kg-jour) <sup>1</sup>
TCDD 2,3,7,8	1,00E-09 (4)		3,50E-06 (4)		1,00E-09 (4)	

Références:

(4) OMS Niveaux guides de la qualité de l'air pour l'Europe, 1999.

Tableau C5 - Estimation des risques - Ingestion accidentelle de sol

	Dose Journalière d'Exposition (mg/kg/jour) Adulte	Indice de Risque Adulte	Excès de Risque Individuel
TCDD 2,3,7,8	3,25E-12	3,3E-03	-

Remarques:

La dose journalière d'exposition est exprimée en mg/kg/j.  
 L'indice de risque caractérise le risque pour les substances ayant des effets à seuil.  
 Les indices de risque en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.  
 L'excès de risque individuel caractérise le risque pour les substances ayant des effets sans seuil.  
 Les excès de risque individuel en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.10-5.

Tableau C6 - Estimation des risques - Contact cutané

	Dose Journalière d'Exposition	Indice de Risque	Excès de Risque Individuel
	Adulte	Adulte	
TCDD 2,3,7,8	6,1E-11	6,1E-02	-

**Remarques:**

La dose journalière d'exposition est exprimée en mg/kg/j.  
 L'indice de risque caractérise le risque pour les substances ayant des effets à seuil.  
 Les indices de risque en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.  
 L'excès de risque individuel caractérise le risque pour les substances ayant des effets sans seuil.  
 Les excès de risque individuel en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.10-5.

Tableau C7 - Synthèse des estimations de risque pour les substances ayant des effets à seuil pour un employé

INDICE DE RISQUE - EMPLOYE				
	Inhalation	Ingestion de sol	Contact cutané	
			Somme	
TCDD 2,3,7,8	-	3,3E-03	6,1E-02	6,4E-02

Remarques:

L'indice de risque caractérise le risque pour les substances ayant des effets à seuil.  
Les indices de risque en gras sont supérieurs à la limite jugée acceptable de 1.

ANNEXE D

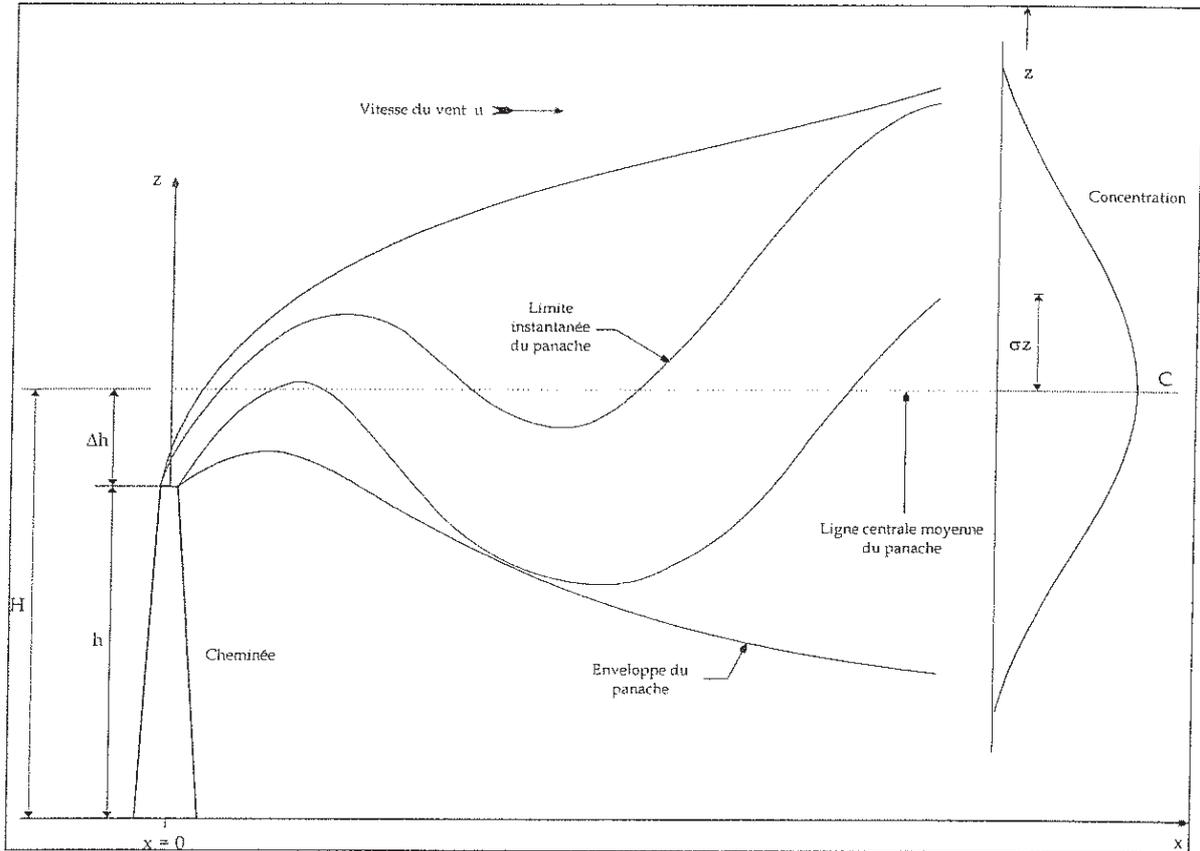
Dispersion atmosphérique

## ANNEXE D

### Modélisation de la dispersion atmosphérique

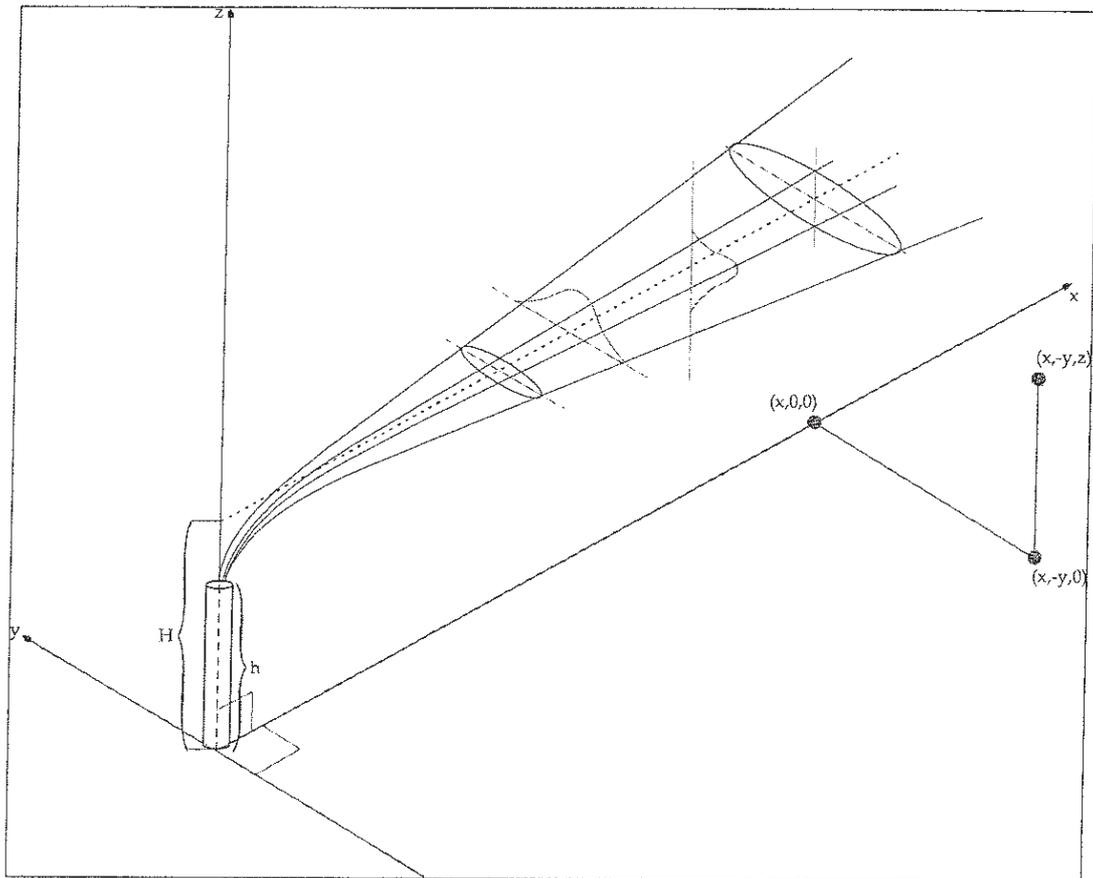
Pour cette étude, la dispersion atmosphérique de polluants à partir d'une source ponctuelle (cheminée) a été réalisée avec un modèle Gaussien décrit dans la figure ci-dessous. Ce modèle estime une concentration moyenne dans des conditions d'équilibre.

*Figure D.1 : Limite et enveloppe (moyenné sur le temps) du panache*



La forme du panache est fonction de la vitesse du vent, de la différence de température sur un axe verticale et de la stabilité atmosphérique. Afin de décrire ce panache le système de coordonnées détaillées dans la Figure ci-dessous est utilisé.

*Figure D.2 : Systèmes de coordonnées du panache avec une distribution Gaussienne*



L'équation utilisée pour calculer la concentration à l'équilibre dans l'air ambiant d'une substance émise à partir d'une source ponctuelle est la suivante :

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \cdot \exp\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \left\{ \exp\left[\frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[\frac{-(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\}$$

où :

$C(x,y,z)$  = concentration de la substance dans l'air au point d'exposition [ML<sup>-3</sup>],

$x$  = distance entre le point d'émission et le point d'exposition [L],

$y$  = distance perpendiculaire au vent [L],

$z$  = distance par rapport au sol (hauteur de respiration) [L],

$Q$  = débit d'émission de la substance [MT<sup>-1</sup>],

$\sigma_y$  = fonction estimant le coefficient de dispersion latérale [L],

$\sigma_z$  = fonction estimant le coefficient de dispersion verticale [L],

$u$  = vitesse du vent [L T<sup>-1</sup>],

$H$  = hauteur effective de la cheminée [L].

La hauteur effective de la cheminée H est égale à la hauteur physique de la cheminée plus la hauteur du panache à l'émission.

Les fonctions  $\sigma_y$  (coefficient de dispersion latérale) et  $\sigma_z$  (coefficient de dispersion verticale) dépendent de la stabilité atmosphérique et de la distance du point d'exposition sous le vent. Ces coefficients exprimés en mètres sont calculés avec les équations suivantes (Pasquill-Gifford) :

$$\sigma_y = 465.11628 \cdot x \cdot \tan\{0.01745 \cdot [c - (d \cdot \ln x)]\}$$

$$\sigma_z = a \cdot x^b$$

Les paramètres a, b, c et d dépendent de la stabilité atmosphérique qui est un indicateur de la turbulence atmosphérique et dépend de:

- La stabilité statique (changement de température en fonction de l'altitude) ;
- La turbulence thermique (chaleur émergeant du sol) ;
- La turbulence mécanique (fonction de la vitesse du vent et de la rugosité du terrain).