

RAPPORT D'ÉTUDE

03/11/2011

N° INERIS-DRC-10-108130-12610B

## STOCAMINE

Evaluation du terme source dans le scénario du stockage illimité : calculs des quantités de contaminants stockés, et des concentrations potentielles en solution et en phase gazeuse en cas d'envoyage

**INERIS**

maîtriser le risque |  
pour un développement durable |



# STOCAMINE

**Evaluation du terme source dans le scénario du stockage illimité : calculs des quantités de contaminants stockés et des concentrations potentielles en solution et en phase gazeuse en cas d'envoyage**

Client : STOCAMINE

Liste des personnes ayant participé à l'étude : Pierre HENNEBERT, Benoît CHARRASSE, Benoît SCHNURIGER, Jean-Marie PADOX

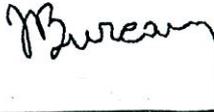
## PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Étant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Pierre HENNEBERT	Jacques BUREAU	Pierre TOULHOAT
Qualité	Ingénieur Unité Comportement des contaminants dans les sols et matériaux	Pôle RISK	Directeur Scientifique
Visa			

## AVERTISSEMENT

Cette étude a fait l'objet d'un premier rapport intitulé " *Evaluation du terme source dans le cadre d'un stockage pérenne : quantités de contaminants stockés, concentrations potentielles en solution et en phase gazeuse* "référéncé INERIS DRC-10-108130-12610A, dont les résultats ont été présentés en janvier 2011 au Comité de pilotage mis en place par les Services de l'État. Il contenait des éléments d'information et de calcul basés sur une estimation globale des contaminants présents dans les déchets entreposés, estimation elle-même basée sur une moyenne estimée à partir des résultats d'analyses chimiques effectuées sur des échantillons dans le cadre de la démarche préalable liée à l'émission de Certificats d'Acceptation Provisoire par StocaMine à ses clients.

Ces résultats ne prenaient pas en compte la composition, ni la pondération associée, permettant d'affiner les calculs massiques de contaminants effectivement contenus dans chaque lot de déchets. Il en résultait une incertitude sur les calculs subséquents du terme source.

En avril 2011, StocaMine a demandé à l'INERIS de procéder à une saisie électronique de cette information qui n'était disponible que sous format papier. Après compilation et vérification par échantillonnage aléatoire des données nouvellement saisies, les informations par lot (masses et concentrations) ont pu être prises en compte dans les nouveaux calculs de masses de contaminants présentes au sein des déchets stockés.

Le présent rapport constitue l'actualisation de l'étude antérieure, dont le titre et la référence ont été adaptés en conséquence. Il annule et remplace toute autre version antérieure du rapport sur cette étude.



## TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux	7
Liste des figures	8
Résumé étendu	9
Extended summary	12
1. Introduction et objectifs .....	15
2. Monographies, études, modes opératoires .....	17
3. Inventaire des données disponibles.....	19
3.1 Fichier d'analyses de laboratoire (STOC2)	19
3.2 Déchets pour lesquels les analyses préalables sont manquantes	29
3.3 Quantités de déchets stockées par CAP	31
4. Fichier des quantités de contaminants calculées par BMG (Liste_et_quantité_déchets) .....	33
5. Discussion - revue critique des quantités de contaminants calculées par BMG .....	35
5.1 Les quantités de déchets concordent-elles avec le fichier « liste corrigée V2 de StocaMine » ?	35
5.2 Observations faites sur le choix des résultats d'analyses sélectionnés par BMG	36
6. Calcul des quantités stockées de contaminants (concentration moyenne par CAP et masse par CAP) .....	41
6.1 Méthode	41
6.2 Sélection des contaminants	41
6.3 Quantité stockée de contaminant	42
7. Calcul des quantités stockées de contaminants (concentration par lot et masse par lot).....	45
8. Calcul du terme source en solution stockés .....	49
8.1 Utilisation des données de laboratoire de lixivabilité	49
8.2 Estimation de la concentration des espèces en solution en équilibre avec des phases solides par modélisation géochimique	51
8.2.1 Calcul préliminaire du pH résultant de la mise en contact de l'ensemble des déchets avec de l'eau	51
8.2.2 Calcul de modélisation géochimique	53
8.3 Conclusion sur la lixivabilité des contaminants	58
9. Conclusion sur l'évaluation du potentiel de dilution des contaminants en phase aqueuse .....	59
10. StocaMine Terme source : potentiel d'émissions gazeuses .....	61
10.1 Atmosphère chimique du stockage	61

10.2 Recherche d'indice d'activité biologique et chimique dans les déchets stockés	61
10.3 Contaminants émissibles en phase gazeuse	63
10.3.1 Arsine AsH <sub>3</sub>	63
10.3.2 Mercure Hg°	63
10.3.3 Acide cyanhydrique HCN	64
10.3.4 Phénols	65
10.4 Conclusion sur les teneurs en contaminants en phase gazeuse	65
11. Conclusion générale .....	67
<b>Annexes</b>	<b>69</b>
Annexe 1 Commentaires sur les modes opératoires internes du laboratoire de StocaMine	71
Annexe 2 Résultats d'analyse par code CAP numérique (« STOC2 »)	75
Annexe 4 Calcul des teneurs en Hg°aq et HCNaq en phase liquide	105

## Liste des tableaux

Tableau 1 :	Quantités et concentrations des contaminants du stockage StocaMine selon BMG et l'INERIS	10
Tableau 2 :	Quantities and concentrations of contaminants in the storage StocaMine by BMG and INERIS	13
Tableau 3 :	Champs du fichier STOC2 extrait du logiciel de laboratoire Nautilus de StocaMine	20
Tableau 4 :	Paramètre et fréquence d'analyse par le laboratoire interne de StocaMine. <i>Informations issues du fichier Excel Stoc2.</i>	23
Tableau 5 :	Nombre d'analyses selon le code déchet ou CAP. Le tableau représente un échantillon des données disponible dans Stoc2 pour la famille de déchet de sels de trempe cyanurés	25
Tableau 6 :	Comparaison entre le nombre d'analyses effectuées et la quantité de déchets stocké (tonnage et nombre de lots) pour 4 des codes déchets référencés dans la famille des sels de trempe cyanuré	26
Tableau 7 :	Hétérogénéité des résultats sur les déchets de même nature présentés dans STOC2	27
Tableau 8 :	Concentration moyenne (mg/kg) et coefficient de variation (cv en %) par élément et par CAP pour la famille A1 sels de trempe cyanurés	28
Tableau 9 :	Concentration moyenne (mg/kg) et coefficient de variation (cv en %) par élément et par CAP pour la famille A1 sels de trempe cyanurés (suite du tableau 8)	29
Tableau 10 :	Liste des déchets ne présentant pas de CAP (hors résidus de l'industrie)	30
Tableau 11 :	Champs du fichier liste corrigée V2_déchetsStocaMine 2002	32
Tableau 13 :	Analyses utilisées par BMG pour les CAP de la rubrique A1 Sels de trempe (extrait du fichier liste et quantité déchets de BMG, présentation de certains paramètres).	37
Tableau 14 :	Valeurs retenues par le BMG pour le cas du fer pour les deux codes déchets présentés	38
Tableau 15 :	Quantités de contaminants stockés (tonnes)	42
Tableau 16 :	Masse des déchets avant et après correction de la masse des palettes, des fûts et du plâtre	46
Tableau 17 :	Quantités de contaminants stockés (concentration par lot et masse par lot) - comparaison avec les autres approches (tonnes)	47

Tableau 19 :	Estimations des quantités en ions oxonium et ions hydroxydes	52
Tableau 20 :	Estimation du pH pour les deux scénarii d'ennoyage, et selon les volumes estimés par BMG	52
Tableau 21 :	Composition des eaux entrantes utilisée pour la modélisation	53
Tableau 22 :	Concentrations calculées des contaminants en équilibre avec des phases minérales les moins solubles (classé par solubilité croissante) (éléments calculés à partir de la quantité en masse nette par lot pour 7 000 m <sup>3</sup> et en masse par CAP pour 6,2 Mm <sup>3</sup> )	55
Tableau 23 :	Concentration en contaminants dans l'air de la mine - mesures du 10/06/2010	62
Tableau 24 :	Calcul de la concentration en HCN gazeux	65

### Liste des figures

Figure 1:	Catégories et quantités de déchets non renseignées	31
Figure 2 :	Représentation graphique des quantités de déchets stockées à STOCAMINE, issue du fichier BMG	33
Figure 3 :	Histogramme des lixivibilités pour la catégorie « Terres polluées »	50
Figure 4 :	Concentrations calculées par équilibre géochimique pour le scénario avec barrière (7 000 m <sup>3</sup> )	55

## Résumé étendu

Le devenir du stockage de déchets en mine de sel de la société StocaMine entre 1999 (début de l'exploitation) et 2002 (incendie en galerie conduisant à l'arrêt de l'exploitation) doit être évalué. Ce rapport vise à établir la **quantité** de contaminants présents dans le stockage, et la **concentration** en solution de ces contaminants susceptibles d'être présents dans et déplacés par d'éventuelles eaux d'ennoyage de la zone de stockage, ainsi que dans l'air souterrain en équilibre avec ces concentrations.

Les données disponibles sur la quantité et la composition chimique des déchets stockés à StocaMine ont été rassemblées. La quantité de chaque déchet est connue initialement globalement par certificat d'acceptation préalable (CAP), alors que la composition est connue par analyses de chaque lot ou arrivage. Les déchets regroupés sous un même CAP sont hétérogènes (les coefficients de variation (écart-type sur moyenne) par élément dépassent souvent 100 %). L'analyse semi-quantitative par fluorescence X contribue à cette variabilité. Le calcul des quantités par BMG en 2004 a utilisé des hypothèses non clairement explicables. *Dans un premier temps*, les quantités de contaminants stockés par CAP ont donc été recalculées par multiplication des masses stockées par CAP par les concentrations moyenne de l'ensemble des lots d'un CAP (tableau ci-dessous, quantité INERIS1). *Dans un deuxième temps*, la quantité de chaque déchet par lot fut disponible, et les quantités de contaminants stockés ont été calculées par multiplication des concentrations de chaque lot par la masse de chaque lot, ce qui représente un calcul plus exact. *Dans un troisième temps*, la masse des palettes, fûts et plâtre a été soustraite des déchets de classe 0 pour obtenir la masse nette de déchets (tableau ci-dessous, quantité INERIS2). Les quantités trouvées sont, selon les éléments, égales ou légèrement inférieures au calcul par CAP (cas du mercure).

Le potentiel de lixiviation des contaminants présents dans les déchets stockés a été estimé selon deux scénarii de potentiel d'ennoyage. Les volumes d'eau d'ennoyage ont été estimés par l'INERIS à 6,2 Mm<sup>3</sup> (scénario en l'absence de barrières) et à 7 000 m<sup>3</sup> (scénario en présence de barrières) (INERIS 2011<sup>1</sup>).

Une première approche par excès consiste à considérer que la totalité des contaminants stockés sont dissous dans l'eau d'ennoyage (colonnes « mise en solution totale » dans le tableau ci-dessous). Les données de laboratoire de fraction soluble des déchets auraient pu être utilisées mais ne sont disponibles que pour des lots non stockés. Une deuxième approche plus réaliste, retenue par l'INERIS, a consisté à évaluer, par calcul géochimique de la concentration à l'équilibre avec des phases minérales secondaires, en admettant une mise en solution totale des déchets, la composition potentielle de l'eau d'ennoyage présente dans l'environnement périphérique immédiat du massif de déchets (colonnes « calcul géochimique » du tableau ci-dessous).

---

<sup>1</sup> Stockage souterrain de STOCAMINE (68) - Etude hydrogéologique de l'ennoyage du site. RAPPORT D'ÉTUDE 09/03/2011 - réf: DRS-10-108130-12810B

**Tableau 1 : Quantités et concentrations des contaminants du stockage StocaMine selon BMG et l'INERIS**

Contaminants	Quantité selon calculs BMG (base: concentrations diverses X masse CAP)	Quantité selon calculs INERIS 1 (base: concentration moyenne des lots X masse CAP)	Quantité selon calculs INERIS 2 (base: concentration lot X masse nette lot)	Conc <sup>on</sup> après mise en solution totale 6,2 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (qté : INERIS2)	Conc <sup>on</sup> après mise en solution totale 7 000 m <sup>3</sup> (qté : INERIS2)	Conc <sup>on</sup> selon calcul géochimique 6,2 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (qté : INERIS1)	Conc <sup>on</sup> selon calcul géochimique 7 000 m <sup>3</sup> (qté : INERIS2)
	tonnes	tonnes	tonnes	g/L	g/L	g/L	g/L
As	2566	1 231	<b>1199</b>	0.193	171.27	0.010	<b>1.54E-02</b>
Ba	-	257	<b>192</b>	0.031	27.39	1.06E-06	<b>2.30E-07</b>
Cd	138	32	<b>30</b>	0.0048	4.23	0.00150	<b>1.54E-03</b>
Cr	131	51	<b>48</b>	0.008	6.88	0.0091	<b>7.07E+00</b>
Cu	115	89	<b>88</b>	0.014	12.56		<b>1.93E-07</b>
Hg	47	78	<b>53</b>	0.0085	7.52	0.012	<b>7.52E+00</b>
Mo	-	15	<b>11</b>	0.0017	1.53		
Ni	71	39	<b>33</b>	0.0054	4.76	3.05E-07	<b>3.05E-07</b>
Pb	237	231	<b>214</b>	0.035	30.64	4.35E-07	<b>4.53E-07</b>
Sb	107	83	<b>79</b>	0.013	11.32	0.0134	<b>1.89E-01</b>
Se	-	3	<b>0.87</b>	0.0001	0.12		
Zn	351	296	<b>296</b>	0.048	42.35		
Cyanures	159	5.18	<b>4.73</b>	0.0008	0.68	8.3E-04	<b>6.80E-01</b>
Total	3924	2 410	<b>2 249</b>	-	-	-	-

Les quantités évaluées par l'INERIS comportent une incertitude estimée à 50 %.

Des simulations d'équilibre d'une eau de composition connue en équilibre à 35 °C température du massif au niveau de StocaMine) avec le sel et en présence de gypse (ajouté comme desséchant à certains déchets) à pH 8.8 et 11.8 (calculé à partir des données de laboratoire) ont été menées en utilisant le logiciel Visual MINTEQ v3.0 et la base de données MINTEQ v3.0. Pour une eau de composition donnée, la thermodynamique à l'équilibre prévoit que la concentration en solution de chaque élément est fixée par le produit de solubilité de la phase solide contenant cet élément la moins soluble. Si le produit de solubilité de la phase la moins soluble n'est pas atteint, alors l'élément ne précipite pas. Une base de données spécifique aux conditions salines (Pitzer), conditions qui prédominent dans la situation présente, ne comporte malheureusement pas tous les contaminants d'intérêt dans le cadre du stockage StocaMine, et n'a donc pas pu être exploitée.

Les calculs ont été menés pour les volumes correspondant aux deux scénarios envisagés, avec les quantités calculées par masse des lots. Les concentrations maximales calculées (avec la quantité obtenue par les masses par lot) pour le volume de 6 200 000 m<sup>3</sup> sont de 0.120 g Hg/L, 0.0091 g Cr/L et 0.0134 g Sb/L. Pour

le volume de 7 000 m<sup>3</sup>, les concentrations calculées (avec les quantités obtenues par les masses nettes par lot) sont de 7.52 g Hg/L, 7.07 g Cr/L et 0.189 g Sb/L. Ces concentrations multipliées par le flux de saumure sortant du stockage en l'absence et en présence de barrières représentent donc la base du calcul de flux de contaminants qui sera émis en phase liquide par le stockage en l'absence et en présence de barrières.

Des mesures étendues de concentrations dans l'air de la mine ont montré un léger dégazage des déchets, mais sans que des signes d'activité biologique n'aient pu être mis en évidence. La possibilité d'émission de contaminants dans l'air de composés réduits comme l'arsine (AsH<sub>3</sub>) et le mercure métallique gazeux (Hg<sup>0</sup>) semble donc *a priori* faible, comme le supposait BMG. La concentration potentielle d'acide cyanhydrique (HCN<sub>g</sub>) estimé à partir des cyanures libres (dosés par le laboratoire) et de leur complexation avec les métaux des déchets, et en tenant compte du pH, est estimée à 1.6 10<sup>-3</sup> mg/m<sup>3</sup> d'air pour le scénario sans barrière (6 200 000 m<sup>3</sup>) et 2.8 10<sup>-6</sup> mg/m<sup>3</sup> d'air pour le scénario avec barrières (7 000 m<sup>3</sup>). L'émission de phénols (composés aromatiques C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-OH) ne peut être estimée.

#### En conclusion:

- les quantités des contaminants stockés ont été recalculées d'une part à partir des masses stockées indiquées sur les certificats d'acceptation préalable (CAP), et de la teneur moyenne en contaminants calculée à partir des analyses des lots stockés correspondant à chaque numéro de CAP, et d'autre part par les masses des lots (corrigée des palettes, fûts et plâtre) et les teneurs des lots. Les teneurs en contaminants sont cependant très variables pour un même déchet. Les quantités de contaminants calculées sont utilisables pour évaluer le terme source ;
- les ordres de grandeur de solubilité des contaminants stockés (calcul à partir des masses par CAP), calculés par équilibre géochimique, aboutissent à des concentrations à l'équilibre autour de 1 mg/L de Cd, entre 10 et 100 mg/L de Hg, Cr et Sb pour le scénario en l'absence de barrière (ennoyage dans 6 200 000 m<sup>3</sup>) et à des concentrations de 1 mg/L de Cd, entre 1 et 10 g/L de Hg, Cr et Sb pour le scénario en présence de barrière (ennoyage dans 7 000 m<sup>3</sup>);
- les concentrations actuelles dans l'air de l'atmosphère du stockage n'ont pas montré de traces d'activité biologique, mais présentent des signes de légère activité chimique. Après ennoyage, l'émission de composés créés en atmosphère réductrice (AsH<sub>3</sub>, Hg<sup>0</sup>) semble donc peu probable, comme le concluait BMG. Les concentrations en acide cyanhydrique gazeux HCN<sub>g</sub> après ennoyage, estimées à partir des concentrations de cyanures libres, du pH du stockage et de la complexation par les métaux atteindraient entre 10<sup>-3</sup> et 10<sup>-6</sup> mg/m<sup>3</sup> d'air.

## Extended summary

The fate of the repository of waste in salt mine by the company StocaMine between 1999 (commencement of operations) and 2002 (fire gallery stopping operation) should be evaluated. This report aims to establish the **amount** of contaminants present in the storage as well as the potential **concentrations** of these contaminants in water flooding the disposal area and likely to move, and in the air in equilibrium with these concentrations.

The available data on waste stored by StocaMine were collected (quantity, chemical composition). The amount of each waste is known globally for preliminary acceptance certificate (PAC), while the composition is known by analysis of each batch or shipment. Waste grouped under one PAC is heterogeneous (coefficients of variation = standard deviation / mean value often exceed 100%). The semi-quantitative analysis by XRF contributes to this variability. All these data have been recalculated due to differences not clearly explained with the results of BMG 2004. *In a first step*, the **quantities of contaminants** stored by PAC are estimated by multiplying the masses by PAC stored by the average concentrations of all batches of PAC (table below, quantity INERIS1). *In a second step*, the masses of the batches were available, and the quantities of stored contaminants have been calculated by multiplying the concentration of contaminant in each batch, by the mass of each batch, which is most accurate. *In a third step*, the mass of palets, barrels and added plaster has been subtracted for waste of class 0, to compute the net weight of waste (table below, quantity INERIS2). The results are, depending on the element, equal or slightly lower (mercury) than with the PAC masses.

Leachability of stored contaminants was estimated. The volume of water flooding was estimated by INERIS to 6.2 million m<sup>3</sup> (scenario in the absence of barriers) and 7 000 m<sup>3</sup> (scenario in the presence of barriers) (INERIS 2011<sup>2</sup>). One approach (by excess) is to consider that all dissolved contaminants are stored (columns "Total Dissolution" in the table above). Laboratory data of soluble fraction of waste could be used but are only available for batches not stored. A second (more realistic) approach assessed by INERIS the potential composition of water from flooding by calculating geochemical equilibrium between inflow liquid and solid waste (columns "Geochemical calculation" in the table below).

---

<sup>2</sup> Stockage souterrain de STOCAMINE (68) - Etude hydrogéologique de l'ennoyage du site. RAPPORT D'ÉTUDE 09/03/2011 - réf: DRS-10-108130-12810B

Tableau 2 : Quantities and concentrations of contaminants in the storage StocaMine by BMG and INERIS

Contaminants	Quantity (from BMG - miscellaneous concentrations X mass PAC)	Quantity INERIS1 - mean conc <sup>on</sup> of batch X mass PAC	Quantity INERIS2 conc <sup>on</sup> batch X net mass batch	Post Total Dissolution conc <sup>on</sup> 6,2 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Post Total Dissolution conc <sup>on</sup> 7 000 m <sup>3</sup>	Post Geochemical calculation conc <sup>on</sup> (mass PAC) 6,2 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (INERIS1 amount)	Post Geochemical calculation conc <sup>on</sup> (net mass batch) 7 000 m <sup>3</sup> (INERIS2 amount)
	tons	tons	tons	g/L	g/L	g/L	g/L
As	2566	1 231	1199	0.193	171.27	0.010	1.54E-02
Ba	-	257	192	0.031	27.39	1.06E-06	2.30E-07
Cd	138	32	30	0.0048	4.23	0.00150	1.54E-03
Cr	131	51	48	0.008	6.88	0.0091	7.07E+00
Cu	115	89	88	0.014	12.56		1.93E-07
Hg	47	78	53	0.0085	7.52	0.012	7.52E+00
Mo	-	15	11	0.0017	1.53		
Ni	71	39	33	0.0054	4.76	3.05E-07	3.05E-07
Pb	237	231	214	0.035	30.64	4.35E-07	4.53E-07
Sb	107	83	79	0.013	11.32	0.0134	1.89E-01
Se	-	3	0.87	0.0001	0.12		
Zn	351	296	296	0.048	42.35		
Cyanide	159	5.18	4.73	0.0008	0.68	8.3E-04	6.80E-01
Total	3924	2 410	2249	-	-	-	-

The quantities measured by INERIS have an estimated uncertainty of 50%.

Simulations of water balance of a known composition in equilibrium at 35 °C (rock mass temperature at StocaMine level) with the presence of salt and gypsum (added as a drying certain wastes) at pH 8.8 and 11.8 (calculated from laboratory data) were conducted using the software Visual MINTEQ v3.0 and v3.0 Minteq database. Under the laws of thermodynamics, for each element, in equilibrium with a water of a given composition, the less soluble minerals will in fact be formed or represent the stable form, possibly by dissolving the more soluble minerals. A database specific to saline conditions (Pitzer) unfortunately does not include contaminants of interest and was therefore not used.

The calculations were conducted for both volumes. Maximum concentrations calculated for the volume of 6.2 million m<sup>3</sup> are 0.120 g Hg/L, 0.0091 g Cr/L and 0.0134 g Sb/L. For the volume of 7 000 m<sup>3</sup>, calculated concentrations are 7.52 g Hg/L, 7.07 g Cr/L and 0.189 g Sb/L. These concentrations multiplied by the flow of brine out of storage in the absence or presence of barriers represent the flow of contaminants to be emitted by the liquid phase storage in the absence or presence of barriers.

Extensive measurements of concentrations in the air in the mine showed a slight degassing chemical activity from the waste but no signs of biological activity. The possibility of emission of air contaminants reduced compounds such as arsine ( $\text{AsH}_3$ ) gas and metallic mercury ( $\text{Hg}^\circ$ ) seems low, as was assumed BMG. The potential concentration of hydrogen cyanide ( $\text{HCN}_g$ ) estimated from free cyanide (assayed by the laboratory) and their complexation with metal waste and taking into account the pH of  $1.6 \cdot 10^{-3} \text{ mg/m}^3$  for scenario without the barrier (6.2 million  $\text{m}^3$ ) and  $2.8 \cdot 10^{-6} \text{ mg/m}^3$  for the scenario with gates (7 000  $\text{m}^3$ ). The emission of phenols (aromatic  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-OH}$ ) cannot be estimated.

#### In conclusion,

- The quantities of contaminants stored were recalculated using the weights stored by preliminary acceptance certificate (PAC) and the average content of contaminants derived from the analysis of stored batches (corrected for barrels, barrels and added plaster) with the weight of the batches. Contaminant levels vary widely for the same waste. The results of BMG are confirmed (despite some minor differences). Computed quantities of contaminants are usable and could be finally resolved by the seizure of the masses by lot;
- Solubility of contaminants stored calculated by geochemical equilibrium leads to the equilibrium concentrations around 1 mg/L for Cd, between 10 and 100 mg/L Cr, Hg and Sb for the scenario in the absence of barrier (flooding in 6.2 million  $\text{m}^3$ ) and at concentrations of 1 mg/L for Cd, between 1 and 10 g/L Cr, Hg and Sb for the scenario in the presence of barrier (flooding in 7 000  $\text{m}^3$ );
- Current levels in the atmospheric air storage showed no traces of biological activity but show signs of slight chemical activity. After flooding, the emission of compounds created in a reducing atmosphere ( $\text{AsH}_3$ ,  $\text{Hg}^\circ$ ) seems unlikely, as concluded by BMG. Hydrocyanic acid concentrations after flooding  $\text{HCN}_g$  estimated from free cyanide, pH of the storage and complexation by metals reach between  $10^{-3}$  and  $10^{-6} \text{ mg/m}^3$ .

## 1. INTRODUCTION ET OBJECTIFS

Cette étude s'inscrit dans le cadre des travaux réalisés par l'INERIS pour le compte de StocaMine sur l'ensemble des options liées au devenir du stockage de déchets industriels de Wittelsheim.

Le présent document fait suite à deux autres rapports <sup>3</sup> et <sup>4</sup> produits par l'INERIS intitulés « Synthèse critique des études hydrogéologiques sur l'ennoyage du site » et « Stockage souterrain de STOCAMINE (68) - Etude hydrogéologique de l'ennoyage du site ».

Ce rapport vise à établir, à partir de l'interprétation des informations et données disponibles collectées sur l'ensemble de la période d'exploitation (opérations de stockage des déchets) entre 1999 (début de l'exploitation) et 2002 (incendie en galerie conduisant à l'arrêt de l'exploitation), la **quantité** de contaminants présents dans le stockage, ainsi que le **concentrations** de ces contaminants dans les eaux d'ennoyage de la zone de stockage d'une part, et dans les gaz dans l'atmosphère souterraine d'autre part, ceci selon les deux scénarios d'ennoyage décrits.

Il s'appuie sur l'ensemble des éléments bibliographiques disponibles, et sur la reconstitution de la base de données informatisée de caractérisation physicochimique des déchets. Il a pour vocation à servir source d'information synthétique permettant d'alimenter les calculs de transfert de contaminants dans les différents milieux (eaux souterraines - atmosphère souterraine) à partir du massif de déchets.

Il s'agit donc d'un rapport transitoire dont les calculs et résultats doivent permettre d'alimenter les étapes subséquentes d'évaluation prospective des risques sanitaires en environnementaux [*Source - Transfert - Enjeux*] en fonction du scénario de gestion retenu, et de la mise en place des mesures de maîtrise des risques qui seront appliquées.

La première partie du document présente l'inventaire des données disponibles. Les calculs de quantités de contaminants effectué par le bureau d'étude BMG en 2004 ont ensuite été passés en revue et évalués. Sur la base de cette évaluation, il a été convenu de procéder à de nouveaux calculs plus précis reposant sur de nouveaux calculs eux-mêmes prenant en compte des données complémentaires acquises à partir de la saisie d'information jusque là non exploitée, et permettant d'obtenir des concentrations à l'équilibre dans l'eau et dans l'atmosphère, selon deux scénarios d'ennoyage distincts décrits par ailleurs.

---

3 INERIS-DRS-10-108130-03801A du 30/03/2010 intitulé "Synthèse critique des études hydrogéologiques sur l'ennoyage du site"

4 INERIS-DRS-10-108130-12810A du 23/12/2010 intitulé " Stockage souterrain de STOCAMINE (68) - Etude hydrogéologique de l'ennoyage du site".



## 2. MONOGRAPHIES, ETUDES, MODES OPERATOIRES

L'ensemble des documents mis à disposition par la société StocaMine a été consulté. Ces pièces ont été listées dans les revues d'études effectuées début 2010<sup>5</sup> par l'INERIS. Y figurent les études initiales de conditionnement et de stabilisation de déchets, les modes opératoires de prélèvement et d'analyse des déchets, des études minières, des études hydrologiques, et des études sur le devenir du stockage et les diverses possibilités de confinement.

Parmi les documents étudiés figure le rapport d'étude du bureau BMG Engineering AG (documents référencés 30-1 et 30-2 dans l'archivage INERIS) : « *Stockage souterrain de Wittelsheim. Evaluation des risques suite au confinement de déchets dans la mine. Risques dus aux substances chimiques. Texte. Document du 21 juillet 2004* », 90 p. Ce document, auquel il sera fait largement référence dans la suite du rapport, sera généralement cité sous « *document BMG* ».

---

5 Rapport DRC-10-108130-03798A Stockage souterrain de STOCAMINE (68) Synthèse critique : thématiques « Impact sur la santé humaine des populations hors travailleurs du site de STOCAMINE » et « Impact sur la ressource en eau »



### 3. INVENTAIRE DES DONNEES DISPONIBLES

#### 3.1 Fichier d'analyses de laboratoire (STOC2)

Les informations issues du laboratoire interne de StocaMine ont été sauvegardées dans un logiciel de laboratoire LIMS<sup>6</sup> Nautilus®. L'évolution continue des systèmes informatiques fait que ce logiciel n'est aujourd'hui plus fonctionnel. Toutefois, une exploration de fichiers de la base de données relationnelle à partir du PC original a pu être réalisée et a permis d'obtenir un fichier des données d'analyse qui a pu être importé dans Excel®, et intitulé STOC2, nom qu'il portait à l'origine dans le logiciel de gestion LIMS.

Le tableau reconstitué dans le fichier STOC2 recense de nombreuses informations sur les déchets stockés, et sur l'ensemble des analyses effectuées selon des modes opératoires internes. Le Tableau 3 ci-après reprend les en-têtes de chaque colonne avec une description succincte de la nature des informations contenues dans les colonnes, selon ce qui a pu être reconstitué. Le fichier comprend également des codes internes destinés à relier les différentes composantes de la base entre elles. La signification complète de certains champs n'a pas été recherchée, l'essentiel des informations utiles à ce rapport étant centré sur la composition chimiques et les quantités absolues et relatives des substances contenues dans les déchets entreposés.

La qualité des informations disponibles est hétérogène. Certains lots de colis sont correctement renseignés; cependant certains champs ne sont pas toujours renseignés dans les colonnes appropriées. Par exemple, des numéros de CAP<sup>7</sup> figurent dans la colonne de description. En outre, certaines informations sont absentes, par exemple les champs de colonnes «U Numerolot », « U Etat Lot », « U Date Depart » (probablement la date de fin de conservation de l'échantillon de laboratoire) ne sont pas renseignées.

---

<sup>6</sup> Lims (Laboratory Information Management System) : logiciel de gestion pour laboratoire : identification des échantillons, liste des analyses, saisies de résultats, validation, rapport, réalisation de statistiques, gestion des consommables et de la facturation...

<sup>7</sup> CAP : Certificat d'Acceptation Préalable - désigne un document qui identifie le producteur d'un déchet, la nature de celui-ci, le type de conditionnement et éventuellement le type de traitement. Un CAP s'obtient après un échantillonnage représentatif de la matrice déchets suivi d'analyses de caractéristiques permettant de valider son acceptation ou sa destination.

**Tableau 3 : Champs du fichier STOC2 extrait du logiciel de laboratoire Nautilus de StocaMine**

Nom de la colonne	Nature de l'information de la colonne
Fournisseurs Supplier.Name	Producteur-Détenteur du déchet. Cette information est reprise par l'en-tête UC Clientbs
Code CAP <sup>8</sup>	Numéro de <b>Certificat d'Acceptation Préalable</b> délivré par StocaMine. La présence d'un numéro ne garantit pas pour autant la présence du déchet dans le stockage en profondeur
U Devisbs	Information identique à la cellule Code CAP
Product.Name	Classement des déchets en 12 familles selon StocaMine et correspondantes aux catégories décrites dans son autorisation d'exploitation
Sample Id	Numéro d'échantillon pour laboratoire, délivré par le laboratoire
Sample.Name	Nom de l'échantillon pour laboratoire composé du code déchet et de la date d'analyse des déchets
Description	Colonne partiellement renseignée d'information de différente nature
Aliquot Id	Numéro d'aliquote, c'est-à-dire de prise d'essai à partir de l'échantillon pour laboratoire
Aliquot.Name	Nom de l'aliquote, désignée par l'analyse réalisée sur cette aliquote couplée à la date de réalisation de l'analyse
Test Id	Numéro unique pour une analyse effectuée sur un échantillon
Test.Name	Nature de l'analyse effectuée
Result Id	Numéro unique selon le résultat obtenu pour une analyse sur un échantillon
Result.Name	Information identique à la colonne Test.name
Formatted Result	Résultat analytique, majoritairement accompagné par l'unité utilisée
Original Result	Information identique à la colonne Formatted Result
Ad Hoc	Champ non renseigné
Formatted Unit	Unité du résultat analytique
Original Unit	Information identique à la colonne Formatted Unit
U Date Cap	Date à laquelle le CAP a été délivré et donc le déchet déclaré admissible
U Clientbs	Information identique à la colonne Fournisseurs Supplier.Name
U Codebs	Appelé également <b>Code déchet</b> , ce code correspond à un et un seul CAP mais est libellé différemment, sans explication.
U Nom	Nom de l'échantillon composé de l'abréviation du client et du numéro CAP
U Nature	Information identique à la colonne Product.name
U Numero Lot	Numéro des lots de déchets. Champ partiellement renseigné
U Etat Lot	Champ non renseigné
U Date Arrivee	Date d'arrivée des colis de déchets après obtention d'un numéro CAP
U Date Depart	Champ non renseigné. Hypothèse : date prévue ou réalisée de fin de période de conservation de l'échantillon de laboratoire, sans rapport avec le stockage du lot de déchet lui-même.
U Nombre Colis	Hypothèse : Nombre de colis du déchet de même nature et du même client entreposé en stockage profond
U Designation	Description sommaire de la nature du déchet (provenance, nature, observations visuelles) (l'origine de cette information n'a pu être déterminée)

## **Le code déchet**

**Le code déchet** est formé en partie des premières lettres du Client suivi par une série de chiffres dont la clé n'est pas connue.

## **Le code CAP9**

Deux formes de codes CAP ont été utilisées dans la base reconstituée sous Excel® :

Code numérique : ce code correspond aux déchets stockés (voir le chapitre suivant Quantité stockée par CAP);

Code alphanumérique : ce code reprend les abréviations du nom du client. Les déchets avec un code CAP alphanumérique ne sont jamais présents dans la liste des déchets stockés en profondeur.

## **Relation entre code déchet et code CAP**

**Un code déchet rassemble plusieurs codes CAP** (forme numérique et alphanumérique), ce qui traduit éventuellement **une multitude d'analyses** effectuées sur différents lots (arrivage) de déchet et/ou de répliqués. Il peut y avoir un CAP numérique et un CAP alphanumérique pour un même code déchet. La synthèse de données de composition par code déchet est donc possible mais elle rassemblera des données très variables (voir Calcul des quantités stockées de contaminants).

## **Liste des paramètres analysés**

Les analyses effectuées par le laboratoire interne de StocaMine (Tableau 4) ont porté sur près de 48 éléments du tableau périodique; les résultats sont exprimés par élément. Une faible partie des résultats est exprimée sous forme d'oxydes. Onze paramètres physiques ont également été analysés. Les oxydes d'azote NOx, l'ammoniac, l'arsine et le dioxyde de carbone ont fait l'objet d'analyses sur certains colis de déchet. La variabilité du nombre d'analyses effectuées par paramètre est importante.

## **Identification des différents niveaux de caractérisation**

La procédure de renouvellement des CAP (normalement valable un an) n'a pu être retracée dans les documents examinés. La logique "réglementaire" du CAP semble donc ne pas avoir été respectée. L'établissement du CAP est basé sur la caractérisation d'un échantillon représentatif de la production d'un déchet d'un producteur à travers les analyses réalisées en amont de la réception du premier lot de déchets sur le site de traitement/stockage et renouvelé chaque année. Ces analyses permettent de déterminer les filières de traitement et les conditions commerciales de réception du flux de déchets considéré. Le CAP est renouvelé chaque année afin de vérifier que le déchet n'a pas varié et de réactualiser les conditions commerciales. Dans la logique de caractérisation des déchets telle que

---

<sup>9</sup> CAP: Certificat d'Acceptation Préalable

décrite dans la Directive n° 1999/31/CE du 26/04/99 concernant la mise en décharge des déchets, la délivrance du CAP et son renouvellement correspondent aux niveaux 1 et 2. Les analyses réalisées lors de la réception d'une livraison correspondent au niveau 3 et comporte un ensemble d'analyses plus léger dont le choix repose sur ce qui a été observé lors de l'établissement du CAP (paramètres réglementaires incontournables et paramètres clés caractéristiques du flux de déchets).

Les données disponibles ne permettent pas de préciser les différents niveaux de caractérisation. En particulier les documents étudiés ne contiennent pas les informations relatives à la caractérisation de base qui pourraient justifier le recours ou non à telle ou telle analyse. Il semble donc que les déchets stockés soient insuffisamment caractérisés. En outre, la procédure d'interprétation des analyses d'acceptation préalable et d'admission d'un lot dans le stockage n'est pas décrite dans les procédures de laboratoire consultées.

**Tableau 4 : Paramètre et fréquence d'analyse par le laboratoire interne de StocaMine. Informations issues du fichier Excel Stoc2.**

Eléments analysés	Nombre d'échantillon analysés	Eléments analysés	Nombre d'échantillon analysés	Paramètres physiques analysés	Nombre d'échantillon analysés	Gaz analysés	Nombre d'échantillon analysés
Ag	1998	Ag2O	23	Ta	1697	Ta2O5	31
Al	2905	Al2O3	53	Te	306	TeO2	2
As	2310	As2O3	7	Th	142		
Au	58			Ti	2563	TiO2	47
Ba	2332	BaO	38	Tl	628	Tl2O	2
Bi	517	Bi2O3	6	U	81		
Br	2036			V	1572	V2O5	24
Ca	3106	CaCO3	51	W	1775	WO3	24
Cd	2110	CdO	22	Y	3		
Cl	2895			Zn	2923	ZnO	49
Co	2403	CoO	33	Zr	2281	ZrO2	34
Cr tot	2838	Cr2O3	48	Sn	2542	SnO	42
Cr 6	51			Sr	2724	SrO	49
Cs	107	Cs2O	1	Ta	1697	Ta2O5	31
Cu	2776	Cu2O	45	Te	306	TeO2	2
Cyanure	148			Th	142		
Eu	5			<b>TOTAL</b>	<b>83292</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1205</b>
Fe	3139	FeO	52				
Ga	464	GaO	6	Paramètres physiques analysés	Nombre d'échantillon analysés	Gaz analysés	Nombre d'échantillon analysés
Ge	179	GeO2	3	Aspect	3205	AsH3	12
H2O	13			Couleur	3206	CO2	4
HCN	21			Densité	2990	NH3	156
Hf	124	HfO2	4	Explosivité	2522	NOx	10
Hg	662	Hg2O	26	Humidité	2500	<b>TOTAL</b>	<b>182</b>
K	2971	K2O	50	Inflammabilité	290		
I	1101			Odeur	3204		
In	151			perte au feu sur produit brut	432		
Mg	1987	MgO	39	perte au feu sur produit sec	349		
Mn	2841	MnO	51	pH	3037		
Mo	1480	MoO2	26	Radioactivité	305		
Na	2113	Na2O	35	Fraction soluble	507		
Nb	580	Nb2O5	11	<b>TOTAL</b>	<b>22547</b>		
Ni	2791	NiO	43				
Pb	2657	PbO	34				
P	2293	P2O5	31				
S	3107	SO2	60			Nb d'analyses éléments	83292
Sb	2201	Sb2O3	21			Nb d'analyses par oxyde	1205
Sc	1265	Sc2O3	24			Nb d'analyses physiques	22547
Se	292	SeO2	4			Nb d'analyses gazeuses	182
Si	3028	SiO2	54			<b>GRAND TOTAL</b>	<b>107226</b>

## Qualité des résultats analytiques :

Les analyses effectuées par le laboratoire StocaMine, dont les protocoles internes sont décrits à l'annexe 1, sont les suivantes :

- Fluorescence X - Analyse semi-quantitative
- Densité apparente
- Détermination de la concentration en cyanure et en chrome hexavalent par colorimétrie
- Humidité
- Détermination du pH
- Inflammabilité d'un déchet solide
- Fraction soluble d'un déchet solide

Plusieurs remarques peuvent être mentionnées concernant le choix des méthodes retenues :

- les éléments chimiques ont principalement été analysés par fluorescence X (Mode Opérateur LAB-MO-05 Analyse semi-quantitative d'un déchet solide par fluorescence X, appareil ED 2000 OXFORD). La préparation de l'échantillon consistait en un broyage et un pastillage. Selon le type d'appareillage utilisé, la méthode est encore aujourd'hui considérée comme semi-quantitative. Elle a été normalisée depuis 2010 (après étalonnage sur la matrice étudiée). Les limites de détection et de quantification, pour chaque élément, ne sont mentionnées ni dans le protocole, ni dans le fichier d'analyse de laboratoire. Il est estimé à dire d'expert que l'incertitude de l'analyse est de l'ordre de 50 % ;
- l'analyse du chrome et de l'ion cyanure libre par colorimétrie est sujette à des interférences d'autres composés chimiques (calcium pour le chrome, métaux avec les cyanures) ;
- le pH est mesuré dans une suspension du déchet dans de l'eau distillée avec un rapport de 10 l/kg brut après 5 minutes d'équilibrage ;
- l'inflammabilité pratiquée consiste en la mesure de la perte de masse du déchet brut ou sec dans une flamme, et consiste donc plutôt en une approche de la perte au feu, que de l'inflammabilité proprement dite ;
- la lixivabilité pratiquée mesure l'écart entre masse initiale brute et masse finale sèche d'un échantillon du déchet, agité dans de l'eau distillée 10 minutes avec un rapport de 10 l/kg brut. En cas de dissolution complète, du déchet est ajouté dans l'eau jusqu'à saturation et la « solubilité » est alors supérieure à 100 g/L (le ratio liquide/solide baisse au cours de l'essai). Il ne s'agit donc pas de la mesure normalisée de la fraction soluble, à savoir la teneur en sel d'un extrait aqueux exprimé par rapport au poids du déchet ;

- seuls les paramètres tels que l'explosivité et la radioactivité mentionnent si le résultat de l'analyse est inférieure aux limites de quantification avec « <LIE<sup>10</sup> » pour l'explosivité et « inférieure au bruit de fond naturel » pour la radioactivité, ce qui semble ambitieux. La pratique est de prendre < 3 fois le bruit de fond naturel.

### Analyses multiples :

Il a été mis en évidence une certaine hétérogénéité des analyses pour plusieurs cas; il en résulte une variation dans la liste des paramètres analysés en fonction du lot pour un même CAP ou un même code déchet

Comme illustré par le Tableau 5 , le nombre d'analyses effectuées par CAP ou code déchet (de même nature) varie ce qui correspond à des quantités différentes. Mais la liste des analyses pratiquées varie également entre code déchet et au sein d'un même code déchet.

**Tableau 5 : Nombre d'analyses selon le code déchet ou CAP. Le tableau représente un échantillon des données disponible dans Stoc2 pour la famille de déchet de sels de trempe cyanurés**

Code déchet	pH	Fraction soluble	As	Ba	Cr	Mo	Ni	Cu	Pb	Sb	Se	Zn	Hg	Cd	Fe	CN <sup>-</sup>	HCN
SIAP010808	3	1	1		3	1	3					1			3	2	
TECH011132	13		3		13	12	13	7	1	1	1	11			13	11	1
TRED000221	3		1	2	3		3	3	3	2		3		3	3	3	1
TRED000412	3		2	4	4	1	4	2	1			2		1	4	3	1
TRED001019	1			1	1	1	1	1							1		
TRED001020	36		17	36	30	28	36	36	34	11	6	36		21	36	30	3
TRED010917	1		1	1	1	1	1	1	1	1		1		1	1		
TRED010920	3	1	3	3	3		3	3	3			3		1	3	3	
TRED011022	33	1	15	29	31	24	29	29	21	8		27	2	16	32	27	2
TRED020123	2			2	3	2	2	3	2	2		3		2	3	2	1
TRED980902	18	1	3	17	16	11	16	15	11	1		15		8	17	18	3

Le nombre d'analyses augmente avec la quantité de déchets stockés ou le nombre de lots (Tableau 6).

<sup>10</sup> LIE : Limite Inférieure d'Explosivité

**Tableau 6 : Comparaison entre le nombre d'analyses effectuées et la quantité de déchets stocké (tonnage et nombre de lots) pour 4 des codes déchets référencés dans la famille des sels de trempe cyanuré**

Code déchet	pH	Fraction soluble	As	Ba	Cr	Mo	Ni	Cu	Pb	Sb	Se	Zn	Hg	Cd	Fe	CN <sup>-</sup>	HCN	Qté déchets associées (t)	Nb de lots référencés
TECH011132	13		3		13	12	13	7	1	1	1	11			13	11	1	186,88	20
TRED000412	3		2	4	4	1	4	2	1			2		1	4	3	1	5,42	3
TRED001020	36		17	36	30	28	36	36	34	11	6	36		21	36	30	3	645,62	22
TRED010920	3	1	3	3	3		3	3	3			3		1	3	3		16,98	12

Les procédures ne définissent pas la stratégie d'échantillonnage opérée dans lot à analyser, ni le nombre d'analyse à effectuer.

Dans certains cas, il a pu être observé que les résultats d'analyse d'un déchet, réalisées à différentes dates et ayant le même code déchet, sont différents.

Les concentrations en éléments analysés pour un déchet codifié par un même numéro CAP sont également variables (Tableau 7).

**Tableau 7 : Hétérogénéité des résultats sur les déchets de même nature présentés dans STOC2**

Code CAP	Sample.Name	Aliquot.Name	Test.Name	Result.Name	Résultats 4	Unité 3
1021	001021 lot 1990-08/01/01-(2)	test 08-01-2001-2	FLUO X	Cr	863,7	mg/kg
1021	001021 lot 2659-09/08/01-(4)	test 09-08-2001-4	FLUO X	Cr	845,7	mg/kg
1021	001021 lot 2473-12/06/01-(2)	test 12-06-2001-2	FLUO X	Cr	3,693	mg/kg
1021	001021 lot 2296-18/04/01-(8)	test 18-04-2001-8	FLUO X	Cr	192,4	mg/kg
1021	001021 lot 2277-12/04/01-(4)	test 12-04-2001-4	FLUO X	Cr	172,9	mg/kg
1021	001021 lot 2349-03/05/01-(1)	test 03-05-2001-1	FLUO X	Cr	132,5	mg/kg
1021	001021 lot 2121-09/02/01-(4)	test 09-02-2001-4	FLUO X	Cr	125,1	mg/kg
1021	001021 lot 2187-26/02/01-(6)	test 26-02-2001-6	FLUO X	Cr	11,45	mg/kg
1021	001021 lot 2149-16/02/01-(3)	test 16-02-2001-3	FLUO X	Cr	1030	mg/kg
1021	001021 lot 2697-22/08/01-(1)	test 22-08-2001-1	FLUO X	Cr	1000	mg/kg
1021	001021 lot 2085-31/01/01-(2)	test 31-01-2001-2	FLUO X	Ba	2010	mg/kg
1021	001021 lot 1868-29/11/00-(4)	test 29-11-2000-4	FLUO X	Ba	337,4	mg/kg
1021	001021 lot 2724-29/08/01-(9)	test 29-08-2001-9	FLUO X	Ba	870,5	mg/kg
1021	001021 lot 2528-29/06/01-(2)	test 29-06-2001-2	FLUO X	Ba	214000	mg/kg
1021	001021 lot 1971-27/12/00-(3)	test 27-12-2000-3	FLUO X	Ba	451800	mg/kg
1021	001021 lot 2187-26/02/01-(6)	test 26-02-2001-6	FLUO X	Ba	23,37	mg/kg
1021	001021 lot 2615-25/07/01-(3)	test 25-07-2001-3	FLUO X	Ba	116800	mg/kg
1021	001021 lot 2702-24/08/01-(4)	test 24-08-2001-4	FLUO X	Ba	647,8	mg/kg
1021	001021 lot 2937-23/10/01-(5)	test 23-10-2001-5	FLUO X	Ba	398000	mg/kg
1021	001021 lot 2158-19/02/01-(4)	test 19-02-2001-4	FLUO X	Ba	26,48	mg/kg
Concentration maximale rencontrée pour cet élément selon le code CAP 1021						
Concentration minimale rencontrée pour cet élément selon le code CAP 1021						

Pour chaque lot analysé, des variations sont constatées pour les concentrations en éléments, bien supérieures à la variation analytique habituelle. La composition rapportée des déchets est très hétérogène, y compris pour les déchets considérés comme de même nature. Aucune trace de document ou de contact indiquant un échange d'informations entre le détenteur du déchet et StocaMine, et qui aurait pu se traduire par l'attribution d'un nouveau CAP n'a pu être retrouvée dans les fichiers électroniques examinés.

Afin d'illustrer la variation existante pour les éléments analysés pour chaque CAP, les Tableau 8 et Tableau 9 présentent les concentrations moyennes et les coefficients de variation associés pour chaque CAP pour la famille des sels de trempe cyanuré. La variabilité est admise comme courante pour un coefficient de variation inférieur à 20%.

**Tableau 8 : Concentration moyenne (mg/kg) et coefficient de variation (cv en %) par élément et par CAP pour la famille A1 sels de trempe cyanurés**

CAP	As		Ba		Cd		Cr		Cu		Cyanure	
	moy	cv	moy	cv	moy	cv	moy	cv	moy	cv	moy	cv
201			56720,0				72,6		1530,0		95,0	
211			49010,0		7485,0	33,7	523,3	69,1	4410,0	71,2	0,1	5,8
410	14,9		4,7		3,3		8,2		24,1			
414			212626,3	100,0	7,8		1451,0	68,2	119,4	67,9	0,1	3,0
1021	98,8	97,4	47126,8	222,5	469,6	128,9	525,3	98,2	1089,4	184,8	5144,9	285,5
10803	459,5		1830,0				77,3		152,4		0,6	
10907	93,6						226,4	44,5			415,0	100,0
10918	167,5	9,0	572,5	57,9	14,6		781,5	80,4	853,8	78,0	0,1	17,6
11001	777,0		3360,0		349,7		3080,0		3360,0			
11101	1189,2	138,3	31762,7	363,2	1385,5	267,5	901,9	85,6	5482,1	127,3	81,4	322,2
11129	119,7	30,1					1500,3	278,8	51,1	55,5	0,1	59,4
20122			1029,4	53,5	346,8	0,9	851,9	83,0	2029,7	137,6	0,0	4,6
20429							2580,0					
981003	309,4	59,4	53376,6	121,3	1364,3	251,2	530,6	71,4	5290,0	250,5	6439,8	194,3
981021	116,7		5357,4	94,3	231,9		1962,0	71,3	1176,0	93,9	10,0	
981114												
981209			75,2				140,9		15,9		1,0	
990206			22587,4	96,9	1327,2	136,0	526,9	41,8	7535,0	15,2	14,3	74,0
990913	442,9		207,4		151,8		159,4		901,8			
991003			43093,7	128,4	195,6	86,3	1319,1	102,8	3109,1	319,8	260,5	274,3

**Tableau 9 : Concentration moyenne (mg/kg) et coefficient de variation (cv en %) par élément et par CAP pour la famille A1 sels de trempe cyanurés (suite du tableau 8)**

CAP	Fe		Mo		Ni		Pb		Sb		Zn	
	moy	cv	moy	cv	moy	cv	moy	cv	moy	cv	moy	cv
201	16620,0				161,8		57,5				87,1	
211	4585,0	78,2			8751,1	90,1	880,4	77,2	50,4		5685,0	57,1
410	132,1		0,3		2,4		114,9		12,9		488,0	
414	33795,0	76,2	123,2		383,3	78,5	113,4				159,3	4,2
1021	8731,6	107,2	46,3	210,8	2551,5	189,5	664,3	389,2	40,0	192,1	7252,8	180,5
10803	29570,0				92,9		502,6				714,6	
10907	9770,0	17,2			388,3	5,4					48,5	
10918	21995,0	47,8			4612,3	96,2	267,9	84,5			5446,8	84,9
11001	49130,0		2730,0		2140,0		4590,0		167,8		16890,0	
11101	19878,6	145,9	198,6	256,6	2201,2	142,8	1122,4	92,7	79,4	67,4	14384,4	99,9
11129	23780,0	69,1	84,0	52,2	93,6	60,1	39,9		16,1		958,8	93,7
20122	20743,3	89,9	82,9	76,2	2400,0	93,3	2340,0	50,0	147,5	1,5	29106,7	89,3
20429	364,9				136,7							
981003	14639,5	83,6	114,6	223,3	966,9	187,4	757,2	159,3	64,3		15721,9	95,3
981021	37740,0	9,8	29,0	16,2	1413,9	90,3	8813,2	99,5	105,7		2361,2	93,5
981114												
981209	4920,0				46,4		20,5				21,0	
990206	22392,5	103,5			805,9	115,1	498,7	80,0			63660,0	75,1
990913	3140,0				66,4		4770,0		334,6		15450,0	
991003	18839,4	76,9	102,8	78,8	2141,3	194,1	12736,9	120,9	241,4	108,9	21927,1	78,2

## Conclusion

La liste des analyses pratiquées à l'admission pour une même catégorie de déchet varie. Les concentrations mesurées dans les déchets enregistrés sous un même numéro de certificat d'acceptation préalable varient très fortement.

### 3.2 Déchets pour lesquels les analyses préalables sont manquantes

Certains déchets référencés dans le fichier « liste corrigée V2 déchetsStocaMine 2002 » (voir ci-dessous) ne figurent pas dans les données des résultats analytiques du fichier « STOC2 ». Les déchets pour lesquels les compositions chimiques n'ont pas été établies sont présentés dans le Tableau 10. Ces éléments semblent donc avoir été admis sans analyses enregistrées dans le logiciel du laboratoire.

Les quantités et catégories de déchets sans analyses sont présentées à la Figure 1 et au Tableau 10. La masse totale de ces déchets (autre que celle des déchets de l'industrie) est de 48.92 tonnes (terres polluées + déchets de laboratoire + résidus d'incinération + résidus arséniés), soit 0.11 % des 44 000 tonnes de déchets stockés.

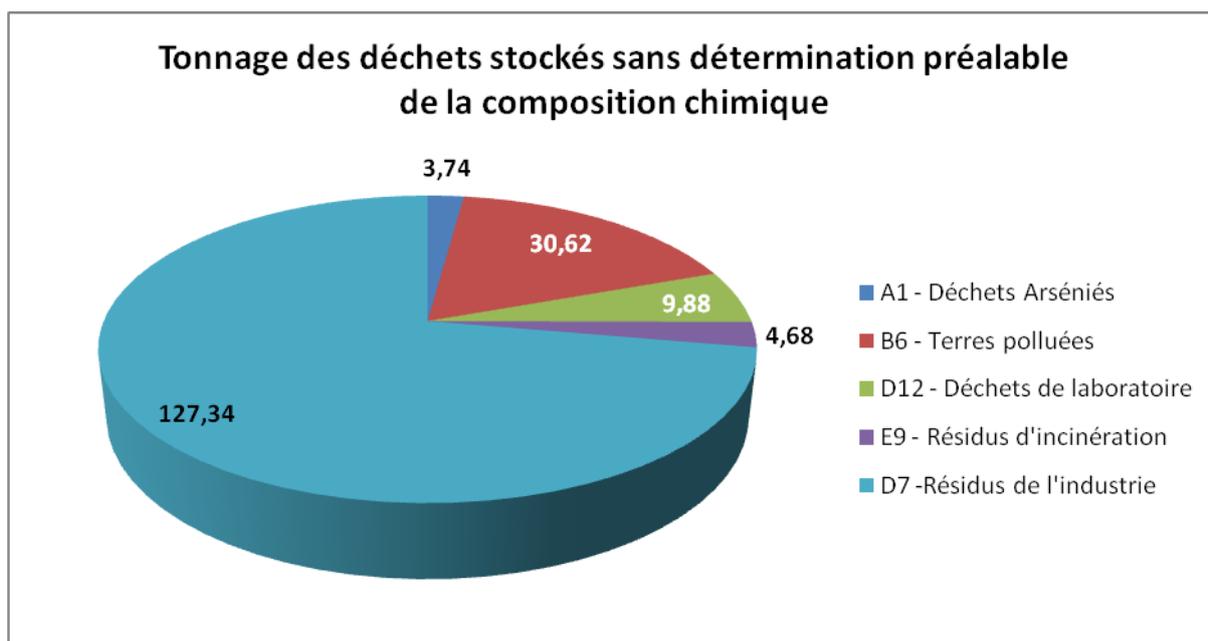
**Tableau 10 : Liste des déchets ne présentant pas de CAP (hors résidus de l'industrie)**

CODE CLIENT	N° CAP	Désignation	Code déchet	Nature	Code européen	DATE CAP	Quantité totale livrée (tonnes)
HELIX TECHNO	20127	Plaques de cuivre nickelé, souillées	HELI020132	B3 -Déchets arséniés	06 01 03	30/1/02	2.12
TREDI68	11008	Filtres souillés par des comp. arséniés	TRED010921	B3 -Déchets arséniés	15 02 02	8/10/01	1.62
DELPHI SAGINAW	611	MEULES USAGEES	DELP000504	B6 -Terres polluées		13/6/00	1.20
TEXUNION	10914	Sels	TEXU010827	B6 -Terres polluées		19/9/01	13.60
VALOREF	901	FINES DE TRI	VALO000901	B6 -Terres polluées	10 11 08	8/9/00	15.82
ITI / SARI	20218	Mélange durcisseur	ITIS020206	D12-Déchets de laboratoire	07 02 08	22/2/02	9.88
DALKIA VIGNES	20521	Suies	DALK020506	E9 -Résidus d'incinération	10 10 01	14/5/02	4.68
TOTAL							48.92

Les résidus de l'industrie (cat. D7, 127 tonnes) et les déchets de laboratoire (cat. D12, 10 tonnes) ont été « inertés » (mise en fût métallique, ajout de plâtre et bouchage) selon le protocole StocaMine avant leur stockage. Les déchets de la catégorie «Résidus de l'Industrie - D7» présentent peu de CAP avec analyses (4 déchets sur 13) et peu d'éléments analysés (7 éléments sur 15 analysés<sup>11</sup>).

<sup>11</sup> Eléments défini par BMG comme potentiellement dangereux, nécessitant une quantification

Figure 1: Catégories et quantités de déchets non renseignés



Les déchets sans analyse ne sont pas pris en compte dans les calculs des quantités de contaminants stockés.

### 3.3 Quantités de déchets stockées par CAP

Le fichier Excel « liste corrigée V2\_déchetsStocaMine 2002 » recense les déchets qui ont fait l'objet du stockage souterrain. La nature des informations pour chaque colonne est renseignée dans le tableau ci-après. Ce fichier figurait aux archives de l'INERIS (Agence de Lyon) depuis l'expertise réalisée à fin 2001. Cette mission de contrôle de conformité des installations s'était transformée en état des lieux après l'incendie, et à ce titre un inventaire des déchets stockés avait été établi.

**Tableau 11 : Champs du fichier liste corrigée V2\_déchetsStocaMine 2002**

Nom de la colonne	Nature de l'information de la colonne
CODE CLIENT	Code interne construit à partir du nom du client
CLIENT	Client détenteur du déchet
N° CAP	Certificat d'Acceptation Préalable
DESIGNATION	Nature et caractéristiques grossières du déchet
Code déchet	Code défini selon la nature et le client détenteur du déchet. Ce code s'apparente au code "U Codebs" du fichier d'analyse de laboratoire
NATURE	Chaque déchet est assigné à une famille de déchet selon sa nature et son origine
CODE EUROPEEN	Classification du déchet à partir d'une codification européenne à 6 chiffres
DATE CAP	Date de délivrance du code CAP
Qté TOTALE LIVREE	Quantité de déchets en tonne stockée en profondeur
RAISON SOCIALE	Raison sociale du client
RUE	Adresse du client - Lieu d'entreposage / de production des déchets avant stockage sur StocaMine
CP	
VILLE	

Ce fichier permet d'estimer la quantité par producteur et par nature de déchets stockés en profondeur.

Certains onglets du fichier apportent des informations correctives à la liste brute établie (erreur de familles, déchets renvoyés à leur producteur pour non-conformité, ...).

Chaque déchet stocké fait l'objet d'un CAP délivré par StocaMine.

Le code Déchet et le code CAP peuvent être utilisés pour faire le lien entre les analyses chimiques (fichier "Stoc2") et les quantités de déchets (liste corrigée V2\_déchetsstockamine 2002)

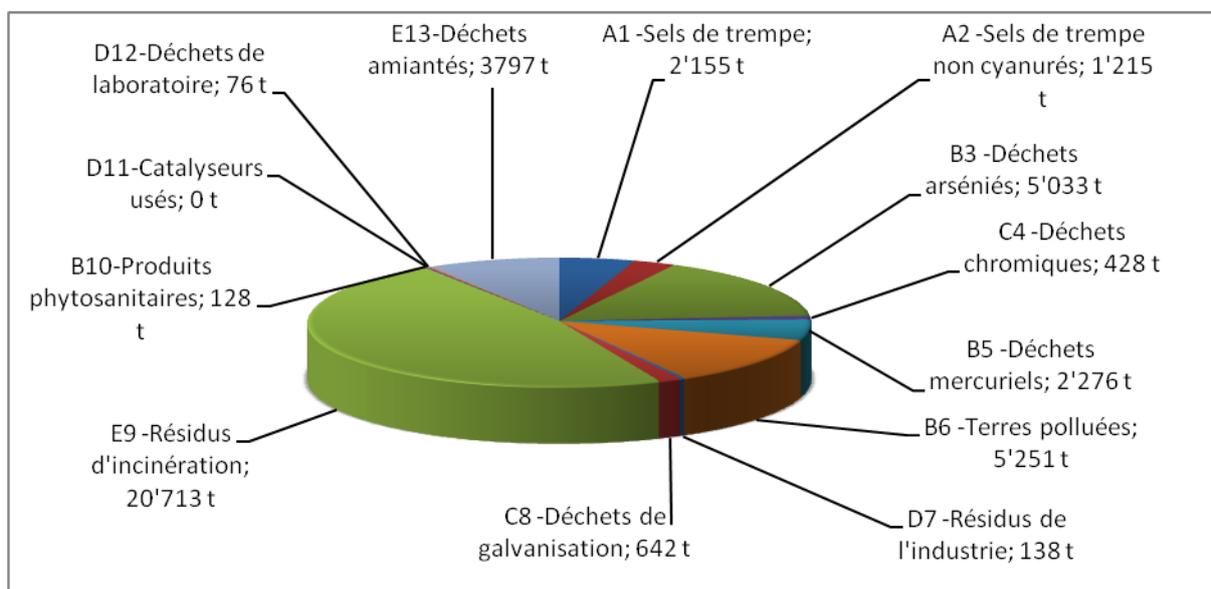
#### 4. FICHER DES QUANTITES DE CONTAMINANTS CALCULEES PAR BMG (LISTE\_ET\_QUANTITE\_DECHETS)

Le fichier Excel intitulé « Liste\_et\_quantite\_dechets » a été produit par BMG et a été fourni à l'INERIS par StocaMine. Ce fichier se compose de feuilles de calcul correspondant à chaque catégorie de déchets. Chaque catégorie de déchets reprend le code client, le nom du client, le code CAP, la désignation, la nature, quantité stocké, code déchet, l'adresse du détenteur du déchet.

Ce document permet de calculer les quantités totales de contaminants présents en multipliant les quantités par CAP par des concentrations par CAP. Ces quantités totales sont réputées "lixiviables" dans les divers scénarii présentés dans le rapport « Stockage souterrain de Wittelsheim : évaluation des risques suite au confinement de déchets dans la mine ». Les quantités totales sont estimées pour les éléments suivants : Cr, Cr(VI), Ni, Cu, Zn, As, AsH<sub>3</sub>, Hg, Hg(g), Pb, Cd, Fe, Sb, CN<sup>-</sup>, HCN(g), CNO<sup>-</sup>, Radioactivité, Humidité, Perte au feu sur produit sec.

La Figure 2 présente les quantités de déchets stockées par famille de déchets.

**Figure 2 : Représentation graphique des quantités de déchets stockées à STOCAMINE, issue du fichier BMG**



Dans son étude de 2004, BMG a utilisé ces résultats pour diverses hypothèses de « terme source ». Les quantités de contaminants sont calculées pour chacun des contaminants analysés. Par la suite, seuls l'arsenic, le cadmium, le plomb, le chrome et le mercure (5 contaminants jugés principaux) ont fait l'objet de calculs quantitatifs.

La méthode suivie pour la quantification des polluants par BMG a été la suivante :

## Choix des substances

Les substances prises en compte comportent celles qui définissent une catégorie spécifique de déchets (A1 : cyanures « libres » (dosés par le laboratoire) et cyanates; B3 : As; C4 : Cr et Cr(VI); B5 : Hg) ainsi que les métaux lourds rencontrés fréquemment dans les résidus d'incinération (Cd, Zn, Pb). Pour être complet, les masses de Ni, Cu, Fe et Sb ont également été évaluées. Les autres substances rencontrées sont discutées au cas par cas.

## Procédure pour la quantification des substances

Les fiches de déclaration des clients ainsi que les analyses du laboratoire StocaMine ont été systématiquement évaluées. Les critères d'évaluation ne sont pas décrits. Il est à noter qu'une même fiche peut correspondre à plusieurs numéros CAP dans la mesure où ces derniers ont été renouvelés chaque année même si la nature du déchet livré restait la même. Une évaluation détaillée des polluants contenus dans les déchets amiantés n'a pas été menée car ces déchets provenant de chantier de désamiantage sont par nature très hétérogènes et ne présentent pas de danger pour l'environnement autres que ceux relatifs aux fibres d'amiante. [source : commentaire dans Fichier Excel : Liste et quantite dechets , BMG]

Dans la mesure où la teneur en substance est indiquée par le client, cette valeur a été reprise par BMG pour l'évaluation des quantités totales de polluants. Dans le cas contraire, les valeurs d'analyses ont été exploitées pour calculer la masse de polluants contenus dans les différents types de déchets. Les résultats d'analyses et les valeurs fournies par les clients peuvent dans certains cas différer de manière importante. De manière générale, les teneurs indiquées par les clients sont supérieures à celles mesurées par StocaMine. L'approche choisie fournit donc l'évaluation la plus conservatoire de la quantité totale de polluants stockés avec les déchets.

## 5. DISCUSSION - REVUE CRITIQUE DES QUANTITES DE CONTAMINANTS CALCULEES PAR BMG

### 5.1 Les quantités de déchets concordent-elles avec le fichier « liste corrigée V2 de StocaMine » ?

En comparant les quantités sommées de déchets stockés par familles de déchet (A1, A2, B3, B5,...) entre le fichier Excel de BMG et la liste corrigée V2 déchetsstockamine 2002, il apparait une discordance de masse comme indiquée dans tableau ci-après.

**Tableau 12 : Quantité de déchet stockés (tonnes) selon StocaMine et BMG**

Catégories	Quantité déchets StocaMine [fichier corrigée V2 déchets StocaMine 2002]	Quantité déchets BMG [Liste et quantité déchets]	Différence (BMG - StocaMine)
A1 -Sels de trempe	2154.88	2154.88	0.00
A2 -Sels de trempe non cyanurés	1214.64	1214.64	0.00
B3 -Déchets arséniés	6964.40	6968.56	4.16
C4 -Déchets chromiques	427.96	427.96	0.00
B5 -Déchets mercuriels	2254.94	2275.62	20.68
B6 -Terres polluées	5302.88	5250.97	-51.91
D7 -Résidus de l'industrie	137.50	137.50	0.00
C8 -Déchets de galvanisation	642.50	642.50	0.00
E9 -Résidus d'incinération	20670.69	20712.94	42.25
B10-Produits phytosanitaires	127.60	127.60	0.00
D12-Déchets de laboratoire	221.92	76.00	-145.92
E13-Déchets amiantés	3851.06	3797.00	-54.06
<b>Somme</b>	<b>43970.96</b>	<b>43786.16</b>	<b>-184.80</b>

La comparaison des quantités de déchets stockés met en exergue les différences suivantes :

CAP présents dans le fichier BMG et non dans le fichier StocaMine

CAP présents dans le fichier StocaMine et pas dans le fichier BMG

Comptage en double : les CAP SICL020520, LABO010633 et VALO010912 ont été comptés dans la rubrique E9 et dans la rubrique B6 (Terres polluées) par BMG. Ce point a été corrigé.

### Conclusion :

Le fichier StocaMine comporte 184 tonnes de plus que le fichier BMG, soit une 0.41 % des 44 000 tonnes comptabilisées. Cette différence est jugée non significative. Par la suite, les données de StocaMine seront utilisées dans ce rapport.

## 5.2 Observations faites sur le choix des résultats d'analyses sélectionnés par BMG

Le document Excel de BMG (Liste et quantité déchets) a été minutieusement analysé afin de comprendre la méthodologie utilisée par BMG dans le choix des résultats d'analyses. Différents cas sont observés :

### Cas 1 : Utilisation de résultats identiques pour des déchets analysés séparément

BMG utilise assez fréquemment des résultats d'analyses identiques pour plusieurs déchets possédant un code CAP/code Déchet différents. Cette observation s'applique aux différentes catégories de déchets présentées par BMG. L'utilisation de concentrations identiques pour plusieurs déchets codifiés différemment n'est pas explicitée par BMG, en particulier au vu de la variabilité existante dans la liste des contaminants mesurée et les résultats des analyses. Ce mode de calcul influence l'estimation des quantités de contaminants présents.

Le Tableau 13 met en exergue ce point pour la catégorie des composés cyanurés. Chaque ligne ayant des analyses chimiques identiques a été surlignée par une couleur. BMG ne mentionne pas dans le document les raisons de l'utilisation de lignes analytiques identiques pour la composition de déchets différents. A priori, il ne s'agit pas de l'effet d'une fonction Excel qui récupérera toujours la dernière occurrence d'une valeur dans une série de valeur, puisque les CAP sont différents. Par exemple, les deux déchets codifiés LABO000105 et LABO981007 (codes déchets) possèdent chacun leurs résultats d'analyses dans le fichier STOC2.xls, mais sont mentionnés avec la même composition dans le fichier BMG.

Il ne paraît pas y avoir une logique et une conformité dans le choix des résultats utilisés. Cette observation nous conduit à nous interroger sur l'origine des résultats analytiques utilisés pour la composition d'un ou plusieurs déchets.

Tableau 13 : Analyses utilisées par BMG pour les CAP de la rubrique A1 Sels de trempe (extrait du fichier liste et quantité déchets de BMG, présentation de certains paramètres).

Qté totale livrée (t)	N° CAP	DESIGNATION	Code déchet	CODE EUROPEEN	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Pb	Cd	Fe	Sb	CN <sup>-</sup>	HCN (g)	CNO <sup>-</sup>
11.60	010803	Terres cyanurées	EDFG010731	17 05 03*	87	242	418	2973	526							
14.96	011107	BOUES CONTENANT CYANURE	ENVI010530	11 03 01*		2	4					440				
1.74	010727	Sels de trempe(Nitrite/Nitrate Na)	EURO010629	11 03 01*	1038											
2.46	981209	SELS DE TREMPE CYANURES	LABO981007	11 03 01*	100	23	916	63		196		2157		91148		126489
2.62	000201	SELS DE TREMPE CYANURES	LABO000105	11 03 01*	100	23	916	63		196		2157		91148		126489
7.08	010907	Sels de trempe	SIAP010808	06 03 11*	204	174						4795				
307.50	981003	DECHETS TRAITES THERMIQUE CN <sup>-</sup>	TRED980902	11 03 01*	827	270	73	75		184		13046		82033		114990
385.74	991003	DECHETS TRAITES THERMIQUE CN <sup>-</sup>	TRED991003	11 03 01*	827	270	73	75		184		13046		82033		114990
645.62	001021	DECHETS TRAITES THERMIQUE CN <sup>-</sup>	TRED001020	11 03 01*	827	270	73	75		184		13046		82033		114990
495.22	011101	DECHETS TRAITES THERMIQUE CN <sup>-</sup>	TRED011022	11 03 01*	827	270	73	75		184		13046		82033		114990
8.00	990206	Filtres souillés par boues cyanurée	TRED990111	15 02 02*	410	422	97048	84137	245	1848	4423	3816	55	118293		
2.38	000211	Filtres souillés par boues cyanurée	TRED000221	15 02 02*	410	422	97048	84137	245	1848	4423	3816	55	118293		
39.20	020122	Filtres souillés par boues cyanurées	TRED020123	15 02 02*	410	422	97048	84137	245	1848	4423	3816	55	118293		
16.50	981021	GRAVATS SOUILLES PAR CYANURE	TRED981015	11 03 01*	121	96	63	150	250	34		16537		2279		2875
5.42	000414	GRAVATS SOUILLES PAR CYANURE	TRED000412	11 03 01*	121	96	63	150	250	34		16537		2279		2875
16.98	010918	GRAVATS SOUILLES PAR CYANURE	TRED010920	11 03 01*	121	96	63	150	250	34		16537		2279		2875
4.98	020429	Sel de Trempe	BRAM020402	11 03 02*	41567	52	33	101				3646				
186.88	011129	Décantas de fonds de bain de sel	TECH011132	11 03 01*	325	60		118				24091		12238		

Note: Les CAP ayant le même code couleur présentent les mêmes analyses.

## Cas 2 : Choix des valeurs utilisées dans le tableau BMG lorsque plusieurs valeurs d'analyse sont disponibles

En considérant le même exemple que précédemment, le choix des résultats analytiques utilisés par BMG est présenté.

Chaque code déchet possède une ou plusieurs analyses effectuées sur des lots de déchets de même nature et de même origine. Par exemple, le code déchet LABO981007 possède deux lignes d'analyses, une référencée par un code CAP numérique et un code CAP algébrique. Prenons par exemple le cas du fer :

**Tableau 14 : Valeurs retenues par le BMG pour le cas du fer pour les deux codes déchets présentés**

Code déchet	N°	Fournisseurs Supplier.Name	Code CAP	U Devisb s	Product.Name	U Date Arrivée	U Nombr e Colis	Résultats (mg/kg)
LABO00 0105	48 710	Labo services	201	201	A1 Sels de trempe cyanurée	21/09/2000	2	16620
	50 552	Labo services	A LABO		A1 Sels de trempe cyanurée			2150
LABO98 1007	50 897	Labo services	A LABO		A1 Sels de trempe cyanurée			4960
	49 832	Labo services	981209	981209	A1 Sels de trempe cyanurée	30/11/1999	3	4920

Le tableau présenté ci-dessus est issu du fichier Excel liste corrigée V2\_déchetsstockamine 2002; il permet d'identifier l'origine de la valeur exposé en fer par BMG.

La valeur retenue pour la concentration en fer est celle du numéro de ligne 50 552, pour la valeur la plus basse qui ne possède pas en l'occurrence de date d'arrivée ni de CAP correspondant à un lot stocké (alphanumérique). BMG a donc fait correspondre, pour le cas du fer, la concentration analysée sur un lot de déchet qui ne figure pas dans les lots stockés.

Pour le cas du fer, la concentration retenue est minimale. Pour ces deux mêmes codes déchets et pour le plomb, la concentration retenue est maximale et pour le cuivre la concentration retenue est médiane.

Les concentrations retenues sont issues des résultats d'analyses effectuées sur LABO000105, soit un CAP dont les déchets n'ont pas été stockés. Le cas du déchet codifié LABO000105 n'est pas isolé. Cette observation est récurrente pour de nombreux cas pour l'ensemble des calculs présentés par BMG. Il n'a pas été trouvé de raisons claires qui pourraient justifier l'utilisation de lignes de concentrations identiques pour des déchets codifiés différemment.

Les valeurs retenues ne semblent pas suivre un schéma particulier ;

- ni cadre sécuritaire : valeur maximale pour toutes les analyses effectuées,
- ni cadre opératoire : valeur retenue en fonction du n° de CAP,
- ni cadre moyen : concentration moyenne retenue,
- ni cadre pondéré : concentration pondéré à la quantité et aux nombres de lots.

Ainsi, de nombreux résultats affichés dans les grilles de calcul par BMG méritent d'être précisés.

### **Conclusion :**

Les critères utilisés par BMG (2004) pour attribuer une concentration en élément analysé aux CAP correspondants ne sont pas toujours explicités ; ceci a pour effet d'accroître l'incertitude sur les tonnages réels des contaminants présents, incertitude dont la quantification ne pourrait être levée qu'en procédant au rapprochement systématique :

des concentrations moyennes en éléments des lots d'un Certificat d'Acceptation Préalable (CAP) et de la masse de déchet de chaque CAP (information disponible en 2010) ;  
des concentrations moyennes en éléments de chaque lot et de la masse de déchet de chaque lot (information disponible en avril 2011).

Les deux approches sont présentées dans la suite de ce rapport.



## 6. CALCUL DES QUANTITES STOCKEES DE CONTAMINANTS (CONCENTRATION MOYENNE PAR CAP ET MASSE PAR CAP)

L'objectif de cette étude est d'estimer les quantités d'éléments chimiques mis en solution en cas d'envoyage de la zone de stockage. L'information disponible à ce stade de l'étude n'est pas homogène: les analyses sont disponibles par lot, mais les quantités stockées sont disponibles par CAP. Les lots d'un même CAP présentent souvent des compositions différentes. Des approximations de calcul ont donc été donc nécessaires.

### 6.1 Méthode

Les analyses de contenu total sont effectuées par lot pour lesquels les quantités ne sont pas connues. Le calcul des quantités de contaminants stockés a été effectué sur la base de concentrations minimales, moyennes et maximales de chaque contaminant par CAP, chacune étant multipliée par la masse de déchets du CAP concerné, avec :

- reprise des quantités par CAP issues liste corrigée V2\_déchetsstockamine 2002,
- classification par famille de déchets,
- calcul des concentrations minimale, moyenne et maximale de chaque contaminant par CAP issues de stoc2,
- calcul des quantités minimales, moyennes et maximales de contaminants par somme des produits des concentrations par CAP par les masses de chaque CAP.

### Résultats

Les résultats sont rassemblés dans le fichier Excel «INERIS - Bilan massique » ; un extrait des résultats est présenté à l'Annexe 2.

### 6.2 Sélection des contaminants

Le bilan massique a été effectué pour tous les composés mesurés au laboratoire de StocaMine, y compris les éléments majeurs indispensables aux calculs de géochimie.

Les résultats seront présentés pour les substances suivies pour le stockage en décharge (Décision 2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges, conformément à l'article 16 et à l'annexe II de la directive 1999/31/CE (JOCE n° L11 du 16 janvier 2003), à savoir : As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn (2144 valeurs en moyenne, Tableau 2), ainsi que le cyanure libre (148 valeurs). Le Cr VI n'est connu qu'à travers 51 valeurs (Tableau 2) et n'a donc pas été repris.

Pour mémoire, BMG avait effectué une sélection des composés chimiques dangereux pour l'environnement (*Stockage souterrain de Wittelsheim : évaluation*

des risques suite au confinement de déchets dans la mine, chap. 3.4) sur base des quantités stockées, de la mobilité des substances considérées, de la toxicité des substances et de leur persistance dans l'environnement.

### 6.3 Quantité stockée de contaminant

Les quantités de déchets stockés sont connues par CAP. Les analyses de contaminants sont réalisées pour chaque lot d'un déchet ayant un CAP. Les quantités de contaminants peuvent donc être calculées en utilisant les concentrations maximales, moyennes et minimales de toutes les analyses de chaque contaminant d'un code CAP. Le résultat est présenté au Tableau 15.

Tableau 15 : Quantités de contaminants stockés (tonnes)

Éléments	Quantité BMG (tonnes)	Quantité maximale - INERIS (tonnes)	Quantité moyenne - INERIS (tonnes)	Quantité minimale INERIS (tonnes)
As	2 566	3 488	1 231	73
Ba	-	2 327	257	22
Cd	138	114	32	107
Cr total	131	279	51	20
Cu	115	439	89	21
Hg	47	225	78	14
Mo	n.q	147	15	7
Ni	71	164	39	30
Pb	237	992	231	48
Sb	107	357	83	6
Se	-	6	3	1
Zn	351	1 219	296	82
Cyanures libres	159	54	5	0
<b>Total</b>	<b>3 924</b>	<b>9 811</b>	<b>2 410</b>	<b>430</b>

En utilisant pour chaque élément la **concentration maximale** trouvée dans tous les lots d'un CAP, les quantités estimées en éléments inorganiques par l'INERIS sont 2.5 fois supérieures aux données fournies par BMG, avec un maximum pour le mercure (BMG 47 tonnes, INERIS 225 tonnes). Seuls les cyanures ne suivent pas cette règle, avec une estimation par BMG 3 fois supérieure. Cette hypothèse de concentration maximale n'est pas réaliste et ne sera pas utilisée par la suite.

En utilisant pour chaque élément la **concentration moyenne** des lots d'un CAP, les quantités estimées en éléments inorganiques par l'INERIS sont inférieures de 40 % aux estimations de BMG. Les quantités calculées de cadmium et de plomb sont égales, alors que le mercure est présent en quantité plus importante selon nos calculs, et que les quantités d'arsenic et de chrome sont présentes en quantité deux fois inférieure selon nos calculs, et la quantité de cyanures en quantité 32 fois inférieures aux estimations de BMG. BMG a établi la quantité de cyanures (CN-, 157

tonnes) et de cyanates (CNO-, 212 tonnes) sur la base des teneurs indiquées par le producteur de déchet (Document BMG p 14). Ces données n'étaient pas disponibles lors de nos travaux.

Globalement, BMG calcule des quantités supérieures.

En utilisant pour chaque élément la **concentration minimale** des lots d'un CAP, l'ensemble des quantités calculées sont très nettement inférieures aux estimations réalisées par BMG. Cette hypothèse non réaliste ne sera pas utilisée par la suite.

La masse totale de déchets avec numéro CAP et analyses (hors déchets amiantés) est de 40 074 740 kg.

Pour information, les polluants sont répartis de manières très hétérogènes, par exemple (selon le scénario « Quantité maximale ») :

- 50% de l'arsenic contenu dans le stockage a été livrée par un seul client,
- 51% du chrome contenu dans le stockage REFION provient d'un seul et même producteur,
- 31% du cuivre, 48% du plomb, 73% de l'antimoine, 40% du sélénium et 30% du mercure proviennent de deux déchets (oxydes de fer arséniés et lots de déchets d'un site orphelin) de la catégorie des déchets arséniés par deux clients.



## 7. CALCUL DES QUANTITES STOCKEES DE CONTAMINANTS (CONCENTRATION PAR LOT ET MASSE PAR LOT)

Les masses des lots ont été reçues fin avril sous forme imprimée. Ces données ont été scannées, traitées par reconnaissance optique de caractères, puis incorporées dans un fichier Excel® et vérifiées par comparaison avec les masses totales.

Les teneurs en contaminants par lots ont été traitées : dans 50 lots sur 2557 lots avec analyses, deux analyses ont été effectuées par lot (1053 données au total). Ces valeurs ont été moyennées par lot. Dans les autres cas, une seule analyse a été effectuée par lot.

Une correction a été apportée pour soustraire la masse des palettes, des fûts et du plâtre ajouté pour les lots de déchet de classe 0. Stocamine a transmis le 05/08/2011 (mail de Mr Roman) les informations suivantes :

- certains déchets sont stockés en colis de fûts ;
- dans le cas des colis de fûts, la masse hors déchet (palette + 4\*(fût + plâtre)) est estimée à 60 kg. Compte tenu de la procédure de pesée, cette masse est incluse dans les données de masse transmises ;
- les 7800 colis de fûts de classe 0 ont une masse de 7043 t (soit 0.903 tonne par colis).

Les déchets concernés sont les déchets de classe 0 conditionnés en fûts (source : Rapport BMG 2004, p 9). Une correction de 60 kg par colis de 0.903 tonne, soit 66 kg par tonne, a donc été apportée aux masses des déchets de classe 0 conditionnés en fûts (Tableau 16). La masse totale passe de 43 646 tonnes à 43 182 tonnes.

**Tableau 16 : Masse des déchets avant et après correction de la masse des palettes, des fûts et du plâtre**

Catégorie de déchet	Conditionnement	Masse avant correction (tonnes)	Masse après correction (tonnes)
A1 Sels de trempe	Fûts	2176	2031
A2 Sels de trempe non cyanures	Fûts	1189	1110
B3 Déchets arséniés		7053	7053
C4 Déchets chromiques	Fûts	428	400
B5 Déchets mercuriels	Fûts	2278	2126
B6 Terres polluées		5132	5132
D7 résidus de l'industrie	Fûts	138	128
C8 Déchets de galvanisation	Fûts	643	600
E9 Résidus d'incinération		20511	20511
B10 Produits phytosanitaires	Fûts	126	118
D12 Déchets de laboratoire		222	222
E13 Déchets amiantés		3750	3750
<b>Total général</b>		<b>43646</b>	<b>43182</b>

Les quantités de contaminants sont obtenues par multiplication des masses par lot avec les concentrations par lot. Les résultats sont présentés au

Tableau 17. Les résultats détaillés pour tous les éléments sont présentés en annexe. Ce calcul est le plus précis qui puisse être mené avec les données disponibles. Les quantités calculées sont égales ou inférieures aux quantités calculées par les masses des CAP, et sont inférieures aux estimations de BMG.

Ces résultats comportent des incertitudes qui n'ont pu être mesurées mais sont estimées à dire d'expert comme faible (quelques pourcent) pour les masses des lots, mais de l'ordre de 50 % pour les concentrations d'éléments mesurés en fluorescence X sans étalonnage de matrice d'échantillon. Les quantités de contaminants sont donc établies avec une incertitude de l'ordre de 50 %.

**Tableau 17 : Quantités de contaminants stockés (concentration par lot et masse par lot) - comparaison avec les autres approches (tonnes)**

Eléments	Quantité selon calculs BMG (base: concentrations diverses X masse CAP)	Quantité selon calculs INERIS 1 (base: concentration moyenne des lots X masse CAP)	Quantité selon calculs INERIS 2 (base: concentration lot X masse lot corrigée pour palettes, fûts et plâtre)
As	2 566	1 231	1199
Ba	-	257	192
Cd	138	32	30
Cr total	131	51	48
Cu	115	89	88
Hg	47	78	53
Mo	n.q	15	11
Ni	71	39	33
Pb	237	231	214
Sb	107	83	79
Se	-	3	0.87
Zn	351	296	296
Cyanures libres	159	5.00	4.73
<b>Total</b>	<b>3 924</b>	<b>2 410</b>	<b>2249</b>

Rem : Les quantités évaluées par l'INERIS comportent une incertitude estimée à 50 %.



## 8. CALCUL DU TERME SOURCE EN SOLUTION STOCKES

### 8.1 Utilisation des données de laboratoire de lixivibilité

Des mesures de lixivibilité dans l'eau ont été effectuées par le laboratoire interne de StocaMine pour les déchets avec CAP alphanumériques. Ces mesures dénommées « solubilité » (gramme par litre d'eau dans un rapport de 10 L/kg) auraient pu être converties en fraction soluble (gramme de déchet soluble par gramme de déchet) et utilisées pour calculer les quantités de contaminants solubles. Le protocole suivi ne correspond pas exactement à la mesure standardisée de la fraction soluble des déchets (voir ci-dessus).

Une lixivibilité égale ou supérieure à 100 g/L dans un rapport 10 L/kg équivaut à une dissolution totale selon le protocole interne du laboratoire de StocaMine et donc une fraction soluble de 1 g/g. Un faible nombre de déchets présente la possibilité d'une dissolution totale après mise en contact avec une solution d'eau déminéralisée. En présence d'une eau saturée en halite (NaCl) et en sylvite (KCl), la fraction soluble diminuera.

Le tableau ci-après présente le nombre de données de lixivibilité par catégories de déchets, leur moyenne, leur minima et leur maxima.

Tableau 18 : Analyses de lixivibilité (g/L)

Catégorie de déchets	Nombre d'analyses	Nombre d'analyses inférieures à 100 g/L	Moyenne	Min	Max
A1 Sels de trempe cyanurée	6	3	166.33	6.49	423.20
A2 Sels de trempe non cyanurés	16	4	321.20	26.10	623.50
B3 Déchets arséniés	43	42	25.74	0.40	227.90
B5 Déchets mercuriels	8	7	39.08	2.32	123.70
B6 Terres polluées	307	258	58.13	0.00	681.90
B9 Résidus d'incinération	34	32	22.18	2.20	150.00
B10 Produits phytosanitaires	10	10	42.35	0.50	93.60
C4 Déchets chromiques	16	15	57.57	0.81	170.60
C8 Déchets de galvanisation	9	9	52.88	16.30	79.20
D7 Résidus de l'électronique	2	1	75.01	16.30	150.00
D11 Catalyseurs usés	14	14	30.57	0.02	54.10
D12 Déchets de laboratoire	4	4	39.01	0.27	81.50
E9 Résidus de l'incinération	39	36	36.77	0.34	233.30
Total	508	393			

L'essentiel des données concernant la lixivibilité est représenté par la catégorie « Terres polluées ». Les valeurs de lixivibilité apparaissent très hétérogènes, avec un maximum de 681 g/L et un minimum 0.02 g/L.

Le graphique ci-après fait état de la variabilité des mesures de lixivibilités pour la catégorie de déchet la plus variable « Terres polluées »

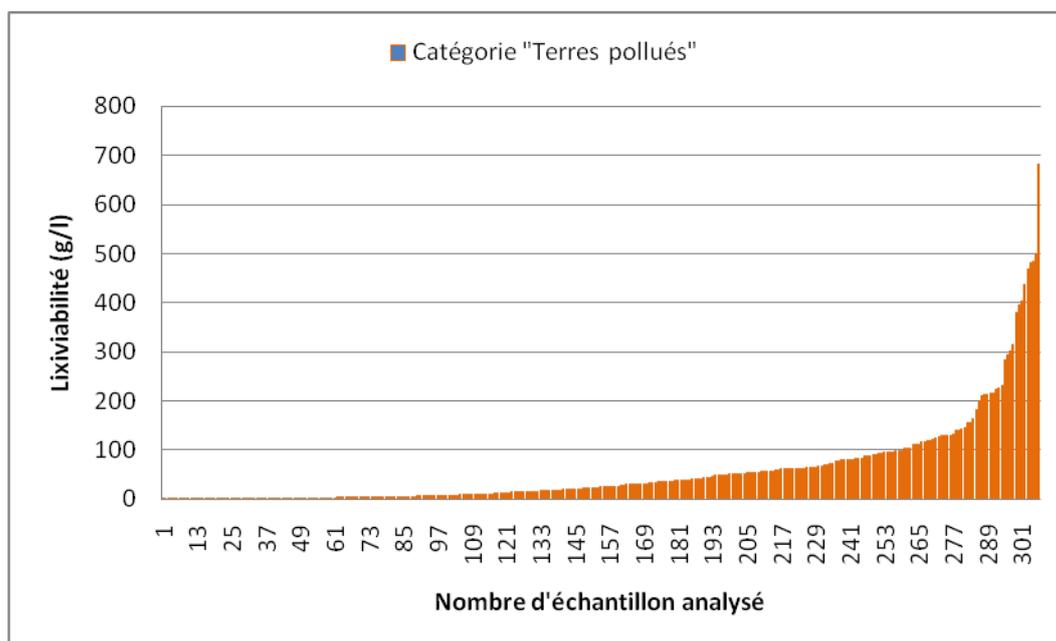


Figure 3 : Histogramme des lixivibilités pour la catégorie « Terres polluées »

Les valeurs analysées par le laboratoire interne de StocaMine affichent des résultats très hétérogènes. 59 des lots analysés sont supérieures à 100 g/L contre 258 échantillons présentant une lixivibilité inférieure à 100 g/L. Comme indiqué précédemment, une lixivibilité supérieure à 100 g/L traduit une fraction soluble de 100 %. Or, par définition, les terres ne peuvent afficher une fraction soluble de 100%. La catégorie « Terres polluées » a donc été utilisée en partie pour le stockage de déchets de natures différentes.

Cette approche par les lixivibilités n'a pu être retenue. Les valeurs disponibles dans le fichier « STOC2 » sont associées à des CAP alphanumériques. **Les CAP numériques (correspondant aux lots stockés) ne présentent aucune donnée de lixivibilité dans le fichier disponible.** Il n'a pas été possible d'établir une relation entre les deux codes permettant l'exploitation de ces analyses.

Les lixivibilités mesurées apparaissent être globalement faibles (inférieures à 100 g/L). Il n'est pas possible d'utiliser ces informations qui auraient réduit de façon significative le terme « source ».

Par ailleurs, ces informations ne permettent pas de renseigner le comportement individuel des contaminants dans les déchets et ne permettent donc pas de calculer un terme source.

## 8.2 Estimation de la concentration des espèces en solution en équilibre avec des phases solides par modélisation géochimique

### 8.2.1 Calcul préliminaire du pH résultant de la mise en contact de l'ensemble des déchets avec de l'eau

Afin de compléter les informations disponibles qui peuvent affecter le comportement à long terme des éléments présentant un danger pour l'homme et l'environnement, le calcul d'un pH moyen résultant d'une dissolution totale des déchets a été mené. Un paramètre important de la spéciation des éléments inorganiques sera ainsi fixé.

De nombreuses approximations doivent être faites afin de parvenir à un résultat. Les éléments ci-après n'ont pas été pris en compte :

- pouvoir tampon : la présence d'un acide faible HA et de son anion A<sup>-</sup> ou d'une base faible et de son cation ne permettent pas de définir le pH effectif ;
- composition des déchets (minéralogie, présence de matière organique) : les espèces définissent les équilibres thermodynamiques présents dans les eaux et influencent le pH ;
- salinité des eaux entrantes : la modification de la force ionique par rapport au pH mesuré au laboratoire pourrait modifier légèrement le pH ;
- pH et pouvoir tampon (faible) de la solution entrante.

Par ailleurs, il a été supposé une dissociation totale et additive des ions oxoniums (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) et hydroxyles (OH<sup>-</sup>) à tout pH, et donc à tout rapport eau/déchet. Autrement dit, il a été supposé qu'il n'y a pas d'effet tampon. Les valeurs seront donc surestimées. La dissociation d'oxonium de la matrice solide des déchets arséniés vers la solution suite à la hausse du pH va générer un pouvoir tampon qui n'est pas pris en compte ici.

Le calcul se base sur la neutralisation des ions oxoniums et hydroxyles à partir de l'ensemble des pH mesurés par le laboratoire StocaMine sur les déchets présentant un CAP numérique. Le pH est mesuré dans un rapport eau déminéralisée/déchet de 10 L/kg. Les concentrations d'ions correspondants au pH mesuré sont calculées et converties en quantité en utilisant le rapport liquide/solide (L/S) de la mesure. Les quantités totales d'ions oxonium ou d'hydroxyle (majoritaire) sont ensuite calculées en multipliant par les tonnages indiqués dans le fichier « liste corrigée V2 déchetsstockamine 2002 ». Les ions oxoniums (minoritaires) sont ensuite neutralisés par calcul par réaction avec les hydroxyles. Le tableau ci-après traduit les quantités en ions oxonium et hydroxyles obtenues.

**Le résultat est nettement en faveur d'un pH alcalin, avec une dominance des « Résidus de l'incinération » générant 98 % de l'alcalinité.**

**Tableau 19 : Estimations des quantités en ions oxonium et ions hydroxyles**

Catégorie	Quantité totale livrée		Nombre de moles par catégorie de déchets	Entité prépondérante
	Tonnage	%		
A1 -Sels de trempé	2154.88	5	651.33	Ions Hydroxyle
A2 -Sels de trempé non cyanurés	1214.64	3	45.21	Ions Hydroxyle
B3 -Déchets arséniés	6964.40	16	114.55	Ions Oxonium
C4 -Déchets chromiques	427.96	1	6.06	Ions Hydroxyle
B5 -Déchets mercuriels	2254.94	5	0.85	Ions Hydroxyle
B6 -Terres polluées	5302.88	12	7.59	Ions Hydroxyle
D7 -Résidus de l'industrie	137.50	0	0.00	Ions Hydroxyle
C8 -Déchets de galvanisation	642.50	1	4.21	Ions Hydroxyle
E9 -Résidus d'incinération	20670.69	47	41141.01	Ions Hydroxyle
B10-Produits phytosanitaires	127.60	0	4.76	Ions Hydroxyle
D11-Catalyseurs usés	N.D.			
D12-Déchets de laboratoire	221.92	1	0.05	Ions Hydroxyle
E13-Déchets amiantés	3851.06	9	non identifié	non identifié
<b>Total</b>	<b>43970.97</b>	<b>100</b>	<b>41975.62</b>	

N.D.: non déterminé

Le pH est estimé en calculant la concentration obtenue lorsque la quantité d'oxonium et d'hydroxyle est mise en solution dans un volume connu d'eau, soit 6 200 000 m<sup>3</sup> et 7 000 m<sup>3</sup> selon les scénarii en absence et en présence de barrières.

Les pH calculés pour ces volumes d'eau sont de 8.83 et 11.78, soit des pH alcalins et très alcalins. Comme une partie des bases ne peuvent pas être dissociées à ce pH, le pH réel pourrait être légèrement inférieur. Ces pH ont été utilisés pour la suite des calculs.

Le calcul a été effectué pour mémoire avec les volumes BMG confinés dans deux hypothèses « Amélie et NW en liaison » et « Amélie isolé » (réf BMG « Stockage souterrain de Wittelsheim : évaluation des risques suite au confinement de déchets dans la mine », chap. 5.7).

**Tableau 20 : Estimation du pH pour les deux scénarii d'envoyage, et selon les volumes estimés par BMG**

Scénario	Scénario en l'absence de barrières	Scénario en présence de barrières	Amélie et NW en liaison (BMG)	Amélie isolé (BMG)
Volume m <sup>3</sup>	6 200 000	7 000	80 000	47 000
pH	8.83	11.78	10.72	10.95
Rapport L/S (litre/kg)	155	0.175	1.82	1.07

### 8.2.2 Calcul de modélisation géochimique

Ces calculs prennent en compte la solubilité attendue des métaux par contrôle par les minéraux les moins solubles. Selon les lois de la thermodynamique, quand deux minéraux de solubilités différentes sont en présence, à l'équilibre, le minéral le plus soluble va se dissoudre et le minéral le moins soluble va rester sous forme précipitée.

Les concentrations entrantes sont les suivantes : saumure saturée ou presque vis-à-vis de la halite (NaCl), de la sylvite (KCl), de la calcite (CaCO<sub>3</sub>), du gypse et de l'hydroxyapatite (Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub>), pH calculé plus haut, eau entrante de composition présentée au Tableau 21 et de composition médiane de la nappe d'Alsace (extrait de « Qualité naturelle des eaux souterraines Méthode de caractérisation des états de référence des aquifères français Guide technique, L Chery, BRGM Editions). Le potentiel redox est fixé à pe = 4 (Eh = ± 240 mV). La température a été fixée à 35°C.

Tableau 21 : Composition des eaux entrantes utilisée pour la modélisation

Paramètre	Unité	valeur
Conductivité	µS/cm 25°C	700.8
pH	unité	7.3
Ca	mg/L	95.2
Mg	mg/L	12
Na	mg/L	22
K	mg/L	3.6
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	244
NO <sub>3</sub>	mg/L	18
Cl	mg/L	46
SO <sub>4</sub>	mg/L	41

Une base de données dite de Pitzer est recommandée pour calculer les espèces à l'équilibre en milieu salin concentré. Cette base ne comporte malheureusement pas tous les métaux lourds qui nous intéressent ici, en particulier l'arsenic, et n'a donc pas été utilisée.

Le code de calcul est Visual MINTEQ, avec une correction d'activité suivant le modèle de Davies, insuffisant en fait pour les forces ioniques très élevées de la saumure, mais acceptée ici. La base de données thermodynamique utilisée est MINTEQ3.0. Le code de calcul fait précipiter les minéraux dont le produit de solubilité est atteint. Les concentrations en métaux sont donc limitées par le minéral le plus insoluble.

Les contaminants sont ajoutés dans les proportions stœchiométriques du déchet en quantité calculée par les masses des CAP (multiplication de la concentration moyenne des lots d'un CAP multiplié par la masse des déchets ayant ce même CAP) pour le scénario sans barrière (voir plus loin) et en quantité calculée par les masses nette des lots pour le scénario avec barrière.

La teneur en anions est importante, car elle va jouer sur la spéciation en solution, et en particulier sur la complexation d'un certain nombre de métaux, augmentant ainsi très fortement leur solubilité. Les anions les plus critiques sont les chlorures, très abondants, et les cyanures ( $\text{CN}^-$ ). Les carbonates, sulfates et phosphates peuvent soit complexer, soit favoriser la précipitation de minéraux insolubles.

Les cyanures mesurés par le laboratoire interne de StocaMine sont des cyanures « libres ». Le laboratoire mesurait par colorimétrie le cyanure extrait par une solution de NaOH 0.01 N (pH 12) pendant 10 minutes. Ce cyanure est dit « libre ». Les cyanures totaux comprennent des formes combinées ou complexées et des formes dites « libres ». A court terme, seules les formes « libres » peuvent libérer des ions cyanures  $\text{CN}^-$  et complexer des cations métalliques ou former de l'acide cyanhydrique HCN pouvant passer en phase gazeuse. Rappelons que le stock de cyanures totaux n'est pas connu.

Ainsi les ions métalliques considérés comme des acides mous (soft acids, au sens de Pearson) comme  $\text{Au}^+$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pd}^{2+}$  vont former des complexes covalents très stables avec les bases molles comme les anions  $\text{CN}^-$ , et des complexes ou paires d'ions relativement stables avec les ions  $\text{Cl}^-$ .

Au contraire, les ions métalliques plus « durs », moins polarisables et de rayon ionique plus faibles ne vont pas s'associer aux anions, mais précipiteront facilement sous forme d'hydroxydes. Ce sera le cas des ions suivants :  $\text{Bi}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ , qui, à pH 11.8, sont fortement insolubilisés sous forme d'hydroxydes, mais dont la solubilité croît fortement quand le pH diminue.

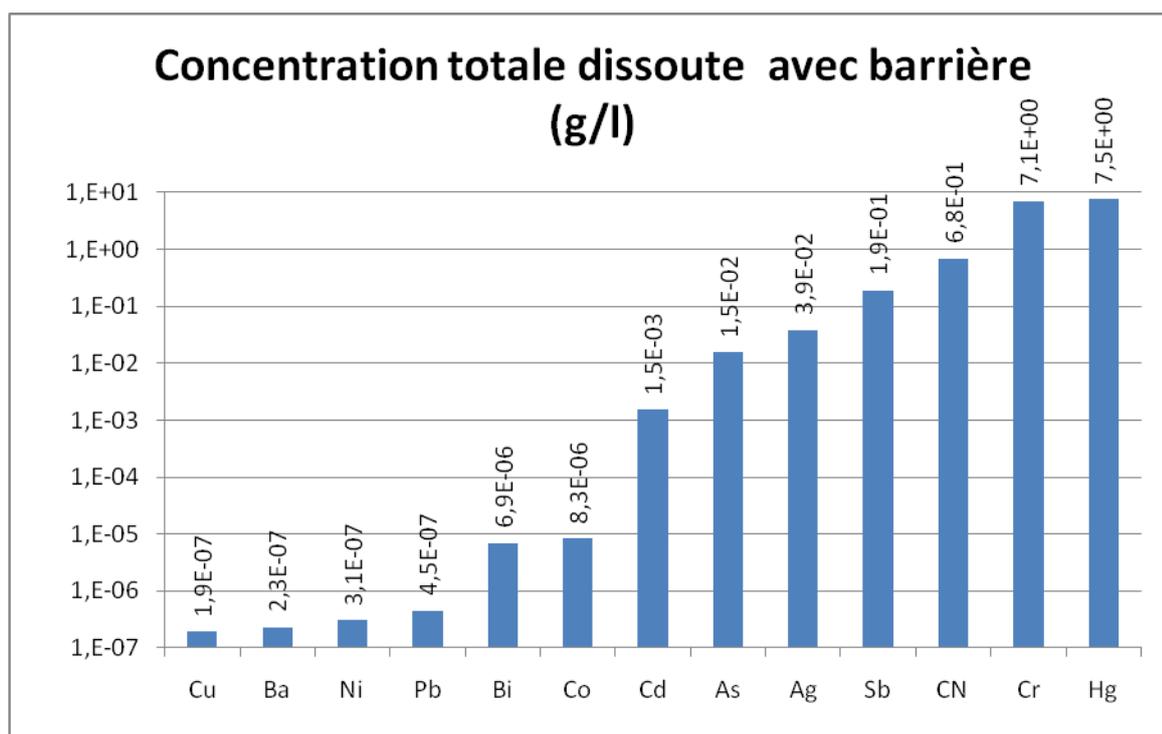
Le calcul a porté sur les contaminants les plus présents, car le solveur d'équation n'arrive pas à converger si plus d'éléments sont pris en compte simultanément, compte tenu de la contrainte de pH.

## Résultats de calculs

Les résultats de modélisation sont présentés au Tableau 22 et à la Figure 4.

**Tableau 22 : Concentrations calculées des contaminants en équilibre avec des phases minérales les moins solubles (classé par solubilité croissante) (éléments calculés à partir de la quantité en masse nette par lot pour 7 000 m<sup>3</sup> et en masse par CAP pour 6,2 Mm<sup>3</sup>)**

Elément	Concentration (g/L)	
	Avec barrières - 7 000 m <sup>3</sup>	Sans barrières - 6,2 Mm <sup>3</sup>
Cu	1.93E-07	
Ba	2.30E-07	1.06 E-06
Ni	3.05E-07	3.05 E-07
Pb	4.53E-07	4.35 E-07
Bi	6.95E-06	7.69 E-06
Co	8.29E-06	8.85 E-06
Cd	1.54E-03	1.50 E-03
As	1.54E-02	1.00 E-02
Ag	3.88E-02	
Sb	1.89E-01	1.34 E-02
Cyanures	6.80E-01	
Cr	7.07E+00	9.1 E-03
Hg	7.52E+00	1.20 E-02



**Figure 4 : Concentrations calculées par équilibre géochimique pour le scénario avec barrière (7 000 m<sup>3</sup>)**

Les métaux se discriminent en groupes différents :

***Ions métalliques très insolubles :***

Contrôle par des minéraux insolubles (hydroxydes...) avec des concentrations de l'ordre du microgramme/litre

Ba <sup>2+</sup>	Limité par BaHAsO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O(s)
Bi <sup>2+</sup>	Limité par BiOCl(H <sub>2</sub> O)
Co <sup>2+</sup>	Limité par Co(OH) <sub>2</sub>
Pb <sup>2+</sup>	Limité par Pb(OH) <sub>2</sub>
Ni <sup>2+</sup>	Limité par Ni(OH) <sub>2</sub>
Cu <sup>+2</sup>	Limité par la ténorite CuO
Ag <sup>+1</sup>	Limité par la cerargyrite AgCl

***Ions métalliques fortement complexés et donc moins insolubles :***

Effets des complexants (CN<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>) ou éléments sous forme anionique avec des concentrations de l'ordre du milligramme/litre au gramme/litre :

Cd <sup>2+</sup>	Limité par Cd <sub>4</sub> (OH) <sub>6</sub> SO <sub>4</sub> (s), espèce en solution : CdCN <sub>aq</sub> , CdCl <sub>2aq</sub>
Hg <sup>2+</sup>	Non limité, espèces en solution : HgCl <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Hg(CN) <sub>2aq</sub>
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Non limité, espèces en solution NaCrO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , KCrO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Sb(OH) <sup>6-</sup>	Limité par SbO <sub>2</sub> (s), espèce en solution Sb(OH) <sub>6</sub> <sup>-</sup>
AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Limité par Ca <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O(s)

La prise en compte (réaliste) de la limitation de la solubilité de certains ions métalliques permet d'anticiper une limitation de l'impact pour certains métaux toxiques (Pb, Bi, Ba, Ni...). Certains métaux sont fortement complexés par les chlorures et les cyanures (Cd et Hg respectivement). Leur impact sera fort. Le cyanure est entièrement maintenu en solution sous forme de complexes avec Hg et Cd.

Les concentrations de mercure sont donc de 7.52 g/L, de chrome de 7.07 g/L et d'antimoine de 0.189 g/L pour le scénario avec barrières.

**Anions :**

Les anions cyanures sont entièrement combinés au Hg sous forme de complexes Hg(CN)<sub>2aq</sub>, à une concentration de 680 mg/L (2.61 10<sup>-2</sup> M). Ils ne sont pas limités en solution.

La solubilité de l'As est évaluée à 15.4 mg/L (2.5 10<sup>-4</sup> M) en milieu salin concentré (7 000 m<sup>3</sup>). La solubilité est fixée par un arséniate de Ca et de Ba.

### **Incertitudes et limitations des calculs :**

Les données thermodynamiques ne sont pas toutes fiables, mais font néanmoins référence. Les résultats des calculs peuvent dépendre assez notablement des bases de données choisies, mais ceci ne modifiera pas les grandes tendances observées.

Le modèle de correction de force ionique utilisé (Davies) fonctionne en principe jusqu'à 0.5 M. Or nous sommes ici autour de 4 M. Certaines approches permettent de faire des calculs plus précis (modèle de Pitzer), mais les données n'existent que pour les ions majeurs. Les coefficients d'interaction de Pitzer ne sont pas connus pour la majorité des ions métalliques en trace. Les résultats obtenus ne peuvent être pris en compte que de manière semi-quantitative.

La présence de certains composés peut influencer notablement les calculs. Ainsi, la prise en compte des ions  $Fe^{3+}$  fait apparaître des composés insolubles pour le Co. Les ions phosphates peuvent aussi jouer un rôle important. Cependant, du point de vue des calculs d'impact, il est plus important de repérer les composés qui risquent d'augmenter fortement la solubilité par complexation. C'est le cas typique du  $CN^-$ , très réactif vis-à-vis des ions métalliques comme Cd et Hg.

### **Conclusions et perspectives :**

La prise en compte des effets de précipitation permet de limiter très notablement le terme source vis-à-vis de certains ions métalliques toxiques comme Ba, Bi, Co, Pb, Ni. Cependant, d'autres ions très toxiques ne seront que très peu limités, voire pas du tout en raison des effets de complexation par les chlorures ou cyanures : c'est le cas typique de Hg et Cd, dont les niveaux de concentration dans le terme source restent très élevés. Les anions As et Sb se maintiennent en solution.

### **Devenir des contaminants**

Pour aller plus loin, on peut essayer d'anticiper ce qui va se passer une fois que le panache de saumure va commencer à se diluer dans l'eau de la nappe. Plusieurs phénomènes vont se produire :

Baisse du pH ;

Baisse des teneurs en  $Cl^-$  et  $CN^-$ , et donc des effets de complexation.

D'autres processus peuvent être envisagés, en particulier la sorption sur les minéraux des aquifères (oxydes, hydroxydes, argiles). Ces processus sont susceptibles de « retarder » très significativement la sortie des contaminants, et peuvent « étaler » les pics de sortie. La prise en compte de ces processus, qui permettrait des calculs d'impact plus réalistes, nécessiterait d'approfondir les scénarios, et de collecter des informations plus précises sur les aquifères et les roches hôtes. En cas d'impact significatif du terme source tel que calculé ici, ces points pourraient être abordés dans une étude spécifique.

Certains composés potentiels pourraient augmenter la solubilité de certains métaux, comme les hydroxy-acides qui pourraient provenir de la dégradation de la cellulose contenue dans le stockage (palette en bois...), du fait du pH alcalin.

A titre d'information, des calculs utilisant les minéraux les plus solubles (résultats non présentés dans ce rapport - calcul avec le logiciel PHREEQC et la base minteq.v4) montrent une lixivabilité comparable à celles calculées par BMG à partir de MIN\_SURF, pour des volumes d'ennoyage de 80 000 et 47 000 m<sup>3</sup> (hypothèses BMG « Amélie et NW en liaison » et « Amélie isolé »).

### 8.3 Conclusion sur la lixivabilité des contaminants

Les concentrations en contaminants (83 956 données utilisables ici sur 107 000 données totales) varient (jusqu'à un facteur 1000) d'un lot de déchet à un autre.

L'analyse détaillée des calculs de BMG et en particulier des concentrations par certificat d'acceptation préalable (CAP) (incohérence apparente et absence de stratégie décelable dans le choix des valeurs par élément et par déchet) ne nous permettent pas de valider ces résultats. Nous avons donc effectué un nouveau calcul des quantités de contaminants stockés en utilisant des concentrations moyennes des lots par CAP (765 CAP), multipliées par la masse stockée sous chaque CAP. Ensuite, la masse des lots étant disponibles, un calcul le plus précis possible a été effectué avec la masse des lots et les analyses correspondantes (2557 lots).

Les valeurs de solubilité ont été renseignées uniquement pour des CAP ne figurant pas dans la liste des déchets stockés en profondeur (code alphanumérique) et donc n'ont été utilisées. Près de 70% des déchets analysés n'admettent pas une dissolution totale. La réserve d'alcalinité du stockage a été calculée.

La lixivabilité des composés dangereux a été évaluée par deux approches (dissolution totale et équilibre géochimique liquide/minéraux), et sous deux scénarii (avec barrières - 7 000 m<sup>3</sup> et sans barrières - 6 200 000 m<sup>3</sup>).

La **dissolution totale** consiste simplement à diviser la quantité de contaminant par le volume d'eau.

L'**équilibre géochimique liquide/minéraux**, conforme aux lois de la thermodynamique (un minéral plus soluble va se dissoudre et former un minéral moins soluble dans les conditions physico-chimiques du milieu), a été calculé à l'aide du logiciel Visual MINTEQ à partir des informations disponibles dans la base de données *minteq.v3*. Les données sont la composition de l'eau entrante (représentative de la nappe d'Alsace), une saturation par le sel et le gypse (utilisé pour absorber l'eau de certains déchets), les quantités d'éléments présents dans le stockage (calcul présenté ci-dessus) par litre d'eau et le pH calculé à partir de la réserve d'alcalinité, soit pH 8.8 et 11.8 pour les deux volumes.

Le plomb, le nickel, le baryum, le bismuth et le cobalt sont précipités en hydroxydes insolubles au pH du stockage (concentration de l'ordre du microgramme par litre). Le cadmium forme une paire ionique avec le chlorure à 1.5 mg/L. Les anions de l'arsenic, de l'antimoine et du chrome sont maintenus en solution à 15, 189 et 7 070 mg/L respectivement pour le volume de 7 000 m<sup>3</sup>. Le mercure est maintenu en solution par complexation par le cyanure à 7 520 mg/L pour le volume de 7 000 m<sup>3</sup>. Ces calculs sont les plus affinés que nous puissions faire avec les connaissances disponibles, mais doivent être pris comme des ordres de grandeur des concentrations. Ces résultats ne peuvent être améliorés sans l'acquisition de nouvelles connaissances scientifiques.

## 9. CONCLUSION SUR L'ÉVALUATION DU POTENTIEL DE DILUTION DES CONTAMINANTS EN PHASE AQUEUSE

Le traitement des informations disponibles a permis d'estimer les quantités en éléments et contaminants présents dans le massif de déchets entreposés durant la phase d'exploitation (1999-2002). Compte tenu des modes de caractérisation par lots et des imprécisions analytiques durant les opérations, les résultats obtenus dans le cadre de cette étude ne peuvent être considérés que comme des ordres de grandeur de quantités présentes. Ces nouvelles informations issues de données jusque-là non prises en compte, ont été utilisées pour décrire les équilibres géochimiques qui pourraient résulter d'un ennoyage du massif de déchets selon deux scénarios possibles: 7 000 m<sup>3</sup> (scénario avec barrières) et dilution dans 6,2 Mm<sup>3</sup> (scénario sans barrière).

Pour la majorité des contaminants minéraux présents, les équilibres géochimiques ne diffèrent pas de manière significative entre les deux scénarios. En revanche, les concentrations prévisibles d'antimoine, mercure, chrome diffèrent sensiblement, et varient d'un à trois ordre de grandeur selon le scénario avec barrière ou le scénario sans barrière.

Ces résultats montrent que les concentrations prévisibles au niveau du terme source doivent être prises en compte dans les choix d'accompagnement des mesures de maîtrise des risques et de gestion du stockage pérenne des déchets.



## 10. STOCAMINE TERME SOURCE : POTENTIEL D'EMISSIONS GAZEUSES

### 10.1 Atmosphère chimique du stockage

Oxydo-réduction : Les eaux d'entrée sont aérées (rapport BMG) ;

pH : le pH est estimé à 8.83 et 11.78 selon les scénarii ;

Le stock de « perte au feu » est de 377 tonnes (tableau 3.2 du document BMG) :

*« ... Les mesures de la perte de poids au feu ne suggèrent pas la présence de quantités importantes de polluants organiques. En effet la perte de poids au feu est inférieure à 1 % de la masse des déchets stockés. Environ 60 % du total de la perte de poids au feu a été observée pour des déchets arséniés. Il est vraisemblable que pour ces déchets la perte de poids au feu corresponde à la sublimation d'As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et non pas à la combustion de matière organique. ... Les analyses de l'air rejeté ne suggèrent pas non plus la présence de polluants organiques volatils dans le stockage. »* (Rapport BMG p 40). Ce stock n'est donc pas estimé capable de supporter une activité biologique significative. Cette activité biologique serait de plus rendue très difficile par la très forte salinité du milieu et le pH alcalin à très alcalin.

### 10.2 Recherche d'indice d'activité biologique et chimique dans les déchets stockés

Des mesures de composants traceurs d'activité biologique ou chimique ont été effectuées dans l'air de la mine pour le présent rapport. Le rapport INERIS N° DRC-10-109726-04476A « Analyses qualitatives et semi-quantitatives de prélèvements d'air et de matières solides » du 10/06/2010 présente les résultats suivants :

**Tableau 23 : Concentration en contaminants dans l'air de la mine - mesures du 10/06/2010**

**Prélèvement d'air au point M2 - retour d'air de stockage 2 au niveau de l'allée 3 du bloc 21**

Famille des composés recherchés	Référence échantillon	Débit (ml/min)	Durée (min)	Volume prélevé (L)	Substances	Concentration mesurée
Hydrocarbures C6-C12	10AG056	53	345	18	Hydrocarbures C6-C12	< 2 mg/m <sup>3</sup> (ND)
Acétone	10AG054	53	345	18	Acétone	0,1 mg/m <sup>3</sup>
Phénol	10AG070	503	120	60	Phénol	0,5 µg/m <sup>3</sup>
Aldéhydes	10AG072	209	345	72	Formaldéhyde	3 µg/m <sup>3</sup>
					Acétaldéhyde	8 µg/m <sup>3</sup>
					Propionaldéhyde	1 µg/m <sup>3</sup>
					Butanal	< 1 µg/m <sup>3</sup>
					Pentanal	1 µg/m <sup>3</sup>
					Hexanal	< 1 µg/m <sup>3</sup> (ND)
					Heptanal	< 1 µg/m <sup>3</sup> (ND)
Acides organiques	10AG755 10AG756	2049	345	707	Acide formique	< 0,3 mg/m <sup>3</sup> (ND)
					Acide acétique	< 0,4 mg/m <sup>3</sup> (ND)
					Acide propionique	< 0,8 mg/m <sup>3</sup> (ND)
					Acide butyrique	< 0,5 mg/m <sup>3</sup> (ND)
					Acide valérique	< 1,2 mg/m <sup>3</sup> (ND)
PCB	10AG047 10AG048	108	345	37,26	PCB	< 0,1 µg/m <sup>3</sup> (ND)
Pesticides organophosphorés	10AG058 10AG059	205	345	71	Pesticides organophosphorés	< 2 µg/m <sup>3</sup> (ND)
Pesticides azotés	10AG065 10AG066	205	345	71	Pesticides azotés	< 2 µg/m <sup>3</sup> (ND)
Oxydes d'azote	Analyses in situ				Monoxyde d'azote	85 ppb
					Dioxyde d'azote	10 ppb
Composés soufrés	Analyses in situ				Sulfure d'hydrogène	< 7 µg/m <sup>3</sup> (ND)
					Méthylmercaptan	< 10 µg/m <sup>3</sup> (ND)
					Diméthylsulfure	< 14 µg/m <sup>3</sup> (ND)
TRS (composés soufrés réduit totaux)	Analyses in situ				TRS	< 1 ppb (ND)
Cyanure d'hydrogène	10AG068	104	345	36	Cyanure d'hydrogène	0,2 mg/m <sup>3</sup>
Acide chlorhydrique	10AG074	1030	345	355	Acide chlorhydrique	< 0,3 µg/m <sup>3</sup> (ND)
Ammoniac	10AG753 10AG754	2024	363	735	Ammoniac	0,06 mg/m <sup>3</sup>
Poussières	10AG038	1042	345	359	Poussières inhalables	< 0,03 mg/m <sup>3</sup> (ND)
	10AG039	1025	345	354	Poussières alvéolaires	< 0,03 mg/m <sup>3</sup> (ND)
Métaux	10AG050	1053	345	363	Arsenic	< 0,07 mg/m <sup>3</sup>
					Chrome	< 0,07 mg/m <sup>3</sup>
					Cadmium	< 0,07 mg/m <sup>3</sup>
					Plomb	< 0,07 mg/m <sup>3</sup>
					Mercuré	13 µg/m <sup>3</sup>
Chrome VI	10AG052	1047	345	361	Chrome VI	< 3 µg/m <sup>3</sup> (ND)
Mercuré volatil	10AG076	254	345	88	Mercuré volatil	0,3 µg/m <sup>3</sup>

On observe :

- absence d'acides gras volatils : pas de fermentation,
- présence d'aldéhydes en traces,
- présence de phénols en traces,
- absence de composés soufrés dont H<sub>2</sub>S (pas de réduction),
- présence d'oxydes d'azote et d'ammoniac en traces,
- présence de mercure volatil en traces,
- présence d'acide cyanhydrique en trace - (la mesure de CH<sub>4</sub> n'a pu être faite).

Les substances trouvées en traces peuvent dans tous les cas provenir du dégazage de déchets ou d'une très légère activité chimique et non d'activité biologique.

### 10.3 Contaminants émissibles en phase gazeuse

#### 10.3.1 Arsine AsH<sub>3</sub>

Ce contaminant nécessite pour sa formation des conditions réductrices qui ne sont pas réunies et ne le seront probablement pas dans le futur (voir 10.1 Atmosphère chimique du stockage), et du pH élevé.

La concentration maximale trouvée en acceptation de déchet en espace de tête de fût (47 valeurs) est de 0.06 mg/m<sup>3</sup> (1 valeur) avec la majorité des résultats < LQ = 0.03 mg/m<sup>3</sup> (46 valeurs) (BMG 2004)

La teneur mesurée en As particulaire (poussières inhalables) dans l'air le 24/02/2010 aux deux points de mesure est < 0.07 mg/m<sup>3</sup> (aération réduite).

#### 10.3.2 Mercure Hg°

Ce contaminant nécessite pour sa formation des conditions réductrices qui ne sont pas réunies et ne le seront probablement pas dans le futur (voir 10.1 Atmosphère chimique du stockage).

##### **Hg<sub>g</sub> avant ennoyage**

La concentration maximale trouvée en acceptation de déchet en espace de tête de fût (23 valeurs) est de 40 µg/m<sup>3</sup>, avec la majorité des résultats < LQ = 0.1 µg/m<sup>3</sup> (19 valeurs) (BMG 2004).

La teneur mesurée par l'INERIS en Hg particulaire (poussières inhalables) dans l'air du stockage le 24/02/2010 aux deux points de mesure est de 7 et 13 µg/m<sup>3</sup> (aération réduite).

La teneur mesurée en Hg volatil, éventuellement émissible, dans l'air le 24/02/2010 aux deux points de mesure est de 0.3 et 0.3 µg/m<sup>3</sup> (aération réduite).

### **Hg<sub>g</sub> après ennoyage (conditions oxydantes)**

Après ennoyage, les calculs géochimiques (Annexe 3) donnent des concentrations de Hg<sup>o</sup> dans l'eau de  $3.4 \cdot 10^{-35}$  M et  $5.5 \cdot 10^{-31}$  M pour respectivement  $7\,000 \text{ m}^3$  et  $6\,200\,000 \text{ m}^3$ . Les pressions partielles de Hg<sub>g</sub> sont de  $9.4 \cdot 10^{-34}$  et  $1.5 \cdot 10^{-29}$  atm, ce qui correspond à respectivement  $7.4 \cdot 10^{-27}$  et  $1.3 \cdot 10^{-22} \text{ mg/m}^3$  d'air à 35°C.

### **10.3.3 Acide cyanhydrique HCN**

Le laboratoire interne de StocaMine mesurait par colorimétrie le cyanure extrait par une solution de NaOH 0.01 N (pH 12) pendant 10 minutes, soit le cyanure dit « libre », c'est-à-dire non complexé par des métaux. Le cyanure libre CN<sup>-</sup> peut former en milieu acide l'acide cyanhydrique non dissocié HCN<sub>aq</sub> pouvant passer en phase gazeuse HCN<sub>g</sub>.

#### **Acide cyanhydrique gazeux HCN<sub>g</sub> avant ennoyage :**

La concentration maximale trouvée en acceptation de déchet en espace de tête de fût (15 valeurs) est de  $6 \text{ mg/m}^3$  (1 valeur) avec la majorité des résultats  $< \text{LQ} = 2 \text{ mg/m}^3$  (12 valeurs) (BMG 2004).

La teneur mesurée en HCN<sub>g</sub> dans l'air le 24/02/2010 aux deux points de mesure est de 0.4 et 0.2  $\text{mg/m}^3$  (aération réduite).

#### **Acide cyanhydrique gazeux HCN<sub>g</sub> après ennoyage :**

La teneur en HCN<sub>g</sub> gazeux est fonction uniquement de la teneur en HCN<sub>aq</sub> en solution. Comme le pH est alcalin et que CN<sup>-</sup> est complexé par les métaux, il n'y aura que des traces d'HCN gazeux (Tableau 24). Le calcul est effectué avec deux quantités totales de cyanures : 159 tonnes (BMG) et 4.729 tonnes (INERIS2 avec masses nettes des lots) (Annexe 3).

**Tableau 24 : Calcul de la concentration en HCN gazeux**

	Sans complexation par les métaux				Avec complexation par les métaux (PHREEQC - MINTEQ)	
	Scénario sans barrière (6,2 Mm <sup>3</sup> )		Scénario avec barrières (7 000 m <sup>3</sup> )		Scénario sans barrière (6,2 Mm <sup>3</sup> )	Scénario avec barrières (7 000 m <sup>3</sup> )
CN total tonnes	159	4.729	159	4.729	4.729	4.729
CN total g/L	0.03	0.0008	22.71	0.68		
pH	8.83	8.83	11.78	11.78	8.83	11.78
HCN <sub>aq</sub> g/L eau	6.40E-02	1.91E-03	6.40E-02	1.91E-03	2.16E-07	3.65E-10
HCN <sub>g</sub> mg/m <sup>3</sup> air	488	15	488	15	1.64E-03	<b>2.77E-06</b>

La constante de Henry à 35°C est reprise de BMG (pages 30-31).

Du fait de la prise en compte du pH alcalin et de la complexation par les métaux, les concentrations calculées sont situées entre 10<sup>-3</sup> et 10<sup>-6</sup> mg d'HCN par m<sup>3</sup> d'air, soit des concentrations nettement moindres que celles déterminées par BMG (15 000 et 26 000 mg/m<sup>3</sup> air pour les deux scénarii).

#### 10.3.4 Phénols

La concentration n'a pas été mesurée dans les déchets. Comme le pKa du phénol est de 10, le pH alcalin du stockage réduira, comme pour HCN, la forme volatile non ionisée, et donc les émissions gazeuses potentielles.

#### 10.4 Conclusion sur les teneurs en contaminants en phase gazeuse

Les analyses récentes de l'atmosphère du stockage n'ont pas montré de traces d'activité biologique. Un léger dégazage des déchets ou une activité chimique faible est en cours. Nous proposons comme évaluation des émissions potentielles de contaminants gazeux d'utiliser les hypothèses et résultats du bureau d'étude BMG, sauf pour l'acide cyanhydrique pour lequel des valeurs inférieures sont estimées en phase gazeuse du fait du pH alcalin du stockage et de la complexation par les métaux. Des mesures plus précises des concentrations avant envoi pourraient être menées au stockage avec un arrêt de la ventilation.



## 11. CONCLUSION GENERALE

Les quantités de contaminants présents dans les déchets stockés durant la période d'exploitation (1999-2002) ont été recalculées à partir des informations disponibles dans les certificats d'acceptation préalable (CAP), notamment la teneur moyenne en contaminants calculées à partir des analyses des lots stockés et correspondant à chaque CAP.

Cette analyse détaillée a permis de mettre en évidence une importante variabilité des teneurs en contaminants pour les différentes catégories de déchets, et parfois même entre différents lots pour une même catégorie de déchets.

Compte tenu de cette variabilité, l'ensemble des données disponibles a été reconsidéré, y compris les données non utilisées dans les études antérieures ; de nouveaux calculs prenant en compte les masses par lot ont permis d'approcher de manière optimale les quantités de contaminants effectivement stockées.

La lixiviabilité des contaminants stockés a été ensuite calculées par équilibre géochimique liquide-solide et a permis d'aboutir à des concentrations à l'équilibre autour de 1 mg/L pour le Cd, entre 10 et 100 mg/L pour le Cr, le Hg et le Sb pour le scénario en l'absence de barrière (ennoyage dans 6 200 000 m<sup>3</sup>).

Les mêmes calculs ont été menés dans le cadre du scénario en présence de barrière (ennoyage dans 7 000 m<sup>3</sup>) pour des concentrations à l'équilibre de 1 mg/L pour le Cd, entre 1 et 10 g/L pour le Cr, le Hg et le Sb.

Les concentrations actuelles dans l'air de l'atmosphère du stockage n'ont pas montré de traces d'activité biologique mais présentent des signes de légère activité chimique. Après ennoyage, l'émission de composés créés en atmosphère réductrice (AsH<sub>3</sub>, Hg<sup>0</sup>) semble donc peu probable, comme le concluait BMG. Les concentrations en acide cyanhydrique HCN<sub>g</sub> après ennoyage estimées à partir des cyanures libres, du pH du stockage et de la complexation par les métaux atteindraient 3 10<sup>-6</sup> mg/m<sup>3</sup> d'air en présence de barrière.

Ces résultats constituent l'aboutissement le plus affiné qu'il soit possible d'atteindre à ce jour sur la base des connaissances disponibles, non seulement sur le plan des informations acquises par l'exploitant, mais également sur le plan des connaissances scientifiques en matière d'équilibres de mélanges complexes. Ils ne doivent être pris que pour ce qu'ils sont, c'est-à-dire des ordres de grandeur de concentrations, à moduler en fonction de l'ensemble des marges incertitudes autres que géochimiques.



## Annexes



## Annexe 1 Commentaires sur les modes opératoires internes du laboratoire de StocaMine

### Identification et commentaires relatifs aux modes opératoires

LAB MO 12 - LIMS : Saisie manuelle des résultats d'analyses. Pas de lien direct entre appareil de mesure et le système de gestion. Permet de renseigner le statut de l'échantillon : autorisé, refusé ou annulé. Edition du rapport d'analyse

LAB MO 04 - Suivi des lots : Réception des échantillons pour laboratoire (à partir d'un lot réceptionné), validation des conditionnements internes et de la conformité chimique des lots. Apparemment cette procédure est destinée à la gestion de lots de déchets destinés au stockage ayant donc déjà fait l'objet d'une analyse préalable et disposant d'un CAP valide.

LAB MO 13 - Classement échantillons : organisation du stockage des échantillons de déchets dans la "déchetèque". Il n'y a pas la durée maximale de stockage.

LAB MO 15 - Échantillonnage : Cette procédure ne décrit pas de stratégie ou de plan d'échantillonnage.

LAB MO 02 - Contrôle conditionnement interne : Contrôle statistique

LAB MO 14 - « Solubilité » : Ce mode opératoire permet de déterminer la lixiviabilité d'un déchet solide et il comporte deux protocoles, l'un pour les déchets dont la lixiviabilité est faible (< 100 g/L) et l'autre pour les déchets de forte lixiviabilité (> 100 g/L). Ce mode opératoire appelle plusieurs commentaires :

*Habituellement, la fraction soluble dite « solubilité » d'un déchet est calculée par la détermination du résidu sec d'un éluat, c'est-à-dire au travers de la matière solubilisée à partir du déchet, dans le mode opératoire LAB MO 14, c'est sur la base de la fraction solide non solubilisée que la détermination est réalisée. Ce mode de calcul entraîne une surestimation de la fraction soluble : l'eau résiduelle piégée dans le déchet contient des sels dissous qui seront comptées comme de la matière sèche (non soluble). De plus, le temps de chauffage pour l'évaporation/séchage est trop court pour avoir un séchage total de la prise d'essai : l'expérience montre qu'il faut au moins une nuit de séchage. Ce mode opératoire entraîne une surestimation du résidu sec.*

Ce mode opératoire permet de déterminer la solubilité "conventionnelle" (rapport L/S=10, solubilité < 100g/L), mais aussi la solubilité "vraie" pour des déchets ayant une forte solubilité (> 100g/L)

LAB MO 08 - Humidité d'un échantillon : séchage à l'étuve à une température de 110°C pendant 2 h.

*La température de séchage est plus élevée que ce qui est conventionnellement utilisé (105°C) et le temps de séchage n'est pas défini comme dans les normes utilisées (séchage jusqu'à masse constante). D'une part la température plus élevée peut aboutir à une déshydratation plus poussée (départ de molécules d'eau liées) et d'autre part à une sous-estimation du taux d'humidité car le séchage, trop court, pourra être incomplet. Donc selon les caractéristiques des échantillons les résultats (humidité) pourront être sur évalués (échantillons contenant des sels hydratés) ou sous évalués (échantillons séchant difficilement). Par ailleurs, les méthodes de détermination de la teneur en eau des déchets basées sur un séchage en étuve prennent en compte dans la teneur en eau toutes les substances dont la température de volatilisation est inférieure à la température de séchage (certains COV sont donc comptés dans la teneur en eau).*

LAB MO 10 - Inflammabilité : Les méthodes reconnues pour tester l'inflammabilité des substances et mélanges sont la détermination du point éclair pour les liquides et la détermination d'une vitesse de propagation de flamme pour les solides (norme NF T 20-042 pour les produits chimiques).

*L'essai proposé consiste plus en l'observation du comportement à la flamme et la détermination d'une perte au feu. En l'absence d'informations pour l'interprétation des résultats de l'essai, il n'est pas possible de se prononcer sur la pertinence de l'essai quant à la détermination de l'inflammabilité des déchets.*

LAB MO 09 - Détermination du pH :

Il n'y a pas de temps indiqué entre l'immersion de l'électrode et la lecture de la valeur du pH. En cas de caractérisation de déchets basiques, sous agitation il peut être observé une augmentation du pH due à la carbonatation de la prise d'essai.

LAB MO 06 - Détermination de la densité apparente : le mode opératoire manque de précision quant à la façon de remplir l'éprouvette. Cela peut aboutir à une mauvaise estimation du volume occupé par le déchet dans le stockage. La mesure décrite dans ce mode opératoire n'a de sens que pour les déchets livrés en vrac ou en big bags. Pour les déchets livrés en fût ou en conditionnement rigide, la densité apparente doit être déterminée comme le rapport entre la masse de déchets livrés en incluant le conditionnement et le volume externe du conditionnement.

LAB MO 07 - Détermination des concentrations en cyanure libre et chrome hexavalent par colorimétrie : Pour les dosages concernés, la description des modes opératoire n'est pas claire. Seul le principe des dosages par colorimétrie est décrit, le détail des méthodes ne l'est pas. En particulier, les méthodes en kit utilisées comportent de nombreuses interférences qui peuvent être problématiques dans le cas de la caractérisation de déchets (dosage par excès ou par défaut et faux blancs ...). Pour le dosage des cyanures libres il est généralement conseillé d'utiliser un réactif complémentaire (hexaver) pour éliminer les interférences avec les métaux, cet ajout n'apparaît pas dans le mode opératoire.

De plus la procédure décrite pour le dosage du chrome hexavalent dans les déchets solides ne correspond à l'état de l'art : il est prescrit une digestion en milieu acide alors que toutes les méthodes normalisées font intervenir une digestion en milieu basique. La digestion en milieu sulfurique abouti souvent à une ... estimation de la concentration en chrome total dans les déchets solides

LAB MO 05 - Analyse semi quantitative par fluorescence X : Mode opératoire très flou ne permettant pas de se prononcer sur la pertinence des choix faits pour ces mesures. Il devait y avoir d'autres éléments pour cette mesure dans la documentation qualité. Le manque de précision des éléments fournis est dommageable à l'interprétation/exploitation de l'ensemble des résultats fournis par l'exploitant.

LAB MO 03 - Consultation des données relatives aux déchets : Il manque la première page du mode opératoire. Mode opératoire axé sur l'exploitation documentaire des renseignements des bases de données.



## **Annexe 2 Résultats d'analyse par code CAP numérique (« STOC2 »)**



	pH				Lixiviabilité				As				Ba				Cr				Mo			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
A1 Sels de trempe cyanurés																								
201	1,0	10,0	10,0	10,0									1,0	56720,0	56720,0	56720,0	1,0	72,6	72,6	72,6				
211	2,0	11,1	11,1	11,0									1,0	49010,0	49010,0	49010,0	2,0	885,0	523,3	161,5				
410	1,0	12,5	12,5	12,5					1,0	14,9	14,9	14,9	1,0	4,7	4,7	4,7	1,0	8,2	8,2	8,2	1,0	0,3	0,3	0,3
414	2,0	10,1	10,0	9,8									2,0	425200,0	212626,3	52,6	2,0	2440,0	1451,0	462,0	1,0	123,2	123,2	123,2
1021	36,0	12,9	10,3	7,7					17,0	280,1	98,8	7,2	36,0	451800,0	47126,8	23,4	30,0	2250,0	525,3	3,7	28,0	531,5	46,3	1,5
10803	1,0	7,9	7,9	7,9					1,0	459,5	459,5	459,5	1,0	1830,0	1830,0	1830,0	1,0	77,3	77,3	77,3				
10907	2,0	13,4	13,1	12,9					1,0	93,6	93,6	93,6					2,0	327,1	226,4	125,7				
10918	2,0	10,8	9,6	8,5					2,0	182,6	167,5	152,3	2,0	903,8	572,5	241,1	2,0	1410,0	781,5	152,9				
11001	1,0	10,9	10,9	10,9					1,0	777,0	777,0	777,0	1,0	3360,0	3360,0	3360,0	1,0	3080,0	3080,0	3080,0	1,0	2730,0	2730,0	2730,0
11101	32,0	12,9	10,8	9,2					15,0	5230,0	1189,2	95,4	28,0	627200,0	31762,7	135,2	30,0	3180,0	901,9	29,3	24,0	2590,0	198,6	12,1
11129	12,0	11,7	11,0	9,8					3,0	170,5	119,7	90,9					12,0	15360,0	1500,3	28,1	11,0	189,5	84,0	22,3
20122	2,0	9,8	9,8	9,8									2,0	1580,0	1029,4	478,7	3,0	1800,0	851,9	102,3	2,0	146,1	82,9	19,7
20429	1,0	10,6	10,6	10,6													1,0	2580,0	2580,0	2580,0				
981001																								
981002	1,0	7,0	7,0	7,0																				
981003	18,0	13,4	11,0	8,5					3,0	560,3	309,4	125,5	17,0	248000,0	53376,6	128,6	16,0	1490,0	530,6	20,3	11,0	922,8	114,6	16,9
981021	2,0	9,3	8,7	8,2					1,0	116,7	116,7	116,7	2,0	10410,0	5357,4	304,8	2,0	3360,0	1962,0	564,0	2,0	33,7	29,0	24,3
981114	1,0	7,0	7,0	7,0																				
981209	1,0	9,2	9,2	9,2									1,0	75,2	75,2	75,2	1,0	140,9	140,9	140,9				
990206	4,0	11,8	10,8	9,8									2,0	44480,0	22587,4	694,7	4,0	760,3	526,9	266,7				
990913									1,0	442,9	442,9	442,9	1,0	207,4	207,4	207,4	1,0	159,4	159,4	159,4				
991003	31,0	13,5	10,5	8,9									27,0	202900,0	43093,7	131,3	28,0	5980,0	1319,1	62,7	20,0	306,0	102,8	11,0
A2 Sels de trempe non cyanurés																								
202	3,0	10,3	10,0	9,8													2,0	385,6	264,3	143,0				
1022	18,0	12,2	9,5	2,6					7,0	371,2	102,4	5,9	12,0	206300,0	58538,7	45,3	12,0	5810,0	616,1	4,3	5,0	547,0	127,1	17,9
1023	1,0	10,0	10,0	10,0									1,0	310900,0	310900,0	310900,0								
1208	1,0	10,1	10,1	10,1																				

INERIS DRC-10-108130-12610B

	pH				Lixiviabilité				As				Ba				Cr				Mo			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
10512	5,0	11,4	10,0	9,2					1,0	120,1	120,1	120,1	1,0	89430,0	89430,0	89430,0	2,0	24040,0	12035,0	30,0	2,0	195,2	104,4	13,5
10921	1,0	9,1	9,1	9,1					1,0	193,0	193,0	193,0	2,0	766,1	478,0	189,9	2,0	439,9	414,8	389,7				
11102	21,0	11,5	9,9	8,2					4,0	473,0	236,4	136,6	12,0	692100,0	121213,0	115,3	18,0	1080,0	235,6	15,7	5,0	40,8	28,7	17,7
11112									1,0	867,6	867,6	867,6	1,0	1250,0	1250,0	1250,0	1,0	621,0	621,0	621,0	1,0	489,8	489,8	489,8
20510	2,0	9,7	7,4	5,1					1,0	151,1	151,1	151,1	1,0	54,1	54,1	54,1	1,0	383,1	383,1	383,1				
981004	13,0	12,6	9,8	4,4									12,0	625800,0	177369,5	313,4	7,0	7400,0	1543,8	16,6	8,0	2650,0	625,0	16,0
981109	4,0	9,6	9,5	9,4													2,0	226,5	122,8	19,2				
990220	3,0	10,1	9,9	9,8									1,0	163100,0	163100,0	163100,0	2,0	7800,0	4127,6	455,2	1,0	57,1	57,1	57,1
991004	28,0	12,9	9,5	5,0					2,0	1010,0	560,9	111,8	20,0	417400,0	83610,6	109,0	14,0	1760,0	748,1	17,5	14,0	55090,0	4348,3	9,6
B10 Produits phytosanitaires																								
804	1,0	7,1	7,1	7,1					1,0	7800,0	7800,0	7800,0												
10221	5,0	12,4	11,7	11,3					5,0	12300,0	11718,0	11270,0					2,0	5,7	5,5	5,4				
10818	1,0	7,3	7,3	7,3					1,0	13840,0	13840,0	13840,0	1,0	525,0	525,0	525,0	1,0	26,0	26,0	26,0				
990609	3,0	9,4	8,7	7,8					3,0	257200,0	209066,7	119700,0	2,0	172,7	167,4	162,0								
B13 Déchets amiantés																								
990411	2,0	9,8	9,3	8,8					1,0	825,7	825,7	825,7	2,0	921,7	657,5	393,3	2,0	16540,0	11290,0	6040,0	2,0	21,2	21,0	20,8
B3 Déchets arseniés																								
109	11,0	12,6	8,0	4,4					11,0	474100,0	306075,5	27930,0	11,0	68140,0	18116,8	775,1	11,0	912,3	679,8	101,8				
111									3,0	3510,0	1687,1	401,4	1,0	310,0	310,0	310,0	3,0	24360,0	8228,7	40,4	1,0	338,2	338,2	338,2
508									1,0	1160,0	1160,0	1160,0					1,0	187,4	187,4	187,4				
509									3,0	29690,0	13453,3	1580,0					3,0	36350,0	26030,0	16070,0	3,0	347,9	310,7	261,7
510	7,0	9,8	7,7	5,7					6,0	163900,0	105780,0	28020,0	1,0	1660,0	1660,0	1660,0	5,0	170,3	84,8	23,7	5,0	101,3	76,9	47,9
512									1,0	16,1	16,1	16,1	1,0	11,8	11,8	11,8	1,0	7,6	7,6	7,6	1,0	0,4	0,4	0,4
704	1,0	5,3	5,3	5,3					1,0	353400,0	353400,0	353400,0					1,0	33,8	33,8	33,8				
803																								
811	134,0	12,4	3,7	1,7					136,0	655200,0	302614,4	25,6	7,0	792,5	418,2	2,9	112,0	2010,0	108,1	4,0	17,0	199,9	87,6	3,0
812	6,0	8,4	6,4	4,4					6,0	342500,0	85092,3	943,7	3,0	1360,0	846,3	8,9	5,0	714,8	320,3	13,5	2,0	281,5	142,2	3,0
813	1,0	5,0	5,0	5,0					1,0	70870,0	70870,0	70870,0	1,0	1000,0	1000,0	1000,0	1,0	639,8	639,8	639,8	1,0	642,5	642,5	642,5
814	3,0	9,0	7,4	5,2					3,0	7240,0	4031,4	44,3	2,0	52,7	46,0	39,2	2,0	1720,0	875,0	30,0	1,0	6,4	6,4	6,4
815	4,0	6,9	6,6	6,2					4,0	237900,0	64605,0	2100,0	3,0	6000,0	2447,3	12,0	4,0	15850,0	4003,7	6,1	3,0	180800,0	60321,6	2,0
1009	38,0	12,0	3,5	2,3					38,0	137700,0	45004,3	14,3	16,0	216,4	84,2	3,9	16,0	211,4	102,5	3,8	36,0	546,1	153,7	8,4
1026	1,0	6,1	6,1	6,1					1,0	240100,0	240100,0	240100,0	1,0	297,4	297,4	297,4	1,0	95,3	95,3	95,3	1,0	1720,0	1720,0	1720,0
10125	1,0	7,7	7,7	7,7					1,0	75,6	75,6	75,6					2,0	21630,0	14295,0	6960,0	2,0	65,8	54,1	42,4

	pH				Lixiviabilité				As				Ba				Cr				Mo			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
10127	4,0	2,6	2,1	1,8					4,0	23730,0	21557,5	20400,0												
10211	16,0	12,4	9,7	3,9					16,0	443400,0	134564,1	446,1	17,0	218000,0	19820,2	19,4	15,0	11670,0	1194,1	12,5	2,0	180,8	108,2	35,6
10514	2,0	10,2	9,6	8,9					2,0	414800,0	413500,0	412200,0	1,0	392,7	392,7	392,7	2,0	227,1	131,1	35,0				
10740	3,0	6,6	3,5	1,2					2,0	451700,0	293650,0	135600,0	2,0	2910,0	2035,0	1160,0	2,0	4620,0	2521,3	422,6	3,0	3680,0	1260,2	32,5
10818	75,0	9,4	7,9	7,0					76,0	123100,0	36246,1	261,1	76,0	5000,0	1295,7	354,4	73,0	394,6	64,8	24,5	26,0	301,6	53,6	14,8
10827	7,0	9,3	7,0	4,5					7,0	212500,0	149410,0	84820,0	5,0	1790,0	639,3	113,3	4,0	117500,0	46107,2	69,0	1,0	1740,0	1740,0	1740,0
10915	1,0	9,7	9,7	9,7					1,0	155400,0	155400,0	155400,0	1,0	594,7	594,7	594,7	1,0	87,4	87,4	87,4	1,0	36,6	36,6	36,6
11022	1,0	7,9	7,9	7,9					1,0	120000,0	120000,0	120000,0	1,0	6780,0	6780,0	6780,0	1,0	3810,0	3810,0	3810,0	1,0	1680,0	1680,0	1680,0
11203	1,0	4,2	4,2	4,2					1,0	422,2	422,2	422,2	1,0	230,3	230,3	230,3	1,0	175,6	175,6	175,6				
20307	7,0	11,5	7,3	3,7					7,0	373300,0	265300,0	194000,0	7,0	53170,0	32365,7	12240,0	2,0	1030,0	629,1	228,1				
20507	2,0	12,3	10,1	7,8					1,0	1930,0	1930,0	1930,0	1,0	162,1	162,1	162,1	1,0	23,8	23,8	23,8				
981017	1,0	9,8	9,8	9,8					1,0	70830,0	70830,0	70830,0												
990103	14,0	12,1	7,3	3,2					14,0	367900,0	245307,1	122700,0	14,0	41440,0	19498,6	6270,0	13,0	797,3	526,1	277,2				
990109									2,0	1430,0	871,9	313,7					2,0	42960,0	21510,5	61,0	1,0	570,1	570,1	570,1
990408	1,0	7,3	7,3	7,3					1,0	188200,0	188200,0	188200,0					1,0	148,2	148,2	148,2	1,0	86,1	86,1	86,1
990409	7,0	10,3	9,0	7,1					7,0	488900,0	251211,4	19880,0	2,0	174,7	168,0	161,2	3,0	255,5	134,5	29,8	4,0	268,3	112,2	32,0
990610	1,0	4,8	4,8	4,8					1,0	81220,0	81220,0	81220,0	1,0	1520,0	1520,0	1520,0	1,0	270,4	270,4	270,4				
B5 Déchets mercuriels																								
110													3,0	5810,0	2188,1	339,9	3,0	1170,0	756,5	311,6	3,0	55,6	35,1	18,8
112	1,0	6,9	6,9	6,9					1,0	201,6	201,6	201,6	1,0	1120,0	1120,0	1120,0	1,0	42,7	42,7	42,7				
329									1,0	625,3	625,3	625,3	1,0	252,6	252,6	252,6	1,0	48,0	48,0	48,0				
921	1,0	3,4	3,4	3,4													1,0	86,9	86,9	86,9				
10229	1,0	9,7	9,7	9,7					1,0	342,6	342,6	342,6					1,0	35,4	35,4	35,4				
10317	18,0	10,9	9,5	3,6					9,0	2160,0	1081,5	56,3	18,0	8290,0	1889,5	57,5	18,0	1340,0	453,3	18,3	9,0	134,7	38,1	1,6
10503	2,0	3,3	3,1	2,9													2,0	762,7	648,8	534,8				
11115	1,0	9,9	9,9	9,9					1,0	309,3	309,3	309,3	1,0	342,6	342,6	342,6	1,0	208,3	208,3	208,3				
11206	3,0	10,9	9,9	9,0									3,0	34850,0	15540,0	5760,0	2,0	226,5	223,2	219,8	3,0	314,4	260,0	205,6
20503	1,0	9,6	9,6	9,6					1,0	252,2	252,2	252,2	1,0	537,5	537,5	537,5	1,0	99,9	99,9	99,9	1,0	50,8	50,8	50,8
981016	1,0	11,6	11,6	11,6									1,0	362,4	362,4	362,4	1,0	82,0	82,0	82,0				
990210	1,0	5,8	5,8	5,8									1,0	199,8	199,8	199,8	1,0	324,1	324,1	324,1				
990305	1,0	10,6	10,6	10,6													1,0	77,1	77,1	77,1				
990813	1,0	8,3	8,3	8,3					76,0	2080,0	511,5	145,2	77,0	3130,0	825,4	257,9	77,0	411,5	133,0	32,3	4,0	21,6	20,6	19,5
991105	1,0	9,8	9,8	9,8																				

INERIS DRC-10-108130-12610B

	pH				Lixiviabilité				As				Ba				Cr				Mo			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
991106	1,0	11,4	11,4	11,4												1,0	66,5	66,5	66,5					
991107	1,0	2,8	2,8	2,8					1,0	633,6	633,6	633,6				1,0	223,3	223,3	223,3					
<b>B6 Terres polluées</b>																								
217	4,0	9,0	7,1	5,6					3,0	401,8	272,3	173,8	3,0	1760,0	985,0	593,8	3,0	369,7	254,8	188,5				
313	4,0	3,2	2,9	2,7																				
319	1,0	8,6	8,6	8,6									1,0	284,4	284,4	284,4	1,0	84,2	84,2	84,2				
402	1,0	9,3	9,3	9,3									1,0	249,2	249,2	249,2	1,0	78,6	78,6	78,6				
403	3,0	8,4	5,2	2,6									3,0	1730,0	1152,3	716,8	3,0	4240,0	2633,3	1500,0	3,0	410,7	170,4	11,6
511	4,0	11,7	11,0	10,7					3,0	755,2	526,2	390,0	2,0	181,8	172,9	164,0	4,0	7670,0	2361,8	367,3	4,0	33970,0	16495,0	2550,0
515	1,0	8,3	8,3	8,3					1,0	332,6	332,6	332,6												
516	1,0	9,8	9,8	9,8									1,0	11950,0	11950,0	11950,0					1,0	282,9	282,9	282,9
613	1,0	9,3	9,3	9,3					1,0	123,5	123,5	123,5	1,0	255,2	255,2	255,2	1,0	224,8	224,8	224,8	1,0	11,8	11,8	11,8
619	1,0	8,3	8,3	8,3									1,0	226,7	226,7	226,7	1,0	56,2	56,2	56,2				
710	2,0	12,4	10,1	7,7					1,0	299,7	299,7	299,7	1,0	635,0	635,0	635,0	2,0	8180,0	4200,7	221,3	1,0	185,9	185,9	185,9
805	1,0	2,9	2,9	2,9									1,0	1200,0	1200,0	1200,0	1,0	73,2	73,2	73,2				
822	2,0	9,4	9,4	9,4									1,0	9120,0	9120,0	9120,0	2,0	2420,0	1281,0	141,9	1,0	304,7	304,7	304,7
901	1,0	10,4	10,4	10,4									1,0	68,7	68,7	68,7	1,0	9510,0	9510,0	9510,0				
903	2,0	8,3	7,8	7,4					2,0	2680,0	1390,5	100,9	2,0	10400,0	5340,6	281,1	2,0	3920,0	2157,7	395,3	2,0	763,6	393,1	22,5
914	13,0	10,7	7,5	1,7					9,0	8890,0	2411,4	68,1	9,0	232,3	97,8	6,8	13,0	13940,0	2781,0	110,1	12,0	4900,0	502,3	12,7
925									2,0	92,3	86,5	80,7	2,0	21,2	16,9	12,7	2,0	3220,0	1936,6	653,2				
1010	1,0	9,1	9,1	9,1									1,0	841,8	841,8	841,8	1,0	70,7	70,7	70,7				
1014	1,0	8,4	8,4	8,4									1,0	94450,0	94450,0	94450,0	1,0	2410,0	2410,0	2410,0				
1121	4,0	9,7	8,7	7,5					4,0	673,9	200,6	7,4	4,0	4530,0	1505,8	79,1	4,0	369,1	176,8	36,5	4,0	61,1	19,7	0,7
1124	2,0	10,2	9,8	9,3					3,0	2310,0	1173,8	51,5	3,0	6470,0	3648,5	585,6	3,0	2060,0	813,4	51,1	3,0	381,8	204,4	20,7
1221	3,0	10,9	8,2	6,6					3,0	2480,0	1087,4	67,3	3,0	1290,0	437,0	3,6	3,0	5910,0	2215,7	42,5				
10120	2,0	8,6	6,7	4,8					1,0	197,6	197,6	197,6					2,0	360,9	302,9	244,8	1,0	52,3	52,3	52,3
10202	1,0	9,1	9,1	9,1					1,0	91,0	91,0	91,0	1,0	26,1	26,1	26,1	1,0	101,9	101,9	101,9				
10203	2,0	7,5	7,5	7,5									2,0	463,3	377,8	292,2	2,0	5850,0	4980,0	4110,0				
10215	2,0	10,8	10,7	10,6													1,0	3,2	3,2	3,2				
10230	1,0	8,6	8,6	8,6					1,0	32,9	32,9	32,9	1,0	69,6	69,6	69,6	1,0	24,7	24,7	24,7				
10309	1,0	8,8	8,8	8,8																				
10315	1,0	8,1	8,1	8,1					1,0	116,0	116,0	116,0	1,0	1720,0	1720,0	1720,0	1,0	390,6	390,6	390,6	1,0	108,0	108,0	108,0
10318	4,0	6,2	3,9	2,5					4,0	6360,0	3887,5	2450,0	3,0	339,9	298,2	268,6	4,0	2220,0	2060,0	1920,0	4,0	280,8	167,4	68,2
10406	1,0	9,3	9,3	9,3					1,0	329,3	329,3	329,3	1,0	1640,0	1640,0	1640,0	1,0	242,4	242,4	242,4				

INERIS DRC-10-108130-12610B

	pH				Lixiviabilité				As				Ba				Cr				Mo			
	Nombr e	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenn e	Mi n	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenn e	Min
10502	1,0	9,6	9,6	9,6																	1,0	261,6	261,6	261,6
10525	1,0	8,3	8,3	8,3									1,0	415,9	415,9	415,9	1,0	157,1	157,1	157,1				
10607	1,0	7,6	7,6	7,6					1,0	989,0	989,0	989,0	1,0	47,4	47,4	47,4	1,0	94,1	94,1	94,1	1,0	5,8	5,8	5,8
10621	1,0	12,4	12,4	12,4					1,0	130,8	130,8	130,8	1,0	1030,0	1030,0	1030,0	1,0	83,7	83,7	83,7				
10623	2,0	9,3	9,1	8,9					2,0	347,5	338,6	329,6	2,0	1790,0	1720,0	1650,0	2,0	258,4	239,4	220,3	1,0	16,3	16,3	16,3
10701	2,0	4,5	4,5	4,5									2,0	81160,0	40800,2	440,3	1,0	98,4	98,4	98,4	1,0	21,8	21,8	21,8
10818	3,0	9,8	9,3	8,2					3,0	22340,0	14383,3	9690,0	3,0	2600,0	2146,7	1790,0	3,0	82,6	58,9	46,0	1,0	32,9	32,9	32,9
10824	2,0	10,1	9,9	9,8					2,0	396,5	375,8	355,0	2,0	3280,0	1807,1	334,1	2,0	7630,0	4395,0	1160,0				
10903	22,0	11,1	9,8	8,7					21,0	940,4	241,7	124,1	22,0	891,3	279,3	169,8	22,0	759,1	141,9	64,1	1,0	186,4	186,4	186,4
10904	2,0	8,6	8,5	8,4					2,0	108,9	92,0	75,2	1,0	52,9	52,9	52,9								
10911	1,0	9,4	9,4	9,4													1,0	306,2	306,2	306,2				
10913	3,0	4,2	3,5	3,1					3,0	14380,0	9250,0	3530,0	3,0	229,9	216,8	208,8	3,0	44060,0	18980,0	1080,0	2,0	724,5	392,7	60,9
10914																								
11015	1,0	9,0	9,0	9,0									1,0	1590,0	1590,0	1590,0	1,0	1840,0	1840,0	1840,0	1,0	69,2	69,2	69,2
11027	10,0	10,5	10,2	9,8													10,0	4020,0	2382,0	1460,0	10,0	379,7	89,7	39,0
11108	1,0	7,2	7,2	7,2					1,0	316,2	316,2	316,2	1,0	1110,0	1110,0	1110,0	1,0	2990,0	2990,0	2990,0	1,0	45,6	45,6	45,6
11123	1,0	3,5	3,5	3,5									1,0	3620,0	3620,0	3620,0	1,0	373,7	373,7	373,7	1,0	58,6	58,6	58,6
11127	1,0	10,2	10,2	10,2													1,0	3040,0	3040,0	3040,0	1,0	340,7	340,7	340,7
11128	2,0	7,2	7,1	6,9									2,0	1640,0	1181,1	722,1	2,0	327,3	321,1	314,8	1,0	26,4	26,4	26,4
11204	2,0	7,3	6,3	5,3													2,0	245200,0	212800,0	180400,0				
11215	1,0	4,4	4,4	4,4																				
20112	1,0	1,9	1,9	1,9					1,0	264,6	264,6	264,6	1,0	626,1	626,1	626,1	1,0	1710,0	1710,0	1710,0	1,0	123,1	123,1	123,1
20124	1,0	10,5	10,5	10,5									1,0	207,4	207,4	207,4	1,0	1350,0	1350,0	1350,0	1,0	78,9	78,9	78,9
20130	1,0	12,8	12,8	12,8					1,0	2070,0	2070,0	2070,0	1,0	200,9	200,9	200,9	1,0	72,0	72,0	72,0	1,0	42,8	42,8	42,8
20131	3,0	10,3	9,2	7,8					3,0	2980,0	2005,6	956,8	3,0	2490,0	1616,7	1030,0	3,0	332,5	170,4	63,7	3,0	756,5	582,5	299,0
20201	1,0	2,9	2,9	2,9					1,0	1880,0	1880,0	1880,0	1,0	274,8	274,8	274,8	1,0	965,6	965,6	965,6	1,0	18,1	18,1	18,1
20304	2,0	8,8	8,6	8,5					1,0	299,9	299,9	299,9	2,0	3390,0	1947,0	503,9	2,0	458,9	440,0	421,1	2,0	58,7	49,8	41,0
20314	1,0	11,3	11,3	11,3					1,0	285,2	285,2	285,2	1,0	1070,0	1070,0	1070,0	1,0	94,1	94,1	94,1				
20402	3,0	10,9	5,5	2,7													1,0	615,2	615,2	615,2				
20403	1,0	9,1	9,1	9,1					1,0	407,4	407,4	407,4	1,0	1830,0	1830,0	1830,0	1,0	2210,0	2210,0	2210,0	1,0	22,7	22,7	22,7
20425	1,0	8,2	8,2	8,2																				
20505	1,0	12,2	12,2	12,2																				
20531	7,0	4,9	4,4	3,2					1,0	114,6	114,6	114,6	1,0	102,8	102,8	102,8	3,0	68,5	55,7	43,3				

INERIS DRC-10-108130-12610B

	pH				Lixiviabilité				As				Ba				Cr				Mo			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
20601	1,0	9,3	9,3	9,3																				
20612	1,0	7,5	7,5	7,5					1,0	231,4	231,4	231,4	1,0	88,5	88,5	88,5	1,0	29,5	29,5	29,5	1,0	28,7	28,7	28,7
20614	2,0	8,7	8,0	7,3					2,0	983,8	619,8	255,8					1,0	186,1	186,1	186,1	1,0	353,1	353,1	353,1
20713	4,0	5,4	4,7	4,2									3,0	15010,0	8676,7	4660,0	3,0	65,4	59,8	48,8				
20806	1,0	8,8	8,8	8,8					1,0	440,9	440,9	440,9	1,0	493,2	493,2	493,2	1,0	2340,0	2340,0	2340,0				
981108	3,0	7,5	7,3	7,1					1,0	133,2	133,2	133,2	3,0	1100,0	938,4	767,1	3,0	207,2	182,6	159,1				
981216	1,0	11,4	11,4	11,4					1,0	371,1	371,1	371,1					1,0	669,6	669,6	669,6				
990105	1,0	10,3	10,3	10,3																				
990212	61,0	9,1	8,3	7,7					29,0	186,2	132,8	101,7	59,0	692,8	324,4	106,5	60,0	165,0	105,9	57,3				
990406	1,0	6,0	6,0	6,0													1,0	1630,0	1630,0	1630,0	1,0	148,4	148,4	148,4
990705	2,0	10,3	10,2	10,0					2,0	979,3	628,5	277,6	2,0	872,3	748,0	623,6	2,0	672,9	475,9	278,9	2,0	149,3	88,1	26,8
990806	1,0	10,3	10,3	10,3									1,0	811,0	811,0	811,0	1,0	30,0	30,0	30,0				
990901									1,0	381,2	381,2	381,2					1,0	1720,0	1720,0	1720,0	1,0	42,1	42,1	42,1
990915	13,0	10,1	6,2	2,2					9,0	17020,0	2886,0	87,1	6,0	702,1	372,5	130,2	14,0	47130,0	8703,7	721,3	10,0	693,2	155,2	19,3
981108	32,0	11,1	9,0	4,4					43,0	6370,0	3949,0	888,1	43,0	4460,0	1323,1	625,2	43,0	283,7	114,4	39,5	1,0	76,9	76,9	76,9
B9 Résidus d'incinération																								
215	1,0	10,3	10,3	10,3																				
410	22,0	12,5	12,0	10,7					22,0	656,1	401,2	188,5	22,0	1540,0	487,3	126,4	22,0	817,7	324,8	103,7	6,0	44,5	21,5	12,0
512	10,0	12,1	11,8	11,2					7,0	302,4	238,7	186,3	9,0	511,9	411,8	292,4	9,0	351,4	296,0	244,9	3,0	15,8	14,9	13,0
981011	51,0	13,0	11,5	9,3					47,0	3200,0	729,8	252,9	51,0	1660,0	769,3	186,1	50,0	1680,0	476,4	156,1	51,0	9220,0	1359,1	125,7
981114	37,0	11,7	10,6	7,5					25,0	1170,0	326,8	80,3	3,0	170,8	137,5	102,7	34,0	1820,0	475,3	10,6	9,0	58,2	28,6	14,0
981216	1,0	11,1	11,1	11,1					1,0	629,8	629,8	629,8	1,0	1240,0	1240,0	1240,0	1,0	2910,0	2910,0	2910,0	1,0	83,0	83,0	83,0
990411	3,0	6,9	6,6	6,1									3,0	1670,0	1403,3	1200,0	3,0	382,5	373,2	354,9				
990614	3,0	9,6	8,1	6,1					3,0	497,9	292,9	171,1	4,0	7000,0	4232,5	1250,0	4,0	3430,0	2220,9	953,5	4,0	661,3	235,4	84,6
990815	38,0	11,7	10,8	9,7					26,0	835,8	226,5	62,6					38,0	3210,0	987,1	78,3	11,0	39,6	18,1	12,0
990901	3,0	7,0	6,7	6,3					3,0	679,4	435,8	269,5	3,0	1300,0	1025,3	755,8	3,0	776,9	616,8	487,0	3,0	77,7	63,2	41,5
990912	43,0	12,4	10,7	8,8					41,0	3020,0	924,9	139,1	41,0	6790,0	1753,7	90,4	42,0	1790,0	688,7	119,3	42,0	50730,0	2157,9	11,9
991002	4,0	11,2	11,1	10,8					4,0	1560,0	757,5	283,0	4,0	752,6	620,3	460,5	4,0	618,4	470,2	394,2	3,0	26,6	20,5	16,7
C4 Déchets chromiques																								
206	3,0	10,7	9,4	8,7									3,0	3500,0	2650,0	1290,0	3,0	35430,0	22553,3	1720,0				
832	1,0	8,0	8,0	8,0					1,0	166,6	166,6	166,6	1,0	4380,0	4380,0	4380,0	1,0	413,4	413,4	413,4				
902	4,0	10,3	8,4	6,8					2,0	12010,0	6011,0	12,0	1,0	17,5	17,5	17,5	4,0	118300,0	31272,0	4,6	1,0	1,2	1,2	1,2
10114	1,0	8,7	8,7	8,7													1,0	40,8	40,8	40,8				

INERIS DRC-10-108130-12610B

	pH				Lixiviabilité				As				Ba				Cr				Mo			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
10115	4,0	12,0	9,8	8,9									4,0	13230,0	4081,5	365,9	4,0	61470,0	30947,5	5200,0	2,0	98,1	81,7	65,4
10912	1,0	9,4	9,4	9,4					1,0	181,7	181,7	181,7	1,0	197,2	197,2	197,2	1,0	74400,0	74400,0	74400,0	1,0	90,3	90,3	90,3
20120	1,0	6,2	6,2	6,2									1,0	9590,0	9590,0	9590,0	1,0	54320,0	54320,0	54320,0				
20121	3,0	9,1	8,7	8,1					2,0	19770,0	9961,1	152,1	3,0	2650,0	1556,0	428,1	3,0	13310,0	9663,3	4840,0	2,0	408,1	257,3	106,4
981005	6,0	12,1	10,3	7,1									3,0	3930,0	1934,6	909,8	3,0	71530,0	48150,0	36240,0	1,0	69,4	69,4	69,4
981020	10,0	10,8	8,1	4,2					1,0	305,2	305,2	305,2	5,0	21600,0	10885,2	275,8	5,0	57350,0	28196,8	884,0	3,0	657,0	264,2	63,7
990207	2,0	9,0	9,0	9,0									1,0	87330,0	87330,0	87330,0	1,0	179600,0	179600,0	179600,0				
990612	1,0	4,7	4,7	4,7													1,0	276900,0	276900,0	276900,0	1,0	49610,0	49610,0	49610,0
990906	1,0	8,5	8,5	8,5													1,0	590,2	590,2	590,2				
990913	3,0	11,2	9,2	6,7					1,0	169,6	169,6	169,6	3,0	799,6	404,8	169,3	3,0	184100,0	113120,0	63230,0	3,0	120,8	97,7	79,8
991008	1,0	11,3	11,3	11,3									1,0	214,3	214,3	214,3	2,0	62040,0	33820,0	5600,0	1,0	1750,0	1750,0	1750,0
991101	4,0	13,1	9,7	7,9									2,0	44040,0	23260,0	2480,0	4,0	57220,0	41212,5	4830,0	4,0	2870,0	1582,4	63,5
C8 Déchets de galvanisation																								
108	10,0	8,9	7,0	2,6					1,0	378,0	378,0	378,0	9,0	166500,0	27249,5	207,6	10,0	24000,0	9556,6	41,0	5,0	1230,0	605,1	52,8
212	1,0	8,5	8,5	8,5													1,0	230,9	230,9	230,9	1,0	44,7	44,7	44,7
919	1,0	7,1	7,1	7,1									1,0	844,0	844,0	844,0	1,0	4860,0	4860,0	4860,0	1,0	65,7	65,7	65,7
10112	7,0	12,7	9,6	8,5					2,0	208,4	114,8	21,3	7,0	11790,0	2870,0	34,0	7,0	2030,0	822,2	234,6	5,0	34,9	16,7	3,1
10113	1,0	4,6	4,6	4,6									1,0	108400,0	108400,0	108400,0	1,0	480,1	480,1	480,1	1,0	41,6	41,6	41,6
10822	1,0	10,3	10,3	10,3													1,0	68,8	68,8	68,8				
11009	7,0	10,2	9,2	8,0					4,0	499,9	279,7	129,2	2,0	125,1	110,6	96,2	6,0	35250,0	22293,3	10460,0	3,0	86,6	47,7	25,8
11106	1,0	9,0	9,0	9,0									1,0	166300,0	166300,0	166300,0	1,0	120,0	120,0	120,0	1,0	50,2	50,2	50,2
20118	3,0	9,0	8,7	8,5					1,0	388,1	388,1	388,1	3,0	52190,0	23556,7	5100,0	3,0	3070,0	1675,3	565,8	2,0	86,1	67,6	49,0
20119	3,0	9,5	7,0	4,9					1,0	159,3	159,3	159,3	2,0	144,1	131,3	118,5	2,0	4860,0	4530,0	4200,0	3,0	351,4	247,7	63,4
990101	1,0	5,5	5,5	5,5									1,0	155,1	155,1	155,1	1,0	257,0	257,0	257,0				
990102	12,0	10,7	8,6	6,4					7,0	1620,0	460,7	129,8	10,0	5510,0	1470,7	136,5	12,0	2250,0	864,9	59,1	7,0	475,3	165,0	30,4
990410																								
D11 Catalyseurs usés																								
D12 Déchets de laboratoire	21,0	12,6	9,4	3,6	4,0	81,5	39,0	1,2	12,0	49620,0	17262,5	11,4	11,0	2120,0	931,1	10,2	15,0	1040,0	355,7	16,1	7,0	4030,0	1476,2	24,1
121	3,0	10,4	10,1	9,9					1,0	233,9	233,9	233,9	3,0	137,5	103,7	71,9	3,0	64,3	48,6	34,7				
315	2,0	12,6	12,6	12,6					2,0	49620,0	30470,0	11320,0	1,0	1820,0	1820,0	1820,0	2,0	1040,0	770,5	501,0	2,0	861,2	472,9	84,6
10211	1,0	8,8	8,8	8,8					1,0	32330,0	32330,0	32330,0	1,0	2120,0	2120,0	2120,0	1,0	846,9	846,9	846,9	1,0	4030,0	4030,0	4030,0
10606	6,0	11,9	8,5	3,6					5,0	43760,0	17894,9	371,6	4,0	2010,0	1115,2	88,3	5,0	984,9	427,4	43,7	2,0	3810,0	2287,5	764,9

INERIS DRC-10-108130-12610B

	pH				Lixiviabilité				As				Ba				Cr				Mo			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
990211	5,0	10,0	9,8	9,4												2,0	135,0	91,3	47,6	1,0	24,1	24,1	24,1	
D7 Résidus de l'électronique																								
316	1,0	9,0	9,0	9,0																				
10305	1,0	7,1	7,1	7,1												1,0	0,6	0,6	0,6					
20712																								
990302	2,0	7,5	7,4	7,2					1,0	3620,0	3620,0	3620,0				1,0	24,9	24,9	24,9					
E13 Déchets amiantés	19,0	12,7	10,7	8,2	2,0	1,1	1,1	1,1	13,0	2490,0	560,3	8,8	15,0	2170,0	760,5	10,4	19,0	50610,0	5848,0	8,1	11,0	1400,0	342,1	0,7
410	2,0	12,4	11,9	11,4					2,0	321,0	166,9	12,8	2,0	541,4	284,2	27,0	2,0	211,9	112,6	13,4	1,0	0,7	0,7	0,7
802	5,0	10,8	9,5	8,2					2,0	375,0	253,7	132,3	3,0	1770,0	884,5	277,9	5,0	50610,0	15297,3	196,3	3,0	56,9	32,4	19,0
1013	3,0	11,7	11,3	11,1					3,0	740,9	572,0	377,3	3,0	2170,0	1220,7	422,2	3,0	1700,0	1383,3	1060,0	3,0	1400,0	984,0	212,0
10406	1,0	12,3	12,3	12,3					1,0	429,8	429,8	429,8	1,0	963,3	963,3	963,3	1,0	299,7	299,7	299,7	1,0	18,1	18,1	18,1
10501	2,0	12,2	12,0	11,8					2,0	386,7	197,8	8,8	2,0	394,4	202,4	10,4	2,0	297,4	152,8	8,1	1,0	13,3	13,3	13,3
10808	1,0	11,1	11,1	11,1													1,0	76,9	76,9	76,9				
20130	1,0	11,2	11,2	11,2					1,0	2490,0	2490,0	2490,0	1,0	164,4	164,4	164,4	1,0	37,1	37,1	37,1	1,0	661,7	661,7	661,7
20401	1,0	12,7	12,7	12,7					1,0	650,3	650,3	650,3	1,0	296,8	296,8	296,8	1,0	320,9	320,9	320,9				
990901	1,0	10,6	10,6	10,6					1,0	760,6	760,6	760,6					1,0	1780,0	1780,0	1780,0				
E9 Résidus de l'incinération																								
410	184,0	13,0	12,2	10,6					181,0	1950,0	304,2	8,7	185,0	3080,0	547,8	6,1	185,0	1050,0	251,9	3,7	85,0	95,8	14,3	0,3
512	116,0	13,5	11,9	2,8					118,0	124500,0	2364,0	6,9	118,0	59580,0	879,7	8,7	119,0	852,9	229,7	6,5	64,0	167,4	19,2	0,3
515	5,0	8,9	8,7	8,5					5,0	366,8	148,6	9,2												
801	1,0	12,0	12,0	12,0					1,0	202,3	202,3	202,3					1,0	30,3	30,3	30,3				
811	1,0	4,0	4,0	4,0					1,0	285600,0	285600,0	285600,0					1,0	341,6	341,6	341,6	1,0	137,9	137,9	137,9
817	39,0	12,4	10,8	9,8					36,0	924,5	254,4	5,8	2,0	1690,0	947,9	205,7	39,0	7890,0	1401,3	3,8	7,0	99,8	29,5	1,1
824	1,0	6,6	6,6	6,6									1,0	1010,0	1010,0	1010,0	1,0	282,1	282,1	282,1				
1013	78,0	12,5	11,3	9,7					80,0	29300,0	1046,4	11,0	81,0	8530,0	1152,3	4,0	81,0	3590,0	656,3	6,4	81,0	15170,0	1058,5	4,4
1112	4,0	11,9	11,9	11,9					1,0	192,3	192,3	192,3	4,0	1370,0	1157,5	943,4	4,0	810,9	778,3	740,1	4,0	34,1	26,2	19,3
1125	3,0	11,2	10,1	9,1					2,0	352,2	179,1	6,0	3,0	115200,0	38908,3	14,8	2,0	1800,0	1182,6	565,2	2,0	460,3	230,9	1,6
1209	5,0	9,4	7,8	6,5					4,0	882,8	475,3	58,2	4,0	1000,0	629,0	53,0	4,0	947,7	534,9	80,2	4,0	70,9	45,4	16,1
10406	200,0	12,7	12,3	10,4					202,0	52950,0	822,7	6,3	202,0	2370,0	484,8	5,7	203,0	2070,0	277,0	5,0	82,0	755,8	31,0	0,3
10501	142,0	12,8	12,2	10,4					143,0	173200,0	2633,8	5,5	144,0	6040,0	413,4	7,5	143,0	71690,0	748,9	6,8	65,0	844,5	33,7	0,4
10513	1,0	3,6	3,6	3,6									1,0	887,2	887,2	887,2	1,0	943,2	943,2	943,2	1,0	38,9	38,9	38,9
10527	11,0	10,5	8,8	6,1					11,0	1350,0	368,6	6,2	3,0	1020,0	566,1	219,3	3,0	382,1	243,4	134,3	9,0	7970,0	1858,2	14,9
10808	39,0	12,6	11,2	10,3					38,0	8120,0	669,9	125,4	6,0	1250,0	477,7	84,1	42,0	3930,0	626,8	35,4	16,0	594,6	78,2	9,2

	pH				Lixiviabilité				As				Ba				Cr				Mo			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
10903	1,0	10,6	10,6	10,6					1,0	154,8	154,8	154,8	1,0	221,8	221,8	221,8	1,0	86,3	86,3	86,3				
10913	2,0	12,4	11,4	10,3					2,0	9800,0	8500,0	7200,0	2,0	254,6	157,4	60,1	2,0	1160,0	949,4	738,7	2,0	83,2	69,3	55,4
11001	91,0	13,8	11,2	9,2					89,0	3330,0	1134,9	230,2	88,0	8750,0	1280,7	85,0	89,0	2670,0	794,4	10,2	84,0	10550,0	943,4	18,2
11101	2,0	11,0	10,5	10,1					1,0	545,3	545,3	545,3	2,0	2980,0	2905,0	2830,0	2,0	1120,0	1085,0	1050,0	2,0	420,1	226,5	32,8
20128	1,0	9,0	9,0	9,0					1,0	280,1	280,1	280,1	1,0	3060,0	3060,0	3060,0	1,0	323,2	323,2	323,2	1,0	78,9	78,9	78,9
20129	1,0	3,1	3,1	3,1													1,0	3190,0	3190,0	3190,0	1,0	257,3	257,3	257,3
20130	56,0	12,8	10,7	4,3					56,0	13520,0	2404,1	243,0	55,0	683300,0	12834,4	54,5	52,0	1720,0	140,3	16,5	54,0	1870,0	268,4	18,1
20220	10,0	12,1	11,2	10,2					8,0	601,0	385,4	234,8	10,0	3250,0	2778,0	2250,0	10,0	847,7	710,4	508,3	10,0	49,5	36,9	24,8
20305	1,0	10,0	10,0	10,0									1,0	12000,0	12000,0	12000,0	1,0	3900,0	3900,0	3900,0	1,0	24,9	24,9	24,9
20401	68,0	13,0	12,3	10,4					66,0	3930,0	522,6	168,1	68,0	1970,0	514,1	159,9	68,0	1020,0	403,2	163,9	30,0	132,0	21,9	12,2
20414	2,0	11,5	10,9	10,2					2,0	422,2	308,2	194,2	2,0	1110,0	929,6	749,1	2,0	909,9	867,4	824,8	2,0	48,1	42,7	37,4
20431	1,0	6,9	6,9	6,9					1,0	999,9	999,9	999,9	1,0	1660,0	1660,0	1660,0	1,0	543,9	543,9	543,9	1,0	53,8	53,8	53,8
20501	35,0	12,6	12,2	11,0					36,0	4980,0	489,1	158,0	35,0	1200,0	414,0	76,7	36,0	994,6	332,6	148,3	18,0	49,5	18,6	13,6
20506	5,0	11,7	11,6	11,4					2,0	101,2	96,9	92,7					4,0	37,9	32,9	29,2				
20521	1,0	3,8	3,8	3,8																				
20623	11,0	12,5	12,2	11,0					11,0	804,7	617,6	352,3	1,0	421,8	421,8	421,8	11,0	339,2	144,9	71,6	1,0	21,6	21,6	21,6
20730	1,0	2,3	2,3	2,3									1,0	622,3	622,3	622,3	1,0	4590,0	4590,0	4590,0	1,0	249,5	249,5	249,5
20808	3,0	11,3	11,3	11,3					3,0	230,4	174,1	145,7					3,0	436,1	430,5	426,2				
20831	7,0	9,6	9,4	9,3					7,0	1030,0	779,9	656,2	6,0	3170,0	1357,3	167,2	7,0	1680,0	1030,9	481,2	3,0	22,0	19,6	15,6
990815	1,0	7,5	7,5	7,5									1,0	522,9	522,9	522,9	1,0	812,9	812,9	812,9	1,0	96,4	96,4	96,4
990901	13,0	11,5	10,5	7,8					8,0	714,8	289,2	124,9	1,0	246,0	246,0	246,0	13,0	3140,0	697,8	20,3	3,0	44,4	36,1	30,2
990912	2,0	12,6	11,9	11,2					2,0	518,9	466,4	413,9	2,0	879,6	703,9	528,2	2,0	937,7	746,7	555,6	2,0	45,0	38,7	32,5
991002	37,0	12,3	11,1	9,3					35,0	4110,0	1287,6	275,4	36,0	9710,0	2178,1	243,0	36,0	1870,0	696,3	130,5	36,0	19450,0	2472,5	214,6
991009	2,0	10,9	10,8	10,7					2,0	2420,0	1492,0	563,9	2,0	773,7	769,3	764,8	2,0	364,3	349,8	335,3	2,0	36,3	28,2	20,1

	Ni				Cu				Pb				Sb				Se				Zn			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
A1 Sels de trempe cyanurés																								
201	1,0	161,8	161,8	161,8	1,0	1530,0	1530,0	1530,0	1,0	57,5	57,5	57,5									1,0	87,1	87,1	87,1
211	2,0	16640,0	8751,1	862,2	2,0	7550,0	4410,0	1270,0	2,0	1560,0	880,4	200,8	1,0	50,4	50,4	50,4					2,0	8930,0	5685,0	2440,0
410	1,0	2,4	2,4	2,4	1,0	24,1	24,1	24,1	1,0	114,9	114,9	114,9	1,0	12,9	12,9	12,9					1,0	488,0	488,0	488,0
414	2,0	684,2	383,3	82,3	2,0	200,5	119,4	38,4	1,0	113,4	113,4	113,4									2,0	165,9	159,3	152,6
1021	36,0	15430,0	2551,5	5,2	36,0	8040,0	1089,4	3,8	34,0	15300,0	664,3	2,1	11,0	278,3	40,0	1,2	6,0	89,8	76,5	55,4	36,0	42240,0	7252,8	18,7
10803	1,0	92,9	92,9	92,9	1,0	152,4	152,4	152,4	1,0	502,6	502,6	502,6									1,0	714,6	714,6	714,6
10907	2,0	409,4	388,3	367,2																	1,0	48,5	48,5	48,5
10918	2,0	9050,0	4612,3	174,5	2,0	1520,0	853,8	187,5	2,0	494,4	267,9	41,5									2,0	10070,0	5446,8	823,6
11001	1,0	2140,0	2140,0	2140,0	1,0	3360,0	3360,0	3360,0	1,0	4590,0	4590,0	4590,0	1,0	167,8	167,8	167,8					1,0	16890,0	16890,0	16890,0
11101	28,0	15310,0	2201,2	31,4	28,0	20770,0	5482,1	36,4	20,0	3220,0	1122,4	67,4	8,0	191,5	79,4	35,8					26,0	44360,0	14384,4	65,7
11129	12,0	197,7	93,6	23,8	7,0	116,3	51,1	18,8	1,0	39,9	39,9	39,9	1,0	16,1	16,1	16,1	1,0	15,6	15,6	15,6	10,0	3160,0	958,8	105,5
20122	2,0	4640,0	2400,0	159,9	3,0	5980,0	2029,7	45,4	2,0	3510,0	2340,0	1170,0	2,0	149,7	147,5	145,2					3,0	63720,0	29106,7	1060,0
20429	1,0	136,7	136,7	136,7																				
981001																								
981002																								
981003	16,0	7620,0	966,9	60,5	15,0	52870,0	5290,0	55,3	11,0	3420,0	757,2	44,5	1,0	64,3	64,3	64,3					15,0	45940,0	15721,9	97,4
981021	2,0	2690,0	1413,9	137,8	2,0	2280,0	1176,0	72,0	2,0	17580,0	8813,2	46,4	1,0	105,7	105,7	105,7					2,0	4570,0	2361,2	152,3
981114																								
981209	1,0	46,4	46,4	46,4	1,0	15,9	15,9	15,9	1,0	20,5	20,5	20,5									1,0	21,0	21,0	21,0
990206	4,0	2360,0	805,9	84,4	2,0	8680,0	7535,0	6390,0	4,0	1100,0	498,7	120,0									4,0	131600,0	63660,0	6770,0
990913	1,0	66,4	66,4	66,4	1,0	901,8	901,8	901,8	1,0	4770,0	4770,0	4770,0	1,0	334,6	334,6	334,6					1,0	15450,0	15450,0	15450,0
991003	27,0	19890,0	2141,3	25,4	23,0	49540,0	3109,1	25,8	21,0	59410,0	12736,9	39,7	14,0	1130,0	241,4	43,7	10,0	49,2	34,9	12,0	22,0	52180,0	21927,1	30,8
A2 Sels de trempe non cyanurés																								
202	3,0	88,7	45,5	14,8	2,0	24,2	16,8	9,5													1,0	108,5	108,5	108,5
1022	15,0	2450,0	464,6	1,8	12,0	1510,0	455,6	9,4	9,0	609,5	144,7	2,0									13,0	1260,0	516,7	5,8
1023																								
1208													1,0	512,6	512,6	512,6					1,0	3,6	3,6	3,6
10512	4,0	2670,0	726,1	21,1	2,0	32,9	31,8	30,7	1,0	3510,0	3510,0	3510,0	1,0	1,6	1,6	1,6					2,0	101,7	74,8	48,0
10921	2,0	174,8	126,5	78,3	1,0	67,9	67,9	67,9	1,0	39,4	39,4	39,4	1,0	10,1	10,1	10,1					2,0	158,4	102,3	46,1
11102	15,0	1410,0	202,5	19,6	16,0	1570,0	239,2	19,8	9,0	3130,0	658,9	30,6	3,0	187,0	72,0	12,3					14,0	11660,0	1443,6	47,6
11112	1,0	1310,0	1310,0	1310,0	1,0	1100,0	1100,0	1100,0	1,0	2910,0	2910,0	2910,0	1,0	128,5	128,5	128,5					1,0	8870,0	8870,0	8870,0
20510																					1,0	446,3	446,3	446,3
981004	12,0	40000,0	3830,2	22,3	7,0	4420,0	845,2	20,8	3,0	3610,0	1355,8	34,3	1,0	139,1	139,1	139,1					6,0	26480,0	6374,6	50,0
981109									1,0	561,5	561,5	561,5									1,0	244,1	244,1	244,1
990220	2,0	440,9	348,1	255,3	2,0	124,2	78,5	32,8																
991004	19,0	2600,0	357,7	13,4	13,0	1800,0	335,9	25,9	10,0	6970,0	756,3	28,8	2,0	336,2	187,5	38,7					13,0	120500,0	12284,6	20,6
B10 Produits phytosanitaires																								

INERIS DRC-10-108130-12610B

	Ni				Cu				Pb				Sb				Se				Zn				
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	
A1 Sels de trempe cyanurés																									
804					1,0	6,1	6,1	6,1	1,0	12620,0	12620,0	12620,0	1,0	2,2	2,2	2,2					1,0	34,3	34,3	34,3	
10221	4,0	6,8	6,5	6,2	5,0	19,3	15,6	8,1	5,0	64,2	40,2	12,1	5,0	73,7	59,1	45,2	3,0	20,9	12,7	7,4	5,0	4650,0	3910,0	3010,0	
10818	1,0	62,2	62,2	62,2	1,0	86,8	86,8	86,8	1,0	1340,0	1340,0	1340,0	1,0	73,1	73,1	73,1					1,0	233,4	233,4	233,4	
990609	2,0	87,3	74,7	62,1	3,0	2310,0	1084,9	132,5	3,0	282300,0	95671,2	483,5	3,0	5000,0	2440,9	32,6					3,0	4950,0	2300,1	100,4	
B13 Déchets amiantés																									
990411	2,0	207,8	176,1	144,4	2,0	347,9	325,8	303,7	2,0	314,1	218,8	123,4	2,0	2810,0	1543,5	276,9					2,0	17680,0	10950,0	4220,0	
B3 Déchets arseniés																									
109	9,0	388,3	114,3	58,0	1,0	69,5	69,5	69,5	8,0	415,2	267,0	167,2	11,0	539,2	291,9	35,3	8,0	489,1	336,8	173,8	11,0	96260,0	65003,6	9910,0	
111	5,0	247400,0	106054,5	132,6	5,0	137500,0	55936,0	290,1									3,0	153,8	99,0	71,5	5,0	7680,0	3493,9	39,7	
508	1,0	36,5	36,5	36,5	1,0	74,2	74,2	74,2													1,0	474,3	474,3	474,3	
509	3,0	17840,0	10743,3	5920,0	3,0	462,6	277,2	131,7					2,0	509,5	301,4	93,3									
510	6,0	120,7	69,3	33,1	5,0	172,4	100,2	50,7	5,0	233,0	136,3	67,0	6,0	1030,0	376,2	48,3	2,0	77,2	61,4	45,7	7,0	1060,0	555,5	47,7	
512	1,0	3,7	3,7	3,7	1,0	17,6	17,6	17,6	1,0	72,8	72,8	72,8	1,0	7,6	7,6	7,6					1,0	252,9	252,9	252,9	
704	1,0	34,3	34,3	34,3	1,0	112,7	112,7	112,7	1,0	1710,0	1710,0	1710,0	1,0	442,2	442,2	442,2					1,0	123,1	123,1	123,1	
803	1,0	191700,0	191700,0	191700,0	1,0	53150,0	53150,0	53150,0									1,0	45,8	45,8	45,8	1,0	5220,0	5220,0	5220,0	
811	133,0	1650,0	141,4	3,3	136,0	39390,0	6882,3	13,2	136,0	132000,0	32049,9	16,8	136,0	78110,0	19080,0	3,4	26,0	613,2	205,6	6,0	136,0	29700,0	6851,5	22,5	
812	6,0	2020,0	728,6	9,9	6,0	426000,0	89473,8	262,5	6,0	28550,0	9312,0	38,5	6,0	16980,0	5217,8	105,2	2,0	13,4	10,8	8,2	6,0	16310,0	4435,7	94,0	
813	1,0	955,0	955,0	955,0	1,0	52520,0	52520,0	52520,0	1,0	10440,0	10440,0	10440,0	1,0	5160,0	5160,0	5160,0					1,0	7190,0	7190,0	7190,0	
814	3,0	448,6	225,6	49,9	3,0	9690,0	5943,9	811,6	2,0	6240,0	3304,6	369,1	3,0	10000,0	3447,4	5,6					2,0	1770,0	1062,6	355,2	
815	4,0	709,4	225,2	12,9	4,0	7800,0	3269,9	599,5	4,0	7350,0	2128,9	160,5	4,0	3240,0	1273,6	49,9	1,0	465,4	465,4	465,4	4,0	3280,0	1320,4	291,6	
1009	38,0	669,1	294,0	3,4	38,0	21040,0	3607,3	22,0	38,0	82620,0	15215,5	80,9	38,0	32140,0	10901,5	19,3	3,0	84,6	32,8	6,8	38,0	29980,0	13752,4	341,8	
1026	1,0	369,4	369,4	369,4	1,0	325,8	325,8	325,8	1,0	15750,0	15750,0	15750,0	1,0	16510,0	16510,0	16510,0	1,0	6520,0	6520,0	6520,0	1,0	1870,0	1870,0	1870,0	
10125	2,0	2770,0	2415,0	2060,0	2,0	110000,0	55074,9	149,8																	
10127	2,0	5,0	4,3	3,6	4,0	7,4	6,5	5,7	4,0	8,5	5,3	3,4	4,0	10,4	4,1	1,5	3,0	131,5	55,6	6,0	3,0	19,5	11,4	5,9	
10211	14,0	1340,0	128,4	3,2	9,0	95,3	48,3	3,5	13,0	899,8	242,0	2,6	16,0	13460,0	976,5	1,5	11,0	630,6	225,6	3,6	16,0	84270,0	27292,5	2350,0	
10514	1,0	27,9	27,9	27,9	2,0	36,7	34,6	32,6	1,0	157,9	157,9	157,9	2,0	226,1	210,8	195,4					2,0	67,6	52,6	37,6	
10740	3,0	28170,0	9443,3	73,1	3,0	5300,0	2105,5	75,0	3,0	17460,0	6089,1	165,7	3,0	1470,0	754,5	73,1	1,0	902,5	902,5	902,5	3,0	12600,0	5483,1	279,2	
10818	67,0	540,2	83,6	28,1	76,0	689,2	172,1	61,6	76,0	15290,0	3897,8	43,7	73,0	615,4	185,6	14,6	11,0	99,1	59,9	20,1	76,0	10630,0	762,0	105,1	
10827	5,0	2190,0	618,5	46,5	6,0	95440,0	29291,0	65,2	7,0	367000,0	103379,1	254,0	7,0	2680,0	655,7	63,3	3,0	402,7	237,2	92,9	7,0	1620,0	764,2	164,9	
10915	1,0	73,0	73,0	73,0	1,0	334,5	334,5	334,5	1,0	4000,0	4000,0	4000,0	1,0	176,5	176,5	176,5					1,0	527,8	527,8	527,8	
11022	1,0	49,0	49,0	49,0	1,0	35,9	35,9	35,9	1,0	2400,0	2400,0	2400,0	1,0	12110,0	12110,0	12110,0	1,0	92,6	92,6	92,6	1,0	670,9	670,9	670,9	
11203	1,0	109,8	109,8	109,8	1,0	627,5	627,5	627,5	1,0	3100,0	3100,0	3100,0	1,0	268,6	268,6	268,6					1,0	11730,0	11730,0	11730,0	
20307	3,0	153,3	121,8	90,8	3,0	141,3	97,0	67,1	6,0	311,3	197,6	110,5	7,0	23110,0	3933,0	384,7	7,0	641,6	300,6	158,0	7,0	62020,0	37261,4	29050,0	
20507	2,0	594,9	315,4	35,9																					
981017	1,0	68,8	68,8	68,8	1,0	12190,0	12190,0	12190,0	1,0	1050,0	1050,0	1050,0	1,0	290,0	290,0	290,0					1,0	99,2	99,2	99,2	
990103	14,0	112,9	79,9	51,1	3,0	89,0	79,1	60,6	11,0	1220,0	345,8	139,0	14,0	430,9	238,3	84,2	8,0	285,4	198,2	97,3	14,0	78560,0	55782,1	26200,0	
990109	2,0	31070,0	25895,0	20720,0	2,0	2290,0	1543,2	796,4	1,0	61,2	61,2	61,2	1,0	193,3	193,3	193,3									
990408	1,0	100,7	100,7	100,7	1,0	108,3	108,3	108,3						1,0	119,4	119,4	119,4					1,0	125,4	125,4	125,4
990409	4,0	354,9	133,2	24,2	3,0	238,3	112,5	43,9	2,0	230,2	155,7	81,2	4,0	196,3	119,3	33,3	2,0	148,0	95,0	42,0	7,0	707,8	335,3	47,0	
990610														1,0	38,9	38,9	38,9	1,0	712,4	712,4	712,4	1,0	19680,0	19680,0	19680,0
B5 Déchets mercuriels																									
110	3,0	9700,0	3440,4	235,3	3,0	28070,0	9464,9	129,0	3,0	2660,0	1993,3	1120,0	1,0	62,9	62,9	62,9					3,0	39820,0	13561,9	429,9	

INERIS DRC-10-108130-12610B

	Ni				Cu				Pb				Sb				Se				Zn			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
A1 Sels de trempe cyanurés																								
112									1,0	204,1	204,1	204,1	1,0	35,5	35,5	35,5								
329	1,0	484,0	484,0	484,0					1,0	189,0	189,0	189,0									1,0	723,0	723,0	723,0
921	1,0	254,6	254,6	254,6																	1,0	766,6	766,6	766,6
10229	1,0	15,7	15,7	15,7					1,0	23,4	23,4	23,4								1,0	130,5	130,5	130,5	
10317	18,0	935,3	291,5	9,2	18,0	1730,0	777,7	50,2	18,0	4170,0	1763,2	85,8	7,0	24,0	12,8	0,9				18,0	3400,0	614,3	38,2	
10503	2,0	3510,0	3310,0	3110,0	2,0	172,5	143,6	114,7					2,0	103,0	89,0	75,0				2,0	1010,0	888,2	766,3	
11115	1,0	152,9	152,9	152,9	1,0	438,1	438,1	438,1	1,0	2520,0	2520,0	2520,0	1,0	228,0	228,0	228,0				1,0	10430,0	10430,0	10430,0	
11206	3,0	6300,0	2240,7	140,9	3,0	10630,0	3784,5	140,4	3,0	33980,0	14096,2	738,5	3,0	2910,0	2293,3	1710,0				3,0	6640,0	2336,9	96,1	
20503					1,0	73,4	73,4	73,4	1,0	33,7	33,7	33,7								1,0	95,2	95,2	95,2	
981016	1,0	33,8	33,8	33,8	1,0	33,2	33,2	33,2	1,0	46,3	46,3	46,3	1,0	16,0	16,0	16,0				1,0	153,6	153,6	153,6	
990210	1,0	91,7	91,7	91,7	1,0	85,9	85,9	85,9	1,0	41130,0	41130,0	41130,0	1,0	67,6	67,6	67,6				1,0	1040,0	1040,0	1040,0	
990305	1,0	59,2	59,2	59,2																1,0	631,1	631,1	631,1	
990813	76,0	182,7	75,1	38,6	66,0	2960,0	208,8	26,6	75,0	854,0	119,6	32,3	4,0	83,3	43,4	16,8	1,0	84,1	84,1	84,1	77,0	11390,0	1798,7	267,5
991105	1,0	55,2	55,2	55,2																1,0	44,2	44,2	44,2	
991106	1,0	384,4	384,4	384,4					1,0	197,2	197,2	197,2								1,0	719,2	719,2	719,2	
991107	1,0	197,5	197,5	197,5	1,0	488,3	488,3	488,3	1,0	533,0	533,0	533,0								1,0	176,4	176,4	176,4	
B6 Terres polluées																								
217	3,0	399,6	215,2	96,9	3,0	843,7	411,7	194,3	2,0	1430,0	1320,0	1210,0								3,0	3180,0	2673,3	1670,0	
313					1,0	17,6	17,6	17,6													1,0	25,2	25,2	25,2
319	1,0	59,1	59,1	59,1	1,0	59,1	59,1	59,1	1,0	125,9	125,9	125,9								1,0	186,7	186,7	186,7	
402	1,0	96,9	96,9	96,9	1,0	103,8	103,8	103,8	1,0	598,8	598,8	598,8								1,0	747,0	747,0	747,0	
403	3,0	18320,0	7413,3	1870,0					2,0	198,0	109,5	21,0	1,0	45,9	45,9	45,9				2,0	823,9	462,6	101,3	
511	4,0	2140,0	1513,4	723,5	4,0	4780,0	2343,9	365,7	4,0	13830,0	6970,0	2600,0	4,0	245,1	140,4	36,5	2,0	51,5	47,3	43,1	4,0	57650,0	25987,5	8340,0
515					1,0	23,4	23,4	23,4	1,0	30,6	30,6	30,6								1,0	50,4	50,4	50,4	
516	1,0	128,0	128,0	128,0	1,0	190,0	190,0	190,0	1,0	916,2	916,2	916,2	1,0	5250,0	5250,0	5250,0				1,0	906,1	906,1	906,1	
613	1,0	228,0	228,0	228,0	1,0	360,4	360,4	360,4	1,0	107,4	107,4	107,4								1,0	444,7	444,7	444,7	
619					1,0	55,0	55,0	55,0	1,0	249000,0	249000,0	249000,0					1,0	128,0	128,0	128,0	1,0	252,6	252,6	252,6
710	2,0	402,1	316,5	230,8	2,0	118,5	118,5	118,4	1,0	69,6	69,6	69,6								2,0	406,7	245,9	85,2	
805					1,0	165,9	165,9	165,9	1,0	185900,0	185900,0	185900,0	1,0	969,9	969,9	969,9				1,0	1130,0	1130,0	1130,0	
822	1,0	2170,0	2170,0	2170,0	2,0	2700,0	1385,3	70,7	2,0	6580,0	4115,0	1650,0	1,0	280,6	280,6	280,6				2,0	27480,0	19550,0	11620,0	
901																					1,0	48,6	48,6	48,6
903	2,0	3040,0	1590,5	141,0	2,0	69,6	37,0	4,4	2,0	3160,0	1653,5	146,9	2,0	316,5	164,6	12,8				2,0	1050,0	542,4	34,8	
914	12,0	8690,0	1336,6	3,3	11,0	218,1	71,5	1,5	13,0	10290,0	3066,9	168,3	11,0	1050,0	139,7	6,9	7,0	3010,0	1001,5	25,3	13,0	1210,0	461,5	37,2
925	2,0	20590,0	12865,0	5140,0	2,0	1260,0	806,1	352,1	2,0	115,1	85,0	54,8	2,0	1,5	1,5	1,4	1,0	2,5	2,5	2,5	2,0	5880,0	3900,0	1920,0
1010	1,0	66,9	66,9	66,9	1,0	119,0	119,0	119,0	1,0	81,7	81,7	81,7								1,0	243,0	243,0	243,0	
1014	1,0	64,2	64,2	64,2	1,0	5900,0	5900,0	5900,0	1,0	55110,0	55110,0	55110,0	1,0	47,2	47,2	47,2				1,0	83430,0	83430,0	83430,0	
1121	4,0	654,5	212,6	18,2	4,0	1290,0	392,0	22,5	4,0	595,1	177,4	6,2	4,0	50,1	15,7	0,9				4,0	1000,0	368,3	26,5	
1124	3,0	1010,0	353,1	20,5	3,0	727,0	279,6	17,5	2,0	328,5	167,1	5,7	3,0	119,7	47,4	2,4				3,0	5800,0	2014,4	70,3	
1221	3,0	42,6	17,2	3,6	3,0	11400,0	3890,6	3,8	2,0	1220,0	694,3	168,6	3,0	82,0	48,5	0,4				3,0	294,1	172,4	3,0	
10120	2,0	788,2	497,4	206,5	2,0	292,0	224,4	156,7																
10202	1,0	2,4	2,4	2,4	1,0	38,1	38,1	38,1	1,0	3,3	3,3	3,3								1,0	11,1	11,1	11,1	
10203	2,0	228,8	166,3	103,7					2,0	259,7	233,2	206,6								2,0	501200,0	393050,0	284900,0	
10215					1,0	7,7	7,7	7,7	1,0	8,7	8,7	8,7								1,0	9,2	9,2	9,2	

INERIS DRC-10-108130-12610B

	Ni				Cu				Pb				Sb				Se				Zn				
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	
A1 Sels de trempe cyanurés																									
10230	1,0	6,3	6,3	6,3	1,0	615,1	615,1	615,1	1,0	13,9	13,9	13,9	1,0	1,8	1,8	1,8					1,0	264,7	264,7	264,7	
10309																						1,0	2,5	2,5	2,5
10315	1,0	325,1	325,1	325,1	1,0	28,6	28,6	28,6					1,0	1440,0	1440,0	1440,0					1,0	128,7	128,7	128,7	
10318	4,0	1930,0	1257,5	1000,0	4,0	124,4	96,7	71,0	4,0	21200,0	12450,0	7330,0	4,0	350,4	236,8	126,6	1,0	19,7	19,7	19,7	4,0	1060,0	877,1	693,6	
10406	1,0	196,1	196,1	196,1	1,0	247,4	247,4	247,4	1,0	66,9	66,9	66,9	1,0	13,5	13,5	13,5					1,0	554,5	554,5	554,5	
10502	1,0	82,7	82,7	82,7	1,0	3290,0	3290,0	3290,0									1,0	179,8	179,8	179,8	1,0	66010,0	66010,0	66010,0	
10525					1,0	5480,0	5480,0	5480,0	1,0	262100,0	262100,0	262100,0	1,0	88,8	88,8	88,8	1,0	225,1	225,1	225,1	1,0	7000,0	7000,0	7000,0	
10607	1,0	109,1	109,1	109,1	1,0	345,3	345,3	345,3	1,0	153,0	153,0	153,0	1,0	48,3	48,3	48,3					1,0	764,7	764,7	764,7	
10621	1,0	44,4	44,4	44,4	1,0	37,2	37,2	37,2	1,0	176,2	176,2	176,2									1,0	1760,0	1760,0	1760,0	
10623	2,0	199,1	183,4	167,7	2,0	242,8	222,9	203,0	1,0	91,2	91,2	91,2									2,0	554,8	490,4	426,0	
10701	1,0	45,8	45,8	45,8	2,0	184,0	128,4	72,8	1,0	194,0	194,0	194,0	1,0	33,1	33,1	33,1					1,0	73,1	73,1	73,1	
10818	3,0	92,9	59,3	36,7	3,0	264,3	160,2	97,4	3,0	4830,0	2104,7	705,2	3,0	197,4	117,7	76,2	1,0	19,2	19,2	19,2	3,0	1040,0	503,2	223,4	
10824	2,0	11700,0	11235,0	10770,0	2,0	42930,0	23790,0	4650,0	1,0	781,7	781,7	781,7									2,0	8330,0	7770,0	7210,0	
10903	18,0	370,9	62,3	29,8	9,0	1280,0	178,0	30,2	11,0	3650,0	374,2	30,4	1,0	118,4	118,4	118,4					21,0	9050,0	500,1	38,7	
10904					1,0	15,8	15,8	15,8														1,0	25,0	25,0	25,0
10911	1,0	17,8	17,8	17,8					1,0	564,8	564,8	564,8									1,0	90,8	90,8	90,8	
10913	3,0	3720,0	2256,7	1350,0	3,0	535,2	290,6	165,7	3,0	95490,0	47146,7	3160,0	3,0	2190,0	1112,2	76,6					3,0	7260,0	4098,4	435,1	
10914																									
11015	1,0	3580,0	3580,0	3580,0	1,0	2700,0	2700,0	2700,0	1,0	302,0	302,0	302,0									1,0	96460,0	96460,0	96460,0	
11027	10,0	368,8	262,2	143,9	10,0	430,2	245,8	129,1																	
11108	1,0	970,3	970,3	970,3	1,0	9430,0	9430,0	9430,0	1,0	1690,0	1690,0	1690,0									1,0	57830,0	57830,0	57830,0	
11123	1,0	215,6	215,6	215,6	1,0	339,4	339,4	339,4	1,0	722,8	722,8	722,8	1,0	42,9	42,9	42,9					1,0	703,6	703,6	703,6	
11127	1,0	318,7	318,7	318,7	1,0	169,1	169,1	169,1																	
11128	1,0	437,4	437,4	437,4	2,0	1270,0	1032,5	794,9	2,0	45650,0	30935,0	16220,0	2,0	1560,0	1135,1	710,1					2,0	10320,0	10275,0	10230,0	
11204	1,0	83,1	83,1	83,1	2,0	2800,0	2785,0	2770,0	2,0	225,8	201,4	176,9	1,0	46,3	46,3	46,3					2,0	337,1	266,4	195,6	
11215					1,0	89,9	89,9	89,9																	
20112	1,0	9820,0	9820,0	9820,0	1,0	139,4	139,4	139,4	1,0	103,5	103,5	103,5	1,0	471,8	471,8	471,8					1,0	498,5	498,5	498,5	
20124	1,0	286,1	286,1	286,1	1,0	128,8	128,8	128,8														1,0	356,7	356,7	356,7
20130	1,0	664,0	664,0	664,0	1,0	1250,0	1250,0	1250,0	1,0	327,4	327,4	327,4									1,0	4340,0	4340,0	4340,0	
20131	1,0	22,0	22,0	22,0	3,0	262,6	149,7	55,0														3,0	151,2	94,4	40,9
20201	1,0	5060,0	5060,0	5060,0	1,0	168,9	168,9	168,9	1,0	3390,0	3390,0	3390,0	1,0	271,0	271,0	271,0					1,0	792,7	792,7	792,7	
20304	2,0	594,0	347,7	101,4	2,0	5470,0	3470,0	1470,0	2,0	1870,0	1031,4	192,7	1,0	29,1	29,1	29,1					2,0	3670,0	2199,4	728,7	
20314	1,0	45,2	45,2	45,2	1,0	76,6	76,6	76,6	1,0	951,7	951,7	951,7									1,0	277,1	277,1	277,1	
20402	2,0	555,9	405,1	254,2																		2,0	2120,0	1110,7	101,4
20403	1,0	12980,0	12980,0	12980,0	1,0	382,3	382,3	382,3	1,0	1250,0	1250,0	1250,0	1,0	29,6	29,6	29,6					1,0	2390,0	2390,0	2390,0	
20425																									
20505	1,0	265,1	265,1	265,1	1,0	85,7	85,7	85,7																	
20531	1,0	32,1	32,1	32,1	7,0	109,0	74,9	49,5														2,0	142,1	88,7	35,3
20601																									
20612	1,0	79,9	79,9	79,9																		1,0	196,0	196,0	196,0
20614	2,0	450400,0	246465,0	42530,0	1,0	1170,0	1170,0	1170,0	1,0	18260,0	18260,0	18260,0	1,0	351,1	351,1	351,1					1,0	112,8	112,8	112,8	
20713	4,0	89,0	71,8	56,0	4,0	201,8	144,8	104,4	3,0	54,6	45,8	39,9									3,0	189,9	169,6	150,2	
20806	1,0	408,6	408,6	408,6	1,0	770,8	770,8	770,8	1,0	180,4	180,4	180,4									1,0	13910,0	13910,0	13910,0	
981108	3,0	64,4	60,1	52,1	3,0	2970,0	2036,9	320,8	3,0	6280,0	3062,6	867,8	2,0	83,8	68,8	53,9					3,0	4090,0	2204,7	724,1	

INERIS DRC-10-108130-12610B

	Ni				Cu				Pb				Sb				Se				Zn					
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min		
A1 Sels de trempe cyanurés																										
981216	1,0	18,4	18,4	18,4	1,0	351,7	351,7	351,7	1,0	2500,0	2500,0	2500,0	1,0	287,0	287,0	287,0							1,0	6480,0	6480,0	6480,0
990105																										
990212	59,0	93,1	53,2	28,4	60,0	631,2	132,4	40,7	52,0	257,9	80,8	32,4											60,0	657,9	252,2	69,2
990406					1,0	48950,0	48950,0	48950,0					1,0	106,4	106,4	106,4							1,0	2420,0	2420,0	2420,0
990705	2,0	166,4	137,8	109,1	2,0	2380,0	1663,4	946,7	2,0	427,5	348,7	269,9	1,0	36,5	36,5	36,5							2,0	1430,0	1310,0	1190,0
990806	1,0	34,1	34,1	34,1	1,0	665,6	665,6	665,6	1,0	395,3	395,3	395,3											1,0	928,7	928,7	928,7
990901					1,0	382,2	382,2	382,2	1,0	6600,0	6600,0	6600,0	1,0	155,7	155,7	155,7							1,0	3880,0	3880,0	3880,0
990915	13,0	4400,0	1408,7	19,1	8,0	348,5	126,1	21,8	13,0	66570,0	8550,8	25,2	10,0	1610,0	365,4	12,4							14,0	2980,0	526,4	53,9
981108	43,0	7190,0	4074,9	1280,0	43,0	35920,0	18660,2	4880,0	43,0	9930,0	4552,2	388,6	43,0	13300,0	6636,8	344,0	39,0	326,8	142,0	19,7			43,0	599,3	324,7	98,7
B9 Résidus d'incinération																										
215					1,0	4130,0	4130,0	4130,0	1,0	70950,0	70950,0	70950,0	1,0	492,6	492,6	492,6							1,0	97970,0	97970,0	97970,0
410	22,0	136,2	96,2	40,8	22,0	839,0	558,2	348,6	22,0	5090,0	2933,5	642,4	22,0	587,2	333,8	133,5	1,0	17,6	17,6	17,6			22,0	17090,0	10919,5	5990,0
512	9,0	220,7	182,0	132,5	9,0	526,1	405,1	295,5	9,0	2490,0	2046,7	1300,0	9,0	237,7	172,0	111,8							9,0	9890,0	7902,2	3740,0
981011	51,0	2080,0	469,0	90,2	51,0	12190,0	2059,2	680,8	51,0	13590,0	3902,5	1490,0	51,0	705,9	94,8	29,2	5,0	101,7	75,2	18,1			51,0	35740,0	12595,5	4270,0
981114	16,0	65,7	36,2	16,6	34,0	981,4	176,9	20,0	35,0	26980,0	2957,5	24,5	34,0	6450,0	451,0	16,3	7,0	89,7	25,0	11,0			35,0	44360,0	5997,0	27,1
981216	1,0	325,1	325,1	325,1	1,0	447,2	447,2	447,2	1,0	1750,0	1750,0	1750,0	1,0	1140,0	1140,0	1140,0							1,0	19750,0	19750,0	19750,0
990411	3,0	281,5	209,7	146,1	3,0	1030,0	839,4	605,6	3,0	94690,0	76336,7	61690,0	3,0	997,3	945,3	879,8							3,0	176500,0	140933,3	102700,0
990614	4,0	7790,0	4353,6	464,3	4,0	953,1	393,9	154,3	4,0	1150,0	325,2	37,9	4,0	22120,0	11474,1	406,4	1,0	96,8	96,8	96,8			4,0	3550,0	1317,9	163,9
990815	13,0	40,1	22,4	13,0	38,0	460,6	176,9	11,3	38,0	6690,0	1482,2	59,7	35,0	632,0	99,7	6,3							38,0	18790,0	3048,7	43,5
990901	3,0	145,0	115,0	77,4	3,0	1140,0	756,4	516,6	3,0	5060,0	2723,3	1030,0	3,0	1330,0	945,9	620,2							3,0	28580,0	24036,7	18870,0
990912	42,0	1870,0	297,4	26,3	41,0	2960,0	1074,8	238,4	42,0	9770,0	3806,6	88,7	42,0	796,0	158,9	24,4							42,0	116400,0	11909,5	1870,0
991002	4,0	153,3	120,4	94,7	4,0	5180,0	1872,6	645,9	4,0	197,2	164,3	128,9	4,0	24,6	21,5	18,5							4,0	2410,0	2060,0	1660,0
C4 Déchets chromiques																										
206	3,0	1920,0	1186,6	730,9	3,0	1260,0	977,8	723,1	3,0	61830,0	29046,7	1080,0	2,0	2530,0	1950,0	1370,0							3,0	35780,0	18770,0	6100,0
832	1,0	250,0	250,0	250,0	1,0	48,5	48,5	48,5	1,0	324,2	324,2	324,2											1,0	543,7	543,7	543,7
902	3,0	7,9	5,4	3,2	2,0	18,5	15,5	12,5	2,0	64,1	33,6	3,1	2,0	70,5	35,6	0,8	2,0	18,8	10,0	1,3			4,0	4560,0	1175,1	5,9
10114																										
10115	4,0	3550,0	1605,5	342,0	4,0	8180,0	3196,8	237,0	4,0	59140,0	29834,8	789,3	4,0	2710,0	797,8	26,3							4,0	54620,0	15938,8	755,3
10912	1,0	162,0	162,0	162,0	1,0	115,6	115,6	115,6	1,0	121,7	121,7	121,7	1,0	29,2	29,2	29,2							1,0	1350,0	1350,0	1350,0
20120	1,0	903,1	903,1	903,1	1,0	580,3	580,3	580,3	1,0	164600,0	164600,0	164600,0	1,0	174,5	174,5	174,5							1,0	1460,0	1460,0	1460,0
20121	3,0	3610,0	2846,7	2390,0	3,0	2570,0	1187,6	277,2	3,0	4770,0	2135,7	497,2	3,0	278,3	130,4	16,1							3,0	1190,0	1040,1	830,3
981005	3,0	6280,0	2743,3	460,0	3,0	19980,0	7113,3	239,9	3,0	35950,0	14933,3	2910,0	3,0	1510,0	604,3	108,3							3,0	36730,0	12487,7	211,6
981020	5,0	44430,0	12614,4	992,1	5,0	28070,0	6504,7	75,4	5,0	165300,0	72339,5	237,4	5,0	425,4	245,7	50,7							4,0	42160,0	15267,5	1730,0
990207	1,0	181,5	181,5	181,5	1,0	202600,0	202600,0	202600,0															1,0	1000,0	1000,0	1000,0
990612	1,0	172800,0	172800,0	172800,0																						
990906	1,0	80,6	80,6	80,6																			1,0	37,2	37,2	37,2
990913	3,0	844,5	403,7	83,1	2,0	1320,0	1136,0	952,0	2,0	1140,0	811,8	483,6	2,0	103,3	72,9	42,5							3,0	601,1	363,7	165,4
991008	2,0	841,4	527,6	213,7	2,0	1110,0	621,0	132,0	2,0	120,6	118,3	115,9											2,0	1000,0	585,9	171,8
991101	4,0	20410,0	8598,6	317,1	4,0	29460,0	9356,5	113,0	2,0	38960,0	25735,0	12510,0	2,0	120,1	74,1	28,0							2,0	11980,0	9450,0	6920,0
C8 Déchets de galvanisation																										
108	10,0	76200,0	14735,0	135,1	10,0	30690,0	15274,0	1140,0	7,0	3460,0	1343,7	394,3	4,0	90,6	56,5	29,0	1,0	55,6	55,6	55,6			8,0	22450,0	7162,5	1720,0
212	1,0	172,8	172,8	172,8	1,0	1070,0	1070,0	1070,0															1,0	21300,0	21300,0	21300,0

	Ni				Cu				Pb				Sb				Se				Zn			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
A1 Sels de trempe cyanurés																								
919	1,0	327600,0	327600,0	327600,0	1,0	1900,0	1900,0	1900,0	1,0	4080,0	4080,0	4080,0	1,0	211,9	211,9	211,9					1,0	2070,0	2070,0	2070,0
10112	7,0	6540,0	2151,4	161,5	7,0	35140,0	11439,5	127,0	7,0	13620,0	3781,7	23,0	6,0	222,8	106,6	4,6	5,0	44,5	40,0	29,5	7,0	69050,0	23157,4	922,0
10113	1,0	2660,0	2660,0	2660,0	1,0	245,1	245,1	245,1	1,0	79,0	79,0	79,0									1,0	38560,0	38560,0	38560,0
10822					1,0	18210,0	18210,0	18210,0	1,0	386,4	386,4	386,4	1,0	384,7	384,7	384,7					1,0	10360,0	10360,0	10360,0
11009	7,0	12300,0	3269,6	125,5	5,0	1710,0	567,2	144,8	3,0	106,5	88,2	63,6									7,0	28600,0	7465,7	55,8
11106	1,0	86,3	86,3	86,3	1,0	64,1	64,1	64,1	1,0	198,3	198,3	198,3									1,0	1190,0	1190,0	1190,0
20118	3,0	8820,0	7433,3	4730,0	3,0	21080,0	7821,6	604,8	3,0	62910,0	21639,4	338,3	2,0	29,9	25,1	20,3					3,0	34820,0	22010,0	11120,0
20119	3,0	8590,0	5503,5	220,5	3,0	6430,0	3459,7	59,1	1,0	108,1	108,1	108,1									3,0	414,8	265,9	114,1
990101	1,0	277,9	277,9	277,9	1,0	157,7	157,7	157,7	1,0	117,1	117,1	117,1									1,0	20660,0	20660,0	20660,0
990102	12,0	71460,0	11802,6	264,9	12,0	51020,0	22157,5	9300,0	10,0	2330,0	1029,4	65,7	3,0	91,0	55,0	28,5					11,0	91500,0	14216,3	198,7
990410																								
D11 Catalyseurs usés																								
D12 Déchets de laboratoire	13,0	16680,0	1421,5	8,6	17,0	25480,0	1707,0	4,3	13,0	113100,0	35534,3	6,0	10,0	20760,0	9894,0	11,4	7,0	8970,0	4433,1	221,9	19,0	20240,0	2158,9	98,9
121					3,0	158,2	126,3	102,8	3,0	110,5	99,9	79,5									3,0	416,1	375,3	313,4
315	2,0	84,4	78,3	72,2	1,0	368,4	368,4	368,4	2,0	113100,0	91370,0	69640,0	2,0	20270,0	18275,0	16280,0	2,0	8970,0	4644,8	319,6	2,0	1360,0	932,4	504,8
10211	1,0	150,1	150,1	150,1	1,0	804,5	804,5	804,5	1,0	89340,0	89340,0	89340,0	1,0	20760,0	20760,0	20760,0	1,0	6490,0	6490,0	6490,0	1,0	2200,0	2200,0	2200,0
10606	4,0	105,7	68,2	35,6	3,0	760,3	397,0	50,4	4,0	85950,0	32640,1	270,4	4,0	20200,0	6541,9	218,3	3,0	6110,0	5010,0	2870,0	5,0	20240,0	6487,8	98,9
990211	2,0	16680,0	8642,6	605,1	5,0	190,4	123,0	81,2													4,0	181,2	144,8	124,5
D7 Résidus de l'électronique																								
316					1,0	14,1	14,1	14,1													1,0	17,1	17,1	17,1
10305																								
20712																								
990302					1,0	27,9	27,9	27,9																
E13 Déchets amiantés	18,0	4220,0	611,6	3,7	18,0	20090,0	2239,9	15,0	18,0	10380,0	2262,8	35,1	18,0	1240,0	199,1	5,4					19,0	22960,0	5511,4	31,2
410	2,0	147,8	75,7	3,7	2,0	380,8	204,9	29,0	2,0	2480,0	1275,4	70,8	2,0	1240,0	623,9	7,7					2,0	9360,0	4879,5	399,0
802	5,0	1150,0	544,9	26,9	4,0	12320,0	3665,5	123,0	4,0	2830,0	880,0	72,0	4,0	223,5	96,1	20,6					5,0	5060,0	1724,0	31,2
1013	3,0	4220,0	1920,7	112,2	3,0	966,5	788,2	475,4	3,0	10380,0	6266,7	1190,0	3,0	142,3	82,4	36,0					3,0	22960,0	13726,7	4920,0
10406	1,0	76,4	76,4	76,4	1,0	770,9	770,9	770,9	1,0	3740,0	3740,0	3740,0	1,0	299,5	299,5	299,5					1,0	8940,0	8940,0	8940,0
10501	2,0	122,9	63,3	3,8	2,0	539,1	277,1	15,0	2,0	2680,0	1376,2	72,5	2,0	251,3	128,3	5,4					2,0	12050,0	6177,5	305,0
10808					1,0	78,6	78,6	78,6	1,0	373,6	373,6	373,6	1,0	33,3	33,3	33,3					1,0	909,3	909,3	909,3
20130	1,0	147,3	147,3	147,3	1,0	221,2	221,2	221,2	1,0	172,0	172,0	172,0	1,0	8,6	8,6	8,6					1,0	740,2	740,2	740,2
20401	1,0	153,4	153,4	153,4	1,0	392,6	392,6	392,6	1,0	3330,0	3330,0	3330,0	1,0	295,1	295,1	295,1					1,0	10920,0	10920,0	10920,0
990901	1,0	40,4	40,4	40,4	1,0	616,4	616,4	616,4	1,0	4660,0	4660,0	4660,0	1,0	673,7	673,7	673,7					1,0	7740,0	7740,0	7740,0
E9 Résidus de l'incinération																								
410	184,0	188,3	66,7	2,3	185,0	1360,0	448,3	12,0	185,0	9330,0	2041,0	22,1	185,0	1460,0	254,1	4,8	1,0	0,4	0,4	0,4	185,0	29400,0	7616,5	87,0
512	120,0	838,9	112,7	3,9	120,0	11450,0	540,1	10,6	120,0	51540,0	2918,9	64,0	120,0	22910,0	577,2	4,6	2,0	13,3	13,1	12,8	120,0	38150,0	8226,7	294,9
515					5,0	43,2	19,0	0,7	3,0	33,8	20,2	1,2	1,0	0,2	0,2	0,2					3,0	40,5	15,0	1,2

INERIS DRC-10-108130-12610B

	Ni				Cu				Pb				Sb				Se				Zn			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
A1 Sels de trempe cyanurés																								
801	1,0	189,3	189,3	189,3					1,0	310,5	310,5	310,5					1,0	75,1	75,1	75,1	1,0	103,6	103,6	103,6
811	1,0	596,4	596,4	596,4	1,0	38760,0	38760,0	38760,0	1,0	105200,0	105200,0	105200,0	1,0	70730,0	70730,0	70730,0					1,0	21640,0	21640,0	21640,0
817	25,0	145,2	20,8	0,8	39,0	1810,0	358,1	3,3	39,0	11530,0	2001,9	25,2	38,0	2800,0	203,3	1,9	1,0	0,4	0,4	0,4	39,0	15480,0	3063,5	47,8
824	1,0	143,1	143,1	143,1	1,0	773,9	773,9	773,9	1,0	114600,0	114600,0	114600,0	1,0	785,6	785,6	785,6					1,0	156800,0	156800,0	156800,0
1013	81,0	2200,0	350,9	2,2	81,0	3610,0	663,5	15,0	81,0	14150,0	3678,6	37,4	81,0	503,1	111,4	0,7					81,0	27980,0	7769,8	119,6
1112	4,0	113,3	93,8	78,6	4,0	520,2	466,7	403,0	4,0	743,0	664,2	583,2	4,0	223,7	200,6	171,8					4,0	7890,0	7200,0	6400,0
1125	3,0	2580,0	1477,7	263,2	3,0	52560,0	17915,8	27,4	3,0	1270,0	542,7	1,7	2,0	1640,0	831,1	22,2					3,0	4750,0	2096,4	89,1
1209	4,0	240,1	111,2	6,5	4,0	773,0	527,5	21,5	4,0	3690,0	1586,6	19,7	4,0	1150,0	716,7	57,9					4,0	21370,0	13067,5	1130,0
10406	201,0	1960,0	102,3	1,7	202,0	1130,0	457,6	10,0	203,0	21320,0	2385,1	20,5	202,0	2300,0	306,2	4,8	5,0	84,9	39,1	0,5	203,0	33260,0	8495,6	49,6
10501	142,0	5980,0	170,0	3,2	144,0	34560,0	795,7	9,7	144,0	4820,0	2277,0	66,9	143,0	2350,0	226,0	5,3	3,0	16,6	14,9	11,6	144,0	28480,0	9136,0	91,1
10513	1,0	1170,0	1170,0	1170,0	1,0	1330,0	1330,0	1330,0	1,0	3130,0	3130,0	3130,0	1,0	967,9	967,9	967,9					1,0	3570,0	3570,0	3570,0
10527	4,0	110,8	71,9	18,0	9,0	826,7	123,7	0,6	9,0	4760,0	563,7	26,0	2,0	133,1	70,4	7,6					9,0	5720,0	698,2	27,7
10808	29,0	181,8	46,8	10,4	42,0	2030,0	525,3	46,2	42,0	9660,0	2535,5	128,8	42,0	1030,0	162,1	8,6	3,0	158,6	91,3	53,5	42,0	16780,0	4902,4	454,2
10903	1,0	55,2	55,2	55,2																	1,0	122,5	122,5	122,5
10913	2,0	2940,0	2555,0	2170,0	2,0	91,6	73,9	56,2	2,0	5390,0	4900,0	4410,0	2,0	99,7	95,4	91,1					2,0	516,0	355,1	194,2
11001	89,0	6260,0	670,6	6,5	88,0	2760,0	875,1	164,5	89,0	14450,0	4381,3	23,2	88,0	1250,0	163,8	16,2	2,0	195,1	192,3	189,5	89,0	105500,0	10735,8	44,1
11101	2,0	1400,0	1295,0	1190,0	2,0	28750,0	15070,0	1390,0	2,0	5090,0	2676,7	263,4	2,0	110,2	102,0	93,7					2,0	19490,0	15555,0	11620,0
20128	1,0	153,7	153,7	153,7	1,0	182,7	182,7	182,7	1,0	235,6	235,6	235,6	1,0	26,9	26,9	26,9	1,0	57,0	57,0	57,0	1,0	429,1	429,1	429,1
20129	1,0	24440,0	24440,0	24440,0					1,0	365,3	365,3	365,3	1,0	31,8	31,8	31,8					1,0	893,2	893,2	893,2
20130	54,0	2550,0	233,2	9,3	55,0	1510,0	362,1	37,2	52,0	4990,0	429,8	25,0	35,0	230,4	37,8	8,8					55,0	10270,0	1665,1	56,8
20220	10,0	243,7	179,0	131,7	10,0	9770,0	7232,0	4620,0	10,0	17360,0	12514,0	8200,0	10,0	785,3	590,3	436,3					10,0	13150,0	10584,0	5840,0
20305	1,0	4060,0	4060,0	4060,0	1,0	1510,0	1510,0	1510,0	1,0	124,6	124,6	124,6	1,0	3570,0	3570,0	3570,0	1,0	99,0	99,0	99,0	1,0	8780,0	8780,0	8780,0
20401	68,0	251,5	110,1	43,5	69,0	867,7	494,7	36,9	69,0	5000,0	2390,7	40,5	68,0	658,1	312,8	23,7					69,0	16970,0	8805,2	47,9
20414	2,0	84,2	80,8	77,5	2,0	568,8	451,5	334,2	2,0	696,7	494,4	292,0	2,0	954,6	769,3	584,0					2,0	20100,0	19250,0	18400,0
20431	1,0	340,6	340,6	340,6	1,0	910,8	910,8	910,8	1,0	5180,0	5180,0	5180,0	1,0	273,7	273,7	273,7					1,0	16800,0	16800,0	16800,0
20501	35,0	2950,0	205,0	58,8	35,0	641,5	486,4	123,7	36,0	2980,0	2224,8	69,1	34,0	309,6	212,3	48,5					35,0	12430,0	8548,1	224,7
20506	1,0	19,7	19,7	19,7	4,0	44,0	26,5	19,3	4,0	128,2	110,8	95,4									4,0	95,9	54,9	29,0
20521																								
20623	11,0	467,4	367,7	85,6	1,0	533,2	533,2	533,2	11,0	2380,0	418,4	185,8	1,0	223,2	223,2	223,2					5,0	10810,0	2235,1	84,4
20730	1,0	78810,0	78810,0	78810,0					1,0	2260,0	2260,0	2260,0									1,0	8220,0	8220,0	8220,0
20808	1,0	29,9	29,9	29,9	3,0	518,0	505,6	488,3	3,0	683,1	648,5	584,6	3,0	33,7	27,5	20,8					3,0	1750,0	1696,7	1630,0
20831					1,0	85,2	85,2	85,2	7,0	127,7	83,0	53,6					1,0	195,6	195,6	195,6	7,0	9140,0	5774,7	897,7
990815	1,0	1900,0	1900,0	1900,0	1,0	779,8	779,8	779,8	1,0	636,7	636,7	636,7	1,0	844,9	844,9	844,9					1,0	2190,0	2190,0	2190,0
990901	6,0	63,7	33,4	15,3	12,0	1610,0	518,5	57,3	13,0	22990,0	3707,1	22,6	12,0	4700,0	544,6	22,0	3,0	33,5	20,5	14,0	13,0	63250,0	12059,2	49,0
990912	2,0	142,4	112,6	82,9	2,0	892,1	725,0	557,8	2,0	3480,0	2110,9	741,7	2,0	1360,0	1070,7	781,3					2,0	32210,0	29340,0	26470,0
991002	36,0	9770,0	1113,0	96,4	36,0	7170,0	1444,7	621,2	36,0	31260,0	6730,6	2580,0	36,0	3900,0	361,6	73,3					36,0	51770,0	14683,6	4860,0
991009	2,0	156,0	151,3	146,5	2,0	845,8	636,4	426,9	2,0	138,6	122,5	106,4	2,0	36,1	32,9	29,7					2,0	2250,0	2040,0	1830,0

	Hg				Cd				Fe				Cyanure				HCN			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
A1 Sels de trempe cyanurés																				
201									1,0	16620,0	16620,0	16620,0	1,0	95,0	95,0	95,0				
211					2,0	10010,0	7485,0	4960,0	2,0	8170,0	4585,0	1000,0	2,0	0,1	0,1	0,1	1,0	2,0	2,0	2,0
410					1,0	3,3	3,3	3,3	1,0	132,1	132,1	132,1								
414					1,0	7,8	7,8	7,8	2,0	59530,0	33795,0	8060,0	2,0	0,1	0,1	0,1	1,0	1,0	1,0	1,0
1021					21,0	1650,0	469,6	1,2	36,0	34240,0	8731,6	127,2	30,0	64000,0	5144,9	0,0	3,0	5,0	4,0	2,0
10803									1,0	29570,0	29570,0	29570,0	1,0	0,6	0,6	0,6				
10907									2,0	11450,0	9770,0	8090,0	2,0	830,0	415,0	0,1				
10918					1,0	14,6	14,6	14,6	2,0	32500,0	21995,0	11490,0	2,0	0,1	0,1	0,1				
11001					1,0	349,7	349,7	349,7	1,0	49130,0	49130,0	49130,0								
11101	2,0	397,2	309,5	221,7	16,0	15320,0	1385,5	4,4	31,0	151500,0	19878,6	181,4	27,0	1000,0	81,4	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0
11129									12,0	63420,0	23780,0	2960,0	10,0	0,1	0,1	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20122					2,0	349,7	346,8	343,8	3,0	46820,0	20743,3	4340,0	2,0	0,0	0,0	0,0	1,0	6,0	6,0	6,0
20429									1,0	364,9	364,9	364,9								
981001	1,0	140000,0	140000,0	140000,0																
981002	1,0	40000,0	40000,0	40000,0																
981003					8,0	10430,0	1364,3	8,2	17,0	45710,0	14639,5	791,5	17,0	35000,0	6439,8	1,0	3,0	30,0	11,2	1,0
981021					1,0	231,9	231,9	231,9	2,0	41450,0	37740,0	34030,0	1,0	10,0	10,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,0
981114	1,0	40000,0	40000,0	40000,0																
981209									1,0	4920,0	4920,0	4920,0	1,0	1,0	1,0	1,0				
990206					3,0	3880,0	1327,2	24,5	4,0	62190,0	22392,5	6490,0	4,0	30,0	14,3	1,0				
990913					1,0	151,8	151,8	151,8	1,0	3140,0	3140,0	3140,0								
991003					18,0	507,1	195,6	8,9	28,0	63420,0	18839,4	230,4	29,0	2800,0	260,5	0,1	6,0	15,0	5,5	2,0
A2 Sels de trempe non cyanurés																				
202									3,0	1130,0	424,9	24,5								
1022					4,0	383,5	177,2	13,9	18,0	171300,0	18335,3	3,0								
1023									1,0	270,3	270,3	270,3								
1208									1,0	19,4	19,4	19,4								
10512	2,0	223,2	174,5	125,7	1,0	1,2	1,2	1,2	4,0	192600,0	55300,1	230,2								
10921									2,0	42760,0	37670,0	32580,0								
11102					2,0	108,6	77,8	47,0	20,0	6970,0	2318,2	47,8								
11112					1,0	10,1	10,1	10,1	1,0	7110,0	7110,0	7110,0								
20510					1,0	7,4	7,4	7,4	1,0	1640,0	1640,0	1640,0								
981004	1,0	739,5	739,5	739,5	2,0	14940,0	7474,2	8,4	12,0	54730,0	17284,1	479,8				1,0	4,0	4,0	4,0	
981109									2,0	239,1	145,8	52,5								
990220									3,0	36020,0	12043,8	33,2								
991004					3,0	28,1	18,7	8,1	24,0	140100,0	16152,4	44,2								
B10 Produits phytosanitaires																				
804					1,0	21,8	21,8	21,8	1,0	120,8	120,8	120,8								
10221	3,0	486,4	348,4	205,5	4,0	4,3	3,1	2,1	5,0	226,7	219,1	210,8								

INERIS DRC-10-108130-12610B

	Hg				Cd				Fe				Cyanure				HCN			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
10818	1,0	1170,0	1170,0	1170,0	1,0	37,1	37,1	37,1	1,0	6630,0	6630,0	6630,0								
990609	3,0	4140,0	3796,7	3120,0	2,0	705,2	360,0	14,7	3,0	10370,0	5786,7	3350,0								
B13 Déchets amiantés																				
990411					2,0	269,8	143,6	17,3	2,0	26540,0	21440,0	16340,0								
B3 Déchets arseniés																				
109	11,0	10260,0	6385,9	824,7	11,0	547,4	247,9	11,7	11,0	968,9	383,1	186,2								
111	4,0	1230,0	687,5	265,1	3,0	59,1	44,6	15,5	5,0	70620,0	15920,2	39,3								
508									1,0	3730,0	3730,0	3730,0								
509	2,0	960,6	828,7	696,8					3,0	140000,0	107010,0	73230,0								
510	6,0	4600,0	3571,7	2010,0					7,0	42610,0	15811,4	1020,0								
512					1,0	2,5	2,5	2,5	1,0	138,1	138,1	138,1								
704	1,0	9890,0	9890,0	9890,0					1,0	2010,0	2010,0	2010,0								
803	1,0	641,6	641,6	641,6	1,0	72,2	72,2	72,2	1,0	187,1	187,1	187,1								
811	134,0	28270,0	8440,1	120,6	136,0	13100,0	3441,2	0,9	136,0	61300,0	6592,8	15,2								
812	5,0	8210,0	2941,8	433,7	6,0	1620,0	368,0	2,1	6,0	72910,0	23419,5	686,9								
813	1,0	3950,0	3950,0	3950,0	1,0	555,8	555,8	555,8	1,0	103800,0	103800,0	103800,0								
814	3,0	521,2	288,7	54,4	2,0	29,4	19,7	9,9	3,0	73720,0	36776,7	15160,0								
815	3,0	5120,0	1814,2	28,3	4,0	442,7	163,7	8,0	4,0	58310,0	18737,2	538,7								
1009	37,0	10730,0	4169,9	259,5	38,0	9960,0	1310,6	2,2	38,0	544000,0	288099,3	113,5								
1026	1,0	9310,0	9310,0	9310,0	1,0	129,4	129,4	129,4	1,0	53700,0	53700,0	53700,0								
10125	1,0	123,7	123,7	123,7					2,0	40150,0	26940,0	13730,0								
10127	4,0	496,4	265,3	120,5					4,0	145,1	56,7	11,9								
10211	12,0	10730,0	4243,1	113,3	13,0	298,6	112,9	2,3	17,0	15510,0	1622,1	11,2								
10514	2,0	6370,0	5540,0	4710,0	1,0	212,1	212,1	212,1	2,0	61,7	54,1	46,5								
10740	1,0	11340,0	11340,0	11340,0	2,0	223,2	116,8	10,3	3,0	125000,0	64663,3	19470,0								
10818	55,0	6240,0	1921,6	303,0	64,0	357,4	96,8	6,9	76,0	38110,0	20132,5	5580,0								
10827	7,0	8620,0	6445,7	2370,0	6,0	1080,0	374,6	12,5	7,0	64380,0	24652,2	915,3								
10915	1,0	4090,0	4090,0	4090,0	1,0	37,5	37,5	37,5	1,0	27520,0	27520,0	27520,0								
11022	1,0	3640,0	3640,0	3640,0	1,0	41,2	41,2	41,2	1,0	10980,0	10980,0	10980,0								
11203					1,0	127,5	127,5	127,5	1,0	4150,0	4150,0	4150,0								
20307	7,0	12160,0	6428,6	4550,0	7,0	255,2	191,3	120,3	7,0	2990,0	1373,9	151,6								
20507	1,0	165,2	165,2	165,2					2,0	779,5	767,8	756,0								
981017	1,0	1290,0	1290,0	1290,0	1,0	7,8	7,8	7,8	1,0	1130,0	1130,0	1130,0								
990103	14,0	6140,0	4162,1	2210,0	13,0	116,3	44,6	12,5	14,0	4090,0	1079,6	219,7								
990109	1,0	1270,0	1270,0	1270,0					2,0	134700,0	69520,0	4340,0								
990408	1,0	2190,0	2190,0	2190,0					1,0	71250,0	71250,0	71250,0								
990409	7,0	10950,0	4514,3	1110,0					7,0	149000,0	33298,3	64,8								
990610	1,0	1220,0	1220,0	1220,0	1,0	12,5	12,5	12,5	1,0	254,7	254,7	254,7								
B5 Déchets mercuriels																				
110	4,0	7800,0	4605,5	282,0	1,0	2300,0	2300,0	2300,0	3,0	98650,0	63416,7	24590,0								
112									1,0	7410,0	7410,0	7410,0								
329	1,0	1830,0	1830,0	1830,0					1,0	48040,0	48040,0	48040,0								
921	1,0	463600,0	463600,0	463600,0					1,0	655,2	655,2	655,2								
10229	1,0	19060,0	19060,0	19060,0					1,0	781,3	781,3	781,3								
10317	26,0	300000,0	33814,6	70,0	18,0	244,6	96,5	3,1	18,0	161100,0	33462,8	2230,0								
10503	2,0	183700,0	183400,0	183100,0	2,0	8750,0	6615,0	4480,0	2,0	39730,0	39685,0	39640,0								

INERIS DRC-10-108130-12610B

	Hg				Cd				Fe				Cyanure				HCN			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
11115	1,0	100,0	100,0	100,0	1,0	87,2	87,2	87,2	1,0	8110,0	8110,0	8110,0								
11206	4,0	1330,0	665,9	20,0	3,0	223,7	110,2	26,1	3,0	13030,0	6020,0	1570,0								
20503	1,0	463,2	463,2	463,2					1,0	25820,0	25820,0	25820,0								
981016	1,0	490,9	490,9	490,9	1,0	10,3	10,3	10,3	1,0	7700,0	7700,0	7700,0								
990210	1,0	120800,0	120800,0	120800,0	1,0	1030,0	1030,0	1030,0	1,0	53000,0	53000,0	53000,0								
990305	1,0	147900,0	147900,0	147900,0					1,0	2580,0	2580,0	2580,0								
990813	74,0	24710,0	2987,2	110,6	24,0	208,4	33,1	7,6	77,0	54590,0	36243,4	18600,0								
991105	1,0	221,8	221,8	221,8					1,0	818,9	818,9	818,9								
991106	1,0	1820,0	1820,0	1820,0					1,0	47740,0	47740,0	47740,0								
991107	1,0	13750,0	13750,0	13750,0					1,0	10860,0	10860,0	10860,0								
B6 Terres polluées																				
217					2,0	12,3	10,7	9,2	3,0	383100,0	159863,3	45020,0								
313									4,0	145,3	121,1	98,8								
319									1,0	13630,0	13630,0	13630,0								
402									1,0	12130,0	12130,0	12130,0								
403	1,0	134,2	134,2	134,2					3,0	40670,0	20256,7	9920,0								
511					4,0	3240,0	1239,4	177,4	4,0	145400,0	90757,5	10340,0								
515									1,0	127,1	127,1	127,1								
516	1,0	890,0	890,0	890,0	1,0	266,3	266,3	266,3	1,0	950,3	950,3	950,3								
613					1,0	25,7	25,7	25,7	1,0	29040,0	29040,0	29040,0								
619	1,0	773,0	773,0	773,0	1,0	456,2	456,2	456,2	1,0	19780,0	19780,0	19780,0								
710	1,0	363,5	363,5	363,5					2,0	129900,0	92225,0	54550,0								
805					1,0	201,7	201,7	201,7	1,0	10770,0	10770,0	10770,0								
822									2,0	27750,0	15185,0	2620,0								
901									1,0	3780,0	3780,0	3780,0								
903					2,0	111,2	59,2	7,1	2,0	17600,0	9310,0	1020,0								
914	4,0	678,9	195,0	7,2	12,0	857,2	103,2	2,9	13,0	107800,0	13734,6	164,4								
925					2,0	13,2	13,2	13,2	2,0	15500,0	11380,0	7260,0								
1010									1,0	21450,0	21450,0	21450,0								
1014									1,0	990,8	990,8	990,8								
1121					1,0	13,1	13,1	13,1	4,0	76800,0	34547,5	4010,0								
1124									3,0	37550,0	12953,4	653,7								
1221	2,0	138,8	104,0	69,2	2,0	8,7	8,5	8,4	3,0	12890,0	5346,7	1480,0								
10120	1,0	427,5	427,5	427,5					2,0	689500,0	546500,0	403500,0								
10202									1,0	1760,0	1760,0	1760,0								
10203					2,0	27,3	25,1	22,8	2,0	1200,0	1005,4	810,7								
10215									2,0	157,3	130,5	103,6								
10230									1,0	5460,0	5460,0	5460,0								
10309									1,0	18,5	18,5	18,5								
10315									1,0	13800,0	13800,0	13800,0								
10318					4,0	665,5	388,3	160,1	4,0	13280,0	11485,0	10640,0								
10406									1,0	79800,0	79800,0	79800,0								
10502	1,0	265,6	265,6	265,6					1,0	1160,0	1160,0	1160,0								
10525					1,0	425,4	425,4	425,4	1,0	3180,0	3180,0	3180,0								
10607					1,0	7,1	7,1	7,1	1,0	6080,0	6080,0	6080,0								
10621									1,0	10520,0	10520,0	10520,0								

INERIS DRC-10-108130-12610B

	Hg				Cd				Fe				Cyanure				HCN				
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	
10623									2,0	136100,0	108225,0	80350,0									
10701									2,0	5920,0	5850,0	5780,0									
10818	2,0	632,9	510,5	388,0	2,0	70,3	44,2	18,0	3,0	38170,0	23603,3	16140,0									
10824									2,0	106300,0	74730,0	43160,0									
10903					1,0	17,2	17,2	17,2	22,0	17870,0	12075,5	6280,0									
10904									2,0	1880,0	1535,0	1190,0									
10911									1,0	2440,0	2440,0	2440,0									
10913					3,0	2230,0	1216,7	20,2	3,0	7050,0	5683,3	3630,0									
10914									1,0	109,1	109,1	109,1									
11015									1,0	19220,0	19220,0	19220,0									
11027	10,0	866,4	531,3	363,6					10,0	314800,0	191940,0	118600,0									
11108					1,0	4000,0	4000,0	4000,0	1,0	53780,0	53780,0	53780,0									
11123					1,0	17,1	17,1	17,1	1,0	98080,0	98080,0	98080,0									
11127	1,0	544,9	544,9	544,9					1,0	240600,0	240600,0	240600,0									
11128					2,0	279,2	240,1	201,0	2,0	42190,0	35585,0	28980,0									
11204	1,0	371,9	371,9	371,9					2,0	28430,0	27715,0	27000,0									
11215									1,0	4710,0	4710,0	4710,0									
20112									1,0	48220,0	48220,0	48220,0									
20124									1,0	3280,0	3280,0	3280,0									
20130					1,0	11,9	11,9	11,9	1,0	4120,0	4120,0	4120,0									
20131					1,0	6,6	6,6	6,6	3,0	2640,0	1571,7	155,2									
20201					1,0	118,4	118,4	118,4	1,0	17280,0	17280,0	17280,0									
20304					1,0	26,1	26,1	26,1	2,0	93100,0	58680,0	24260,0									
20314									1,0	18730,0	18730,0	18730,0									
20402	1,0	374,2	374,2	374,2					3,0	279500,0	160750,0	3950,0									
20403									1,0	40150,0	40150,0	40150,0									
20425									1,0	253,7	253,7	253,7									
20505									1,0	1790,0	1790,0	1790,0									
20531									7,0	11240,0	5468,6	3100,0									
20601									1,0	6400,0	6400,0	6400,0									
20612									1,0	933,0	933,0	933,0									
20614					2,0	728700,0	364507,4	314,8	2,0	34320,0	18805,0	3290,0									
20713					1,0	15,7	15,7	15,7	4,0	5940,0	4805,0	3970,0									
20806									1,0	33080,0	33080,0	33080,0									
981108									3,0	29370,0	27186,7	25560,0									
981216					1,0	33,7	33,7	33,7	1,0	653,5	653,5	653,5									
990105																					
990212									60,0	26980,0	18516,5	11470,0									
990406					1,0	28,5	28,5	28,5	1,0	3380,0	3380,0	3380,0									
990705									2,0	44160,0	40215,0	36270,0									
990806									1,0	3370,0	3370,0	3370,0									
990901					1,0	44,8	44,8	44,8	1,0	564,5	564,5	564,5									
990915					9,0	1800,0	313,6	6,6	14,0	17130,0	7509,9	427,1									
981108					19,0	44,2	28,8	13,6	43,0	28560,0	20921,2	13890,0									
B9 Résidus d'incinération																					
215					1,0	575,8	575,8	575,8	1,0	1840,0	1840,0	1840,0									

INERIS DRC-10-108130-12610B

	Hg				Cd				Fe				Cyanure				HCN				
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	
410					22,0	221,6	124,2	29,2	22,0	17680,0	6102,7	2880,0									
512					9,0	105,5	70,7	32,0	9,0	9170,0	8107,8	6780,0									
981011					51,0	1590,0	59,2	5,2	51,0	39700,0	15232,4	4530,0									
981114					30,0	113,3	27,8	4,2	36,0	2300,0	610,2	18,4									
981216					1,0	36,3	36,3	36,3	1,0	33880,0	33880,0	33880,0									
990411					3,0	284,4	228,7	146,6	3,0	130000,0	117260,0	92280,0									
990614					1,0	16,8	16,8	16,8	4,0	78140,0	47357,5	16060,0									
990815					35,0	151,3	25,1	3,0	38,0	1890,0	396,0	36,2									
990901					3,0	116,3	63,2	28,4	3,0	12750,0	10620,0	7960,0									
990912					37,0	201,4	18,3	4,1	42,0	34050,0	12345,8	114,6									
991002					1,0	9,2	9,2	9,2	4,0	12380,0	11670,0	10530,0									
C4 Déchets chromiques																					
206					2,0	42,4	28,8	15,2	3,0	30760,0	25086,7	17600,0									
832									1,0	18980,0	18980,0	18980,0									
902	1,0	450,3	450,3	450,3	1,0	3,8	3,8	3,8	4,0	2390,0	1086,5	147,7									
10114									1,0	406,7	406,7	406,7									
10115					4,0	93,0	53,3	23,0	4,0	43470,0	29452,5	15580,0									
10912									1,0	27600,0	27600,0	27600,0									
20120					1,0	137,5	137,5	137,5	1,0	7230,0	7230,0	7230,0									
20121	1,0	357,6	357,6	357,6	2,0	949,7	478,7	7,7	3,0	38140,0	21813,3	10670,0									
981005					2,0	32,3	21,2	10,2	3,0	29430,0	24170,0	19220,0									
981020	1,0	425,8	425,8	425,8	4,0	142,5	90,7	27,0	5,0	28400,0	14206,0	6310,0									
990207	1,0	204,7	204,7	204,7					1,0	3250,0	3250,0	3250,0									
990612	1,0	296,0	296,0	296,0					1,0	22530,0	22530,0	22530,0									
990906									1,0	6930,0	6930,0	6930,0									
990913	1,0	175,7	175,7	175,7					3,0	28250,0	15586,7	3590,0									
991008					1,0	17,9	17,9	17,9	2,0	22390,0	17380,0	12370,0									
991101	1,0	266,2	266,2	266,2	2,0	450,5	253,8	57,1	4,0	40970,0	22535,0	9900,0									
C8 Déchets de galvanisation																					
108	1,0	216,8	216,8	216,8	3,0	6190,0	2100,3	10,5	10,0	135600,0	83920,0	7880,0									
212									1,0	114800,0	114800,0	114800,0									
919									1,0	43220,0	43220,0	43220,0									
10112	1,0	13,5	13,5	13,5	2,0	359,2	258,1	157,0	7,0	73880,0	20314,3	2530,0									
10113									1,0	87650,0	87650,0	87650,0									
10822					1,0	2750,0	2750,0	2750,0	1,0	11920,0	11920,0	11920,0									
11009					1,0	15,5	15,5	15,5	7,0	31170,0	8241,6	910,9									
11106									1,0	17330,0	17330,0	17330,0									
20118	1,0	480,0	480,0	480,0	1,0	23,4	23,4	23,4	3,0	115800,0	46933,3	6770,0									
20119									3,0	62440,0	35170,0	2060,0									
990101									1,0	74890,0	74890,0	74890,0									
990102					5,0	2290,0	960,9	196,9	12,0	210600,0	99817,5	7460,0									
990410																					
D11 Catalyseurs usés																					
D12 Déchets de laboratoire	9,0	128800,0	40920,2	501,6	9,0	2550,0	678,3	0,6	21,0	13080,0	5684,8	1400,0									
121									3,0	6940,0	6666,7	6390,0									

INERIS DRC-10-108130-12610B

	Hg				Cd				Fe				Cyanure				HCN			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
315	2,0	128800,0	110635,0	92470,0	2,0	2550,0	1335,8	121,6	2,0	12910,0	11470,0	10030,0								
10211	1,0	6060,0	6060,0	6060,0	1,0	1350,0	1350,0	1350,0	1,0	9780,0	9780,0	9780,0								
10606	4,0	14390,0	7612,5	2010,0	4,0	1330,0	501,3	11,1	5,0	9240,0	5948,0	3100,0								
990211									6,0	4690,0	2955,0	1900,0								
D7 Résidus de l'électronique																				
316									1,0	31,7	31,7	31,7								
10305									1,0	4,8	4,8	4,8								
20712									1,0	46,3	46,3	46,3								
990302	1,0	139,5	139,5	139,5					2,0	176,4	102,8	29,2								
E13 Déchets amiantés	1,0	37,6	37,6	37,6	15,0	397,6	73,0	1,0	19,0	82690,0	17044,2	248,4								
410					2,0	87,2	44,7	2,2	2,0	5640,0	2944,2	248,4								
802	1,0	37,6	37,6	37,6	2,0	23,1	12,0	1,0	5,0	56480,0	27274,4	982,2								
1013					3,0	151,2	76,6	23,1	3,0	24520,0	18530,0	9420,0								
10406					1,0	67,3	67,3	67,3	1,0	7200,0	7200,0	7200,0								
10501					2,0	99,2	51,0	2,8	2,0	7870,0	4062,4	254,8								
10808					1,0	5,3	5,3	5,3	1,0	390,9	390,9	390,9								
20130					1,0	4,5	4,5	4,5	1,0	1910,0	1910,0	1910,0								
20401					1,0	117,6	117,6	117,6	1,0	3800,0	3800,0	3800,0								
990901					1,0	57,1	57,1	57,1	1,0	973,2	973,2	973,2								
E9 Résidus de l'incinération																				
410	3,0	417,9	355,1	278,8	185,0	324,9	78,0	0,7	185,0	23050,0	4921,6	110,8								
512	4,0	5400,0	2855,0	236,5	120,0	6080,0	179,7	2,2	120,0	349900,0	12077,9	229,0								
515									5,0	73,3	41,5	2,2								
801					1,0	55,2	55,2	55,2	1,0	1010,0	1010,0	1010,0								
811	1,0	7960,0	7960,0	7960,0	1,0	9810,0	9810,0	9810,0	1,0	5590,0	5590,0	5590,0								
817					36,0	272,7	39,3	0,3	39,0	12560,0	689,3	13,9								
824					1,0	230,0	230,0	230,0	1,0	95860,0	95860,0	95860,0								
1013	3,0	2080,0	712,3	7,3	81,0	212,7	29,8	0,2	81,0	80070,0	10780,4	158,8								
1112					4,0	41,5	36,1	30,3	4,0	13900,0	13302,5	12540,0								
1125					1,0	10,2	10,2	10,2	3,0	140500,0	58866,7	6200,0								
1209					4,0	189,1	85,9	1,2	4,0	13260,0	7664,1	696,2								
10406	5,0	4930,0	1402,2	4,6	202,0	703,9	107,7	0,5	203,0	20710,0	5583,2	94,1								
10501	3,0	4200,0	2818,8	656,5	143,0	210,3	91,2	2,5	144,0	27890,0	7367,6	216,4								
10513					1,0	17,9	17,9	17,9	1,0	18280,0	18280,0	18280,0								
10527					1,0	12,7	12,7	12,7	11,0	9560,0	2555,2	2,5								
10808					40,0	203,0	33,8	2,7	42,0	13830,0	1465,2	135,3								
10903									1,0	11490,0	11490,0	11490,0								
10913					2,0	12,6	10,5	8,4	2,0	5440,0	5035,0	4630,0								
11001					83,0	179,7	32,2	4,5	90,0	59490,0	12354,8	30,4								
11101					2,0	47,5	46,3	45,1	2,0	38690,0	32525,0	26360,0								
20128					1,0	6,9	6,9	6,9	1,0	47140,0	47140,0	47140,0								
20129									1,0	24720,0	24720,0	24720,0								

INERIS DRC-10-108130-12610B

	Hg				Cd				Fe				Cyanure				HCN			
	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min	Nombre	Max	Moyenne	Min
20130					36,0	591,2	54,1	3,8	56,0	26950,0	4912,9	181,8								
20220					10,0	123,1	84,5	61,6	10,0	28960,0	23030,0	18100,0								
20305					1,0	516,9	516,9	516,9	1,0	4300,0	4300,0	4300,0								
20401					68,0	288,6	103,4	4,2	69,0	20570,0	7076,9	104,5								
20414					2,0	50,7	38,7	26,7	2,0	11920,0	11635,0	11350,0								
20431					1,0	122,6	122,6	122,6	1,0	36080,0	36080,0	36080,0								
20501					34,0	151,8	107,4	6,6	36,0	47750,0	7464,2	1500,0								
20506					4,0	4,1	3,5	2,5	4,0	712,3	344,1	177,5								
20521																				
20623					1,0	157,9	157,9	157,9	11,0	6290,0	2482,7	1450,0								
20730									1,0	129900,0	129900,0	129900,0								
20808					3,0	18,2	16,4	14,2	3,0	341,1	325,6	307,0								
20831					7,0	19,7	12,9	9,6	7,0	135,0	84,5	41,3								
990815	1,0	302,8	302,8	302,8					1,0	12020,0	12020,0	12020,0								
990901					12,0	394,3	67,6	3,7	13,0	1200,0	452,0	21,6								
990912					2,0	125,0	81,8	38,5	2,0	12450,0	11015,0	9580,0								
991002	1,0	1800,0	1800,0	1800,0	36,0	100,3	24,6	7,0	36,0	54570,0	17272,8	4750,0								
991009									2,0	13660,0	12750,0	11840,0								

INERIS DRC-10-108130-12610B

## Annexe 3 Quantité d'éléments stockés (calculée à partir des concentrations par lot et des masses par lot) exprimée en kg

Avant correction des masses de palettes, fûts et plâtre :

Étiquettes de lignes	Ag	Al	As	Au	Ba	Bi	Br	Ca	Cd	Cl	Co	Cr	Cr hexavalent	Cs	Cu	Cyanure	Eu	Fe	Ga	Ge	H2S	Hf	Hg	I	In	K	
A1 Sels de trempes cyanurés	157	28031	299	123	70686	29	501	128777	832	179509	313	3591		2	5661	5066		34059	4	3			10	17	0	115689	
A2 Sels de trempes non cyanurés	6	13565	31		67083	5	153	39979	82	57605	156	877		0	236			10893	1	0			12	5		93329	
B10 Produits phytosanitaires	1	93	2793		14	4	1	7294	3	1437	2	1			12			227	4				77		0	69	
B13 Déchets amiantés		349	12		14			1268	1	5	3	152			6			337	0							5	
B3 Déchets arseniés	804	64245	1160405		13172	74884	262	209999	11044	41220	2006	2599		92	37078			340461	38	120	0	1337	34125	294	197	32806	
B5 Déchets mercuriels	31	41656	1050		2728	64	363	75562	148	12780	561	411		7	972			78001	106	44		37	17084	935	4	18888	
B6 Terres polluées	552	143584	6689	66	4585	763	1695	302869	15837	35931	1499	11691		27	18501			112634	60	28	0	342	93	38	0	40028	
B9 Résidus d'incinération	53	16208	1255		2101	194	6915	292896	136	188286	318	1459		814	2321			30804	30	1				407	0	31678	
C4 Déchets chromiques	10	20997	213	22	2283	3	14	37235	24	1375	59	16388	1432		2092			7085	5	3		70	24	15		2593	
C8 Déchets de galvanisation	44	7938	84		10446		94	50873	59	6354	348	3020			8698			46492	0	2		32	15	85		4640	
D12 Déchets de laboratoire	145	885	4418		61	275	19	13636	56	1665	67	43		31	28			929	1			0	1728	271	1	2122	
D7 Résidus de l'électronique		18	3					3		15		0			0			1	6	0			0			0	
E13 Déchets amiantés	2	13923	110		131	6	420	22767	11	32970	35	1474			194			3	2838	2		4	1	26		2223	
E9 Résidus de l'incinération	315	332548	21827	14	28629	2614	46981	2728946	1428	3497336	1812	8086		79	13354			4	131667	158	7		33	583	3124	3	286093
<b>Total général</b>	<b>2119</b>	<b>684041</b>	<b>1199188</b>	<b>224</b>	<b>201932</b>	<b>78841</b>	<b>57418</b>	<b>3912105</b>	<b>29662</b>	<b>4056489</b>	<b>7181</b>	<b>49793</b>	<b>1432</b>	<b>1051</b>	<b>89153</b>	<b>5066</b>	<b>6</b>	<b>796429</b>	<b>415</b>	<b>207</b>	<b>0</b>	<b>1853</b>	<b>53752</b>	<b>5216</b>	<b>206</b>	<b>630164</b>	

Catégorie	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	S	Sb	Sc	Se	Si	Sn	Sr	Ta	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr	Total général
A1 Sels de trempes cyanurés	15186	1341	182	233126	18	3145	11490	5617	160884	86	276	13	63340	1151	3530	371	9		3101	8	3	150	2862		23757	1164	1104173
A2 Sels de trempes non cyanurés	3505	512	860	140605	11	352	491	260	18973	9	118		17456	47	2515	160	0		1698	1	0	99	303		2521	19	474531
B10 Produits phytosanitaires	34969	4		27233		3	822	872	47960	25	21	1	8196	16	216	39	0		11	2	0	2	10		495	0	132928
B13 Déchets amiantés	208	12	0			3	2	5	171	40			358	1	12				21		1	2	10		264	23	3288
B3 Déchets arseniés	1656735	1689	312	382242	20	1915	2161	113498	186145	65935	1300	383	314165	13307	2673	18782	4458	560	4266	3469	9	1179	2089		55763	965	4861208
B5 Déchets mercuriels	8631	1297	21	5072	42	427	3525	1592	83138	117	64	0	124658	150	1965	198	1		5962	47		298	259		4048	1030	493974
B6 Terres polluées	35298	4201	1820	80580	41	14575	32507	16439	158487	5993	773	213	497146	2281	2044	1109	50	3	9532	84	15	1869	3463		23134	13120	1602288
B9 Résidus d'incinération	4739	2847	1915	261838	11	745	3565	13169	82304	1148	566	8	30937	1110	452	92	4		9298	41		284	1497		33523	188	1026160
C4 Déchets chromiques	4090	351	266	3969	4	1332	495	8453	7696	58	79	0	30008	713	390	170	1		786	46		114	321		1528	1718	154527
C8 Déchets de galvanisation	2011	2095	94	13689	9	7092	8965	2070	40007	18	157	3	7910	965	1176	219			1470	6	3	172	1461		7700	126	236642
D12 Déchets de laboratoire	1881	231	64	1449	3	270	511	2596	1680	486	37	234	1786	99	177	180	30		739	54		97	46		393	23	39446
D7 Résidus de l'électronique		0		2					23				3233			1			0						0		3307
E13 Déchets amiantés	1387	100	67	26858	1	150	1063	625	7649	47	60		12883	92	46	20			631		0	22	152	0	1573	89	130654
E9 Résidus de l'incinération	95821	7007	5185	1795306	54	4134	55821	50543	810350	5309	7411	14	464788	14280	4525	843	121	13	102613	227		2490	10468	0	144440	1788	10689192
<b>Total général</b>	<b>1864462</b>	<b>21686</b>	<b>10787</b>	<b>2971970</b>	<b>212</b>	<b>34144</b>	<b>121417</b>	<b>215739</b>	<b>1605467</b>	<b>79271</b>	<b>10862</b>	<b>869</b>	<b>1576863</b>	<b>34213</b>	<b>19720</b>	<b>22184</b>	<b>4674</b>	<b>576</b>	<b>140130</b>	<b>3985</b>	<b>31</b>	<b>6779</b>	<b>22943</b>	<b>0</b>	<b>299139</b>	<b>20252</b>	<b>20952318</b>

Après correction des masses de palettes, fûts et plâtre :

INERIS DRC-10-108130-12610B

Catégorie	Ag	Al	As	Au	Ba	Bi	Br	Ca	Cd	Cl	Co	Cr	Cr (VI)	Cs	Cu	Cyanure	Eu	Fe	Ga	Ge	H2S	Hf	Hg	I	In	K
A1 Sels de trempes cyanurés	146	26212	280	114	65993	29	473	120264	777	168397	293	3356		2	5288	4729		31850	4	2			10	16	0	108018
A2 Sels de trempes non cyanurés	5	12672	29		62647	5	143	37322	76	53788	146	819		0	221			10169	1	0			12	5		87130
B3 Déchets arseniés	804	64245	1160405		13172	74884	262	209999	11044	41220	2006	2599		92	37078			340461	38	120	0	1337	34125	294	197	32806
C4 Déchets chromiques	9	19602	199	20	2131	3	13	34761	22	1284	55	15299	1336		1953			6614	5	2		65	22	14		2421
B5 Déchets mercuriels	29	38888	981		2547	60	339	70541	139	11931	524	383		6	908			72818	99	41		35	15949	873	4	17633
B6 Terres polluées	552	143584	6689	66	4585	763	1695	302869	15837	35931	1499	11691		27	18501			112634	60	28	0	342	93	38	0	40028
D7 Résidus de l'industrie		17	3					3		14		0			0			1	6	0			0			0
C8 Déchets de galvanisation	41	7411	79		9752		88	47493	55	5932	325	2820			8120			43403	0	2		30	14	79		4332
E9 Résidus d'incinération	368	348710	23082	14	30707	2808	53892	3021653	1564	3685500	2129	9542		893	15611		4	162360	189	8		33	583	3530	3	317629
B10 Produits phytosanitaires	1	91	2630		14	4	1	7111	3	1342	2	1			11			223	4				74		0	66
D12 Déchets de laboratoire	145	885	4418		61	275	19	13636	56	1665	67	43		31	28			929	1			0	1728	271	1	2122
E13 Déchets amiantés	2	14272	122		145	6	420	24036	12	32975	38	1627			200		3	3176	2			4	1	26		2229
<b>Total général</b>	<b>2102</b>	<b>676589</b>	<b>1198914</b>	<b>215</b>	<b>191753</b>	<b>78836</b>	<b>57345</b>	<b>3889688</b>	<b>29586</b>	<b>4039979</b>	<b>7085</b>	<b>48179</b>	<b>1336</b>	<b>1050</b>	<b>87918</b>	<b>4729</b>	<b>6</b>	<b>784638</b>	<b>407</b>	<b>204</b>	<b>0</b>	<b>1844</b>	<b>52610</b>	<b>5145</b>	<b>205</b>	<b>614414</b>

INERIS DRC-10-108130-12610B

Catégorie	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	S	Sb	Sc	Se	Si	Sn	Sr	Ta	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr	Total
A1 Sels de trempe cyanurés	14188	1253	173	217991	17	2938	10734	5249	150310	81	257	12	59223	1075	3296	346	9		2908	8	3	141	2677		22197	1087	1032429
A2 Sels de trempe non cyanurés	3272	478	803	131262	10	329	458	242	17718	8	110		16303	44	2348	149	0		1586	1	0	93	283		2354	18	443057
B3 Déchets arseniés	1656735	1689	312	382242	20	1915	2161	113498	186145	65935	1300	383	314165	13307	2673	18782	4458	560	4266	3469	9	1179	2089		55763	965	4861208
C4 Déchets chromiques	3818	327	248	3705	3	1243	462	7891	7184	54	74	0	28014	666	364	159	1		734	43		106	300		1426	1604	144258
B5 Déchets mercuriels	8057	1211	19	4735	39	399	3291	1486	77613	110	60	0	116375	140	1834	185	1		5566	44		278	242		3779	962	461150
B6 Terres polluées	35298	4201	1820	80580	41	14575	32507	16439	158487	5993	773	213	497146	2281	2044	1109	50	3	9532	84	15	1869	3463		23134	13120	1602288
D7 Résidus de l'industrie		0		2					22				3018			1			0						0		3087
C8 Déchets de galvanisation	1877	1955	88	12780	9	6621	8369	1932	37348	16	147	3	7384	901	1098	205			1372	6	3	161	1364		7188	118	220917
E9 Résidus d'incinération	100546	9848	7100	2056845	65	4874	59381	63707	892584	6456	7976	22	495696	15384	4972	932	125	13	111903	268		2774	11960	0	177904	1976	11714121
B10 Produits phytosanitaires	32683	4		25433		2	769	817	44893	24	20	1	7659	15	215	37	0		10	2	0	2	10		462	0	124637
D12 Déchets de laboratoire	1881	231	64	1449	3	270	511	2596	1680	486	37	234	1786	99	177	180	30		739	54		97	46		393	23	39446
E13 Déchets amiantés	1596	112	67	26858	1	154	1064	630	7820	87	60		13241	93	57	20			653		1	24	162	0	1837	111	133942
<b>Total général</b>	<b>1859952</b>	<b>21309</b>	<b>10695</b>	<b>2943881</b>	<b>206</b>	<b>33321</b>	<b>119708</b>	<b>214488</b>	<b>1581804</b>	<b>79250</b>	<b>10815</b>	<b>868</b>	<b>1560009</b>	<b>34005</b>	<b>19079</b>	<b>22105</b>	<b>4673</b>	<b>576</b>	<b>139269</b>	<b>3978</b>	<b>31</b>	<b>6723</b>	<b>22596</b>	<b>0</b>	<b>296438</b>	<b>19983</b>	<b>20780540</b>

## Annexe 4 Calcul des teneurs en Hg<sup>°</sup>aq et HCNaq en phase liquide

Calcul géochimique avec le logiciel PHREEQC (US Geological Survey), la base de données minteq v4, les quantités moyenne de contaminants, des phases minérales solubles et deux volumes d'envoyage.

Calcul 1 - Teneur en HCN<sub>aq</sub> et Hg<sup>°</sup>aq / Volume d'envoyage 7 000 m<sup>3</sup>, soit 0.175 L/kg de déchet connu

Input file: D:\Mes documents\Affaires\Stocamine 2\Base de donnée pour calcul du terme source\Analyses d'air et documents air\Modélisation HCN Hg<sup>°</sup> 2011-09-09\Masses nettes 7 000 m3 2011-09-09.pqi  
Output file: D:\Mes documents\Affaires\Stocamine 2\Base de donnée pour calcul du terme source\Analyses d'air et documents air\Modélisation HCN Hg<sup>°</sup> 2011-09-09\Masses nettes 7 000 m3 2011-09-09.pqo  
Database file: C:\Program Files\USGS\Phreeqc Interactive 2.17.4799\database\minteq.v4.dat

```
SOLUTION 1
temp      35
pH        11.78
pe        4
redox     pe
units     mol/kgw
density   1
Alkalinity 0
Ca        0
Cl        6
K         0
Mg        0
Na        6
S(6)     0.005
N(5)     0.023
water    1 # kg
PHASES
Fix_H+
H+ = H+
log_k    0
EQUILIBRIUM_PHASES 1
Ba(OH)2:8H2O 0 0.199455925
Ca3(AsO4)2:4H2O 0 1.143042414
Cd4(OH)6SO4 0 0.009400669
CuOCuSO4 0 0.098833606
Fix_H+ -11.78 NaOH 10
Gypsum 0 1
Hg(OH)2 0 0.037467795
MgCr2O4 0 0.001836146
Ni4(OH)6SO4 0 0.081080119
Pb2O3 0 0.073944486
Sb2O4 0 0.046490768
NaCyanide(cubic) 0 0.025986246
```

-----Description of solution-----

```
pH = 11.780    Charge balance
pe = 9.080     Adjusted to redox equilibrium
Activity of water = 0.672
Ionic strength = 1.841e+001
Mass of water (kg) = 1.108e+000
```

Total alkalinity (eq/kg) = 8.350e+000  
 Total carbon (mol/kg) = 0.000e+000  
 Total CO2 (mol/kg) = 0.000e+000  
 Temperature (deg C) = 35.000  
 Electrical balance (eq) = -5.451e-002  
 Percent error, 100\*(Cat-|An|)/(Cat+|An|) = -0.21  
 Iterations = 131  
 Total H = 1.277741e+002  
 Total O = 7.643815e+001

-----Gas phase-----  
 Total pressure: 0.0000 atmospheres  
 Gas volume: 1.00e+000 liters

Component	log P	Moles in gas			
		P	Initial	Final	Delta
Hg(g)	-33.03	9.391e-034	0.000e+000	0.000e+000	0.000e+000

-----Distribution of species-----

Species	Molality	Log Activity	Log Molality	Log Activity	Gamma
...					
Cyanide	2.345e-002				
Ni(Cyanide)4-2	5.861e-003	7.404e-012	-2.232	-11.131	-8.899
Cu(Cyanide)4-3	7.331e-008	6.975e-028	-7.135	-27.156	-20.022
Cyanide-	3.203e-011	8.883e-009	-10.494	-8.051	2.443
H Cyanide	1.350e-011	1.350e-011	-10.870	-10.870	0.000
Cu(Cyanide)3-2	3.627e-012	4.582e-021	-11.440	-20.339	-8.899
NiH(Cyanide)4-	1.467e-014	8.744e-017	-13.834	-16.058	-2.225
Cu(Cyanide)2-	7.960e-016	4.746e-018	-15.099	-17.324	-2.225
CdCyanide+	3.419e-016	2.038e-018	-15.466	-17.691	-2.225
Hg(Cyanide)2	4.900e-021	4.900e-021	-20.310	-20.310	0.000
Cd(Cyanide)2	1.697e-021	1.697e-021	-20.770	-20.770	0.000
Cd(Cyanide)4-2	3.142e-022	3.969e-031	-21.503	-30.401	-8.899
Cd(Cyanide)3-	5.347e-023	3.188e-025	-22.272	-24.496	-2.225
NiH2Cyanide4	7.520e-024	7.520e-024	-23.124	-23.124	0.000
Hg(Cyanide)4-2	1.539e-024	1.944e-033	-23.813	-32.711	-8.899
Hg(Cyanide)3-	1.129e-025	6.730e-028	-24.947	-27.172	-2.225
HgCyanide+	3.647e-028	2.174e-030	-27.438	-29.663	-2.225
NiH3(Cyanide)4+	8.333e-031	4.968e-033	-30.079	-32.304	-2.225
...					
Hg(0)	3.400e-035				
Hg	3.400e-035	3.400e-035	-34.469	-34.469	0.000
Hg(1)	0.000e+000				
Hg2+2	0.000e+000	0.000e+000	-54.493	-63.391	-8.899
Hg(2)	3.380e-002				
HgCl4-2	3.380e-002	4.270e-011	-1.471	-10.370	-8.899
HgCl3-	1.527e-012	9.105e-015	-11.816	-14.041	-2.225
HgCl2	7.230e-019	7.230e-019	-18.141	-18.141	0.000
HgClOH	7.760e-020	7.760e-020	-19.110	-19.110	0.000
Hg(Cyanide)2	4.900e-021	4.900e-021	-20.310	-20.310	0.000
Hg(OH)3-	1.324e-022	7.896e-025	-21.878	-24.103	-2.225
Hg(OH)2	2.219e-023	1.538e-021	-22.654	-20.813	1.841
Hg(Cyanide)4-2	1.539e-024	1.944e-033	-23.813	-32.711	-8.899
Hg(Cyanide)3-	1.129e-025	6.730e-028	-24.947	-27.172	-2.225
HgCl+	2.776e-026	1.655e-028	-25.557	-27.781	-2.225
HgCyanide+	3.647e-028	2.174e-030	-27.438	-29.663	-2.225
HgOH+	3.116e-028	1.858e-030	-27.506	-29.731	-2.225
Hg+2	6.898e-030	8.714e-039	-29.161	-38.060	-8.899
HgSO4	0.000e+000	0.000e+000	-40.655	-40.655	0.000

HgNO3+	0.000e+000	0.000e+000	-41.530	-43.755	-2.225
Hg(NO3)2	0.000e+000	0.000e+000	-49.624	-49.624	0.000
HgNH3+2	0.000e+000	0.000e+000	-98.378	-107.277	-8.899
Hg(NH3)2+2	0.000e+000	0.000e+000	-169.024	-177.922	-8.899
Hg(NH3)3+2	0.000e+000	0.000e+000	-247.042	-255.940	-8.899
HgS2-2	0.000e+000	0.000e+000	-281.930	-290.828	-8.899
HgHS2-	0.000e+000	0.000e+000	-291.675	-293.900	-2.225
Hg(HS)2	0.000e+000	0.000e+000	-299.286	-299.286	0.000
Hg(NH3)4+2	0.000e+000	0.000e+000	-324.766	-333.664	-8.899

...

-----  
 End of simulation.  
 -----

-----  
 Reading input data for simulation 2.  
 -----

-----  
 End of run.  
 -----



## Calcul 2 - Teneur en $\text{HCN}_{\text{aq}}$ et $\text{Hg}^{\circ}_{\text{aq}}$ / Volume d'envoiage 6 200 000 $\text{m}^3$ , soit 155 L/kg de déchet connu

Input file: D:\Mes documents\Affaires\Stocamine 2\Base de donnée pour calcul du terme source\Analyses d'air et documents air\Modélisation HCN  $\text{Hg}^{\circ}$  2011-09-09\Masses nettes 6 200 000  $\text{m}^3$  2011-09-09.pqi

Output file: D:\Mes documents\Affaires\Stocamine 2\Base de donnée pour calcul du terme source\Analyses d'air et documents air\Modélisation HCN  $\text{Hg}^{\circ}$  2011-09-09\Masses nettes 6 200 000  $\text{m}^3$  2011-09-09.pqo

Database file: C:\Program Files\USGS\Phreeqc Interactive 2.17.4799\database\minteq.v4.dat

```
SOLUTION 1
temp      35
pH        8.83
pe        4
redox     pe
units     mol/kgw
density   1
Alkalinity 0
Ca        0
Cl        6
K         0
Mg        0
Na        6
S(6)     0.005
N(5)     0.023
water     1 # kg
PHASES
Fix_H+
H+ = H+
log_k     0
EQUILIBRIUM_PHASES 1
Ba(OH)2:8H2O 0 0.000225192
Ca3(AsO4)2:4H2O 0 0.001290532
Cd4(OH)6SO4 0 0.0000106137
CuOCuSO4 0 0.000111586
Fix_H+ -8.83 NaOH 10
Gypsum 0 1
Hg(OH)2 0 0.0000423023
MgCr2O4 0 0.00000207307
Ni4(OH)6SO4 0 0.0000915421
Pb2O3 0 0.0000834857
Sb2O4 0 0.0000524896
NaCyanide(cubic) 0 0.0000293393
```

-----Solution composition-----

Elements	Molality	Moles
As	2.578e-003	2.581e-003
Ba	2.249e-004	2.252e-004
Ca	3.412e-002	3.416e-002
Cd	4.240e-005	4.245e-005
Cl	5.993e+000	6.000e+000
Cr	4.141e-006	4.146e-006
Cu	2.229e-004	2.232e-004
Cyanide	2.930e-005	2.934e-005
Hg	4.225e-005	4.230e-005
Mg	2.071e-006	2.073e-006
N	2.297e-002	2.300e-002

Na	5.992e+000	5.999e+000
Ni	3.657e-004	3.662e-004
Pb	1.668e-004	1.670e-004
S	3.546e-002	3.551e-002
Sb	1.049e-004	1.050e-004

-----Description of solution-----

pH = 8.830 Charge balance  
 pe = 10.958 Adjusted to redox equilibrium  
 Activity of water = 0.796  
 Ionic strength = 6.019e+000  
 Mass of water (kg) = 1.001e+000  
 Total alkalinity (eq/kg) = 5.478e-003  
 Total carbon (mol/kg) = 0.000e+000  
 Total CO2 (mol/kg) = 0.000e+000  
 Temperature (deg C) = 35.000  
 Electrical balance (eq) = -3.302e-002  
 Percent error, 100\*(Cat-|An|)/(Cat+|An|) = -0.27  
 Iterations = 31  
 Total H = 1.111487e+002  
 Total O = 5.579623e+001

-----Gas phase-----

Total pressure: 0.0000 atmospheres  
 Gas volume: 1.00e+000 liters

Moles in gas

Component	log P	P	Initial	Final	Delta
Hg(g)	-28.82	1.508e-029	0.000e+000	0.000e+000	0.000e+000

-----Distribution of species-----

Species	Molality	Log Activity	Log Molality	Log Activity	Gamma
Cyanide	2.930e-005				
Ni(Cyanide)4-2	7.323e-006	5.977e-011	-5.135	-10.224	-5.088
HCyanide	8.006e-009	8.006e-009	-8.097	-8.097	0.000
Cyanide-	1.598e-009	5.908e-009	-8.796	-8.229	0.568
Cu(Cyanide)3-2	1.811e-010	1.478e-015	-9.742	-14.830	-5.088
Cu(Cyanide)2-	4.307e-011	2.302e-012	-10.366	-11.638	-1.272
Cu(Cyanide)4-3	4.205e-011	1.497e-022	-10.376	-21.825	-11.449
NiH(Cyanide)4-	1.177e-011	6.290e-013	-10.929	-12.201	-1.272
Hg(Cyanide)2	1.988e-013	1.988e-013	-12.701	-12.701	0.000
CdCyanide+	5.538e-014	2.960e-015	-13.257	-14.529	-1.272
NiH2Cyanide4	4.821e-017	4.821e-017	-16.317	-16.317	0.000
Cd(Cyanide)2	1.639e-018	1.639e-018	-17.785	-17.785	0.000
Hg(Cyanide)3-	3.399e-019	1.817e-020	-18.469	-19.741	-1.272
Hg(Cyanide)4-2	4.277e-021	3.491e-026	-20.369	-25.457	-5.088
Cd(Cyanide)3-	3.832e-021	2.048e-022	-20.417	-21.689	-1.272
HgCyanide+	2.482e-021	1.326e-022	-20.605	-21.877	-1.272
NiH3(Cyanide)4+	5.312e-022	2.839e-023	-21.275	-22.547	-1.272
Cd(Cyanide)4-2	2.079e-023	1.696e-028	-22.682	-27.770	-5.088
...					
Hg(0)	5.459e-031				
Hg	5.459e-031	5.459e-031	-30.263	-30.263	0.000
Hg(1)	0.000e+000				
Hg2+2	0.000e+000	0.000e+000	-46.135	-51.223	-5.088
Hg(2)	4.225e-005				
HgCl4-2	4.225e-005	3.448e-010	-4.374	-9.462	-5.088
HgCl3-	7.986e-011	4.268e-012	-10.098	-11.370	-1.272
Hg(Cyanide)2	1.988e-013	1.988e-013	-12.701	-12.701	0.000
HgCl2	1.968e-014	1.968e-014	-13.706	-13.706	0.000
HgClOH	1.628e-016	1.628e-016	-15.788	-15.788	0.000

Hg(Cyanide)3-	3.399e-019	1.817e-020	-18.469	-19.741	-1.272
Hg(OH)2	6.224e-020	2.489e-019	-19.206	-18.604	0.602
HgCl+	4.891e-021	2.614e-022	-20.311	-21.583	-1.272
Hg(Cyanide)4-2	4.277e-021	3.491e-026	-20.369	-25.457	-5.088
HgCyanide+	2.482e-021	1.326e-022	-20.605	-21.877	-1.272
HgOH+	4.234e-024	2.263e-025	-23.373	-24.645	-1.272
Hg(OH)3-	3.175e-024	1.697e-025	-23.498	-24.770	-1.272
Hg+2	9.794e-026	7.993e-031	-25.009	-30.097	-5.088
HgSO4	4.349e-032	4.349e-032	-31.362	-31.362	0.000
HgNO3+	1.188e-032	6.347e-034	-31.925	-33.197	-1.272
Hg(NO3)2	3.373e-037	3.373e-037	-36.472	-36.472	0.000
HgNH3+2	0.000e+000	0.000e+000	-80.328	-85.417	-5.088
Hg(NH3)2+2	0.000e+000	0.000e+000	-137.076	-142.164	-5.088
Hg(NH3)3+2	0.000e+000	0.000e+000	-201.196	-206.285	-5.088
HgS2-2	0.000e+000	0.000e+000	-258.556	-263.644	-5.088
HgHS2-	0.000e+000	0.000e+000	-262.494	-263.766	-1.272
Hg(NH3)4+2	0.000e+000	0.000e+000	-265.022	-270.111	-5.088
Hg(HS)2	0.000e+000	0.000e+000	-266.202	-266.202	0.000

...

