

RAPPORT D'ÉTUDE

07/02/2012

N° - DRC-12-127684-01606A-

**STOCAMINE**

**Modélisation complémentaire du terme source  
en fonction des scénarios de déstockage  
étudiés**

**INERIS**

maîtriser le risque |  
pour un développement durable |


# STOCAMINE

## Modélisation complémentaire du terme source en fonction des scénarios de déstockage étudiés

Verneuil en Halatte (Oise)

Client: Stocamine

Liste des personnes ayant participé à l'étude : Pierre Hennebert, Pierre Toulhoat

	<u>P. Hammett</u>		<u>Tony</u>

## TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux.....	3
Liste des figures.....	3
<b>1. INTRODUCTION ET OBJECTIF .....</b>	<b>7</b>
<b>2. RESULTATS .....</b>	<b>9</b>
2.1 Calcul des quantités de contaminants et des volumes des pores pour différentes options de retrait.....	9
2.2 Calculs des contaminants en solution à l'équilibre .....	13
2.2.1 Fixation du pH .....	13
2.2.2 Concentrations à l'équilibre .....	14
<b>3. CONCLUSION.....</b>	<b>17</b>

### Liste des tableaux

Tableau 1: Tare par catégorie de déchets.....	10
Tableau 2: Masses brutes et nettes (tonnes) des déchets et volumes de porosité pour les différentes options de retrait .....	11
Tableau 3 : Quantité d'éléments dans le stockage en fonction des options de retrait (kg).....	12
Tableau 4 : Ratio relatifs (quantités totales en moles/volume) des certains contaminants pour chaque option de retrait .....	12
Tableau 5 : Concentrations (g/l) à l'équilibre pour différentes options de retrait....	14

### Liste des figures

Figure 1 : Concentrations (g/l) à l'équilibre pour différentes options de retrait.....	14
--	----



## 1. Introduction

The first part of the paper discusses the importance of the research and the objectives of the study. It also provides a brief overview of the methodology used in the study.

The second part of the paper presents the results of the study. It discusses the findings and their implications for the field of research.

The third part of the paper discusses the conclusions of the study and provides recommendations for future research.

The fourth part of the paper discusses the limitations of the study and provides suggestions for future research.

The fifth part of the paper discusses the significance of the study and its contribution to the field of research.

\_\_\_\_\_

The first part of the book is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The second part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The third part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The fourth part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The fifth part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The sixth part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The seventh part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The eighth part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The ninth part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The tenth part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The eleventh part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The twelfth part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The thirteenth part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The fourteenth part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The fifteenth part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The sixteenth part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The seventeenth part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The eighteenth part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The nineteenth part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The twentieth part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The twenty-first part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

The twenty-second part is devoted to the study of the structure of the group of automorphisms of a free group.

Le retrait de « 95 % de la masse de mercure » correspond au retrait de tous les déchets B3 arséniés et B5 mercuriels dans les blocs 12, 21, 22 et 23.

Les tableaux suivants présentent pour chaque option :

- les tares (Tableau 1),
- les masses et le volume correspondant à la porosité des déchets (Tableau 2),
- les quantités d'éléments (Tableau 3),
- les quantités d'éléments par unité de volume de porosité des déchets (Tableau 4).

*Tableau 1: Tare par catégorie de déchets*

Catégorie	Contenant	Tare (kg) par colis
A1 -Sels de trempe	Fûts	90
A2- Sels de trempe non cyanures	Fûts	90
B3 -Déchets arséniés		0
C4 -Déchets chromiques	Fûts	90
B5 -Déchets mercuriels	Fûts	150
B6 -Terres polluées		0
D7-résidus de l'industrie	Fûts	150
C8-Déchets de galvanisation	Fûts	90
E9 -Résidus d'incinération		0
B10-Produits phytosanitaires	Fûts	0
D12-Déchets de laboratoire	Conteneurs	150
E13-Déchets amiantés		0



Tableau 2: Masses brutes et nettes (tonnes) des déchets et volumes de porosité pour les différentes options de retrait

Catégorie	Masse brute	Masse nette	Nombre de colis	Nombre de Lot	Retrait 45 % B3 B5 Masse brute	Retrait 95 % B3 B5 Masse brute	Retrait sauf Bloc 15 Masse brute
A1	2156	1961	2164	151	2156	2156	79
A2	1218	1110	1191	100	1218	1218	10
B3	6975	6975	7107	379	3912	601	12
C4	429	397	358	38	429	429	
B5	2272	2010	1753	116	411	100	
B6	5298	5298	4646	302	5298	5298	129
D7	138	89	324	28	138	138	11
C8	640	587	586	53	640	640	44
E9	20714	20714	38967	1432	20714	20714	914
B10	128	128	105	9	128	128	
D12	76	62	91	9	76	76	
E13	3774	3774	9823	871	3774	3774	438
<b>Total général</b>	<b>43817</b>	<b>43105</b>	<b>67115</b>	<b>3488</b>	<b>38893</b>	<b>35271</b>	<b>1639</b>
« Porosité apparente" des déchets (m <sup>3</sup> /tonne)	0.160				0.160	0.160	0.160
Volume porosité (m <sup>3</sup> )	7000				6213	5635	262

Tableau 3 : Quantité d'éléments dans le stockage en fonction des options de retrait (kg)

Option	Ag	Al	As	Au	Ba	Bi	Br	Ca	Cd	Cl	Co	Cr	Cr hexavalent	Cs	Cu	Cyanure	Eu	Fe	Ga	Ge	Hg	I	In	K
Pas de retrait	2013	672688	1190345	212	188685	78122	56872	3851467	29531	4037604	7241	47511	1201	1057	84658	4671	6	774022	395	193	50852	4949	204	605858
Retrait 45 % B3 B5	1358	633615	334578	212	182807	16177	56491	3777867	20476	4005089	5859	46265	1201	983	52406	4671	6	518839	286	112	20903	4111	36	578796
Retrait 95 % B3 B5	1192	580952	65322	212	178531	2084	56329	3616112	18287	3984447	4588	44755	1201	945	46753	4671	6	373573	263	59	3059	3944	6	562521
Retrait sauf B15	74	8084	3762		1255	62	5616	113645	15635	96118	223	1296			1040	7		11482	16	0	84	163	0	20012

Option	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	S	Sb	Sc	Se	Si	Sn	Sr	Ta	Tb	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr	
Pas de retrait	1851352	20838	13719	2939658	209	31351	117953	213589	1575210	78428	10544	821	1547590	33548	18652	21801	4622	572	138946	3931	31	6628	22199	0	295685	20048
Retrait 45 % B3 B5	820142	19363	13568	2701726	170	29718	117550	127055	1473482	25633	9870	686	1363199	22510	17509	8129	1000	106	133831	1436	26	5811	20645	0	255566	19406
Retrait 95 % B3 B5	210629	18280	10294	2561785	157	29281	114467	98910	1319279	11788	9338	443	1144668	19957	15135	3542	124	6	129921	551	24	5428	20245	0	241051	18693
Retrait sauf B15	2707	459	181	81178	1	9932	3076	2356	18348	134	347	8	11894	878	315	124	1	0	2679	63	118	1215		7975	63	

Tableau 4 : Ratio relatifs (quantités totales en moles/volume) des certains contaminants pour chaque option de retrait

Ratio Quantité M/volume	Ni	Co	Cd	As	Ag	Sb	Cyanure	Cr	Cr hexavalent	Hg
Pas de retrait	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Retrait de « 45 % de B3 B5 »	1.07	0.91	0.78	0.32	0.76	0.37	1.13	1.10		1.13 0.46
Retrait de « 95 % de B3 B5 »	1.16	0.79	0.77	0.07	0.74	0.19	1.24	1.17		1.24 0.07
Retrait sauf Bloc 15	8.47	0.83	14.16	0.08	0.98	0.05	0.04	0.73	Non mesuré	0.04



## 2.2.2 CONCENTRATIONS A L'EQUILIBRE

Les calculs ont été effectués pour les 4 options de retrait. Les concentrations calculées sont présentées au Tableau 5 et à la Figure 1 (en gramme par litre et par concentration croissante)

Tableau 5 : Concentrations (g/l) à l'équilibre pour différentes options de retrait

Elément	pas de retrait g/l	retrait 45% B3 B5	retrait 95% B3 B5	retrait sauf Bloc 15
Cu	1.93E-07	1.94E-07	1.95E-07	1.97E-07
Ba	2.30E-07	2.39E-07	2.42E-07	2.72E-07
Ni	3.05E-07	7.78E-07	1.00E-03	3.08E-07
Pb	4.53E-07	4.56E-07	4.57E-07	4.39E-07
Bi	6.95E-06	6.96E-06	6.96E-06	7.31E-06
Co	8.29E-06	8.26E-06	4.74E-02	8.37E-06
Cd	1.54E-03	1.56E-03	7.12E-01	1.54E-03
As	1.54E-02	1.42E-02	1.39E-02	1.27E-02
Ag	3.88E-02	5.30E-02	5.20E-02	3.91E-02
Sb	1.89E-01	1.92E-01	1.92E-01	1.90E-01
CN	6.80E-01	7.67E-01	8.42E-01	2.70E-02
Cr	7.07E+00	7.07E+00	8.27E+00	5.16E+00
Hg	7.52E+00	3.46E+00	5.26E-01	3.01E-01

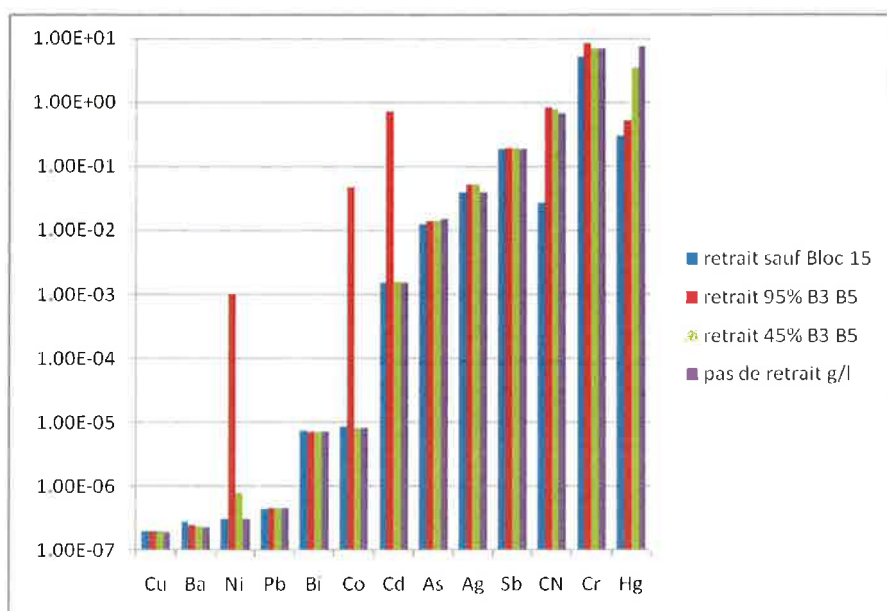


Figure 1 : Concentrations (g/l) à l'équilibre pour différentes options de retrait



### **3. CONCLUSION**

Le retrait de près de la moitié (45 %, d'après l'estimation StocaMine, davantage selon notre calcul présenté au tableau 3) de la masse de mercure (déstockage des déchets B3 (arséniés) et B5 (mercuriels) des blocs 21 et 22) conduit assez naturellement à une baisse de près de la moitié de sa concentration dans la saumure polluée au sein du stockage ; elle reste sans influence sur la concentration des autres contaminants.

Le retrait à 95% de la masse de mercure (déstockage complémentaire des déchets B3 (arséniés) et B5 (mercuriels) des blocs 12 et 23) réduit significativement la concentration en mercure à l'équilibre dans la saumure avec le massif de déchets. Le cyanure alors rendu disponible produit une augmentation des concentrations en solution de Cd, Co et Ni à respectivement 700 mg/l, 47 mg/l et 1 mg/l.

Le déstockage complet hors bloc 15 conduit à des concentrations dans la saumure polluée quasi identiques à celles du stockage illimité sauf pour le cyanure et le mercure où elles sont alors 20 fois plus faibles.