

---

Résultats d'essais de compatibilité chimique du remblai  
sol-bentonite avec le lixiviat



Le 24 septembre 2002

Monsieur Luc Demers  
TECSULT  
85, rue Sainte-Catherine ouest  
Montréal (Québec) H2X 3P4

**Objet: Essais de perméabilité sur un mélange sol-bentonite avec des lixiviats organiques**

Monsieur,

La présente est pour vous transmettre les résultats de deux essais de perméabilité avec un mélange sol-bentonite et des lixiviats organiques que vous nous avez fait parvenir.

Les échantillons ont été préparés dans des cellules en acier inoxydable de 100 mm de hauteur et 100 mm de diamètre avec, à chaque extrémité, des pierres poreuses aussi en acier inoxydable. Aucun papier-filtre n'a été utilisé. Les échantillons ont été ensuite consolidés sous une contrainte verticale de 50 kPa. Les essais de perméabilité ont été ensuite réalisés sous un gradient hydraulique d'environ 16, d'abord en utilisant de l'eau du robinet, et ensuite un lixiviat organique. Les essais de perméabilité ainsi que la consolidation préalable ont été réalisés dans une chambre froide où la température était maintenue à  $8^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ .

Le même mélange sol-bentonite a été utilisé pour la préparation des deux échantillons. Les lixiviats utilisés étaient cependant différents dans chacun des essais L-102 et L-104. Le lixiviat utilisé dans l'essai L-102 contenait environ 65 g/L de solides totaux, constitué pour environ 50% de solides volatils. Par contre, le lixiviat de l'essai L-104 ne contenait qu'environ 30 g/L de solides totaux avec seulement 3 g/L de solides volatils.

Les caractéristiques et résultats des deux essais sont résumés au tableau 1. L'évolution de la perméabilité durant la percolation avec les lixiviats organiques sont présentés à la figure 1 en fonction du temps et à la figure 2 en fonction du volume de lixiviat circulé normalisé par le volume des pores. Il faut noter que les coefficients de perméabilité sur ces tableaux et figures sont ceux mesurés à  $8^{\circ}\text{C}$ . Le détail des essais est contenu dans les tableaux de l'annexe 1. Ces tableaux présentent aussi les coefficients de perméabilité ajustés pour une température de  $20^{\circ}\text{C}$ .

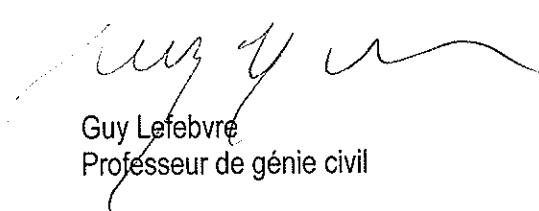
La perméabilité à l'eau s'est établie à  $1.75 \times 10^{-7}$  cm/s pour les deux échantillons (Tableau 1). Avec les lixiviats organiques, la perméabilité a diminué très légèrement à  $1.65 \times 10^{-7}$  cm/s et a montré ensuite une tendance à la diminution avec le temps.

Pour l'essai L-104 avec le lixiviat le moins chargé, la perméabilité a diminué à  $1.55$  et à  $1.45 \times 10^{-7}$  cm/s après avoir circulé un volume de lixiviat équivalent à 1 et 2 volumes de pores respectivement. La diminution de perméabilité avec le temps a été nettement plus marquée dans l'essai L-102 avec le lixiviat le plus chargé. La perméabilité a diminué dans cet essai à  $1.15 \times 10^{-7}$  cm/s après la circulation d'un volume des pores et a ensuite chuté rapidement à des valeurs voisines de  $6 \times 10^{-9}$  cm/s.

Les résultats de caractérisation des lixiviats qui ont été échantillonnés à quelques reprises autant à l'amont qu'à l'aval des échantillons sont présentés au tableau 2. La concentration des solides totaux et volatils a été déterminée par la méthode gravimétrique selon la norme MENVIQ 91.02/114-S.D.1.1. La détermination des matières en suspension a été effectuée par filtrage sur un papier Whatman 834-AH selon la norme MENVIQ 87.07/114-S.S.1.2.

Des essais de teneur en eau et de perte au brûlage (à  $550^{\circ}\text{C}$ ) ont été réalisés sur des échantillons prélevés lors du démontage à différentes distances de l'entrée des lixiviats. Les résultats présentés au tableau 3 montrent une plus grande quantité de solides volatils ( $\approx 2.1\%$ ) dans l'essai L-102 réalisé avec le lixiviat le plus chargé par rapport à l'essai L-104 ( $\approx 1.1\%$ ) et par rapport au mélange sol-bentonite non infiltré par un lixiviat ( $0.7\%$ ). Ces résultats semblent confirmer que la forte réduction de perméabilité observée dans l'essai L-102 après la circulation d'un volume de lixiviat approximativement égal à un volume des pores de l'échantillon serait associé à un colmatage par le lixiviat.

Nous demeurons à votre disposition pour toute discussion additionnelle et vous prions d'accepter l'expression de nos meilleures salutations.



Guy Lefebvre  
Professeur de génie civil

Tableau 1. Résumé des caractéristiques et résultats des essais

Essai No.	$\omega_o$ (%)	$S_{ro}$ (%)	$e_c$	$(\Delta H/H)_c$ (%)	(*) $k_{eau}$ (cm./sec)	Lixiviât solide (g/l)	(*) $k$ avec lixiviat à					
							0,1 vp	0,5 vp	1,0 vp	1,5 vp	2,0 vp	
L-102	27,5	98	0,6332	7,5	1,79E-07	61,95	1,63E-07	1,39E-07	1,15E-07	--	--	--
L-104	27,4	97	0,6287	7,9	1,75E-07	38,82	1,68E-07	1,62E-07	1,55E-07	1,47E-07	1,44E-07	1,44E-07

(\*) Données à 8°C

Tableau 2. Caractéristiques des lixiviat

Essai No.	Jour No.	Prélèvement	Solides totaux		Solides dissous		Solides en suspension	
			(g/l)	Volatils (g/l)	(g/l)	Volatils (g/l)	(g/l)	Volatils (g/l)
L-102	0	amont	61,95	35,42	--	--	--	--
	19	amont	75,34	35,13	--	--	--	--
	19	aval	41,72	15,23	--	--	--	--
	19	aval	43,74	17,26	40,19	15,86	3,55	1,40
L-104	0	amont	32,82	3,15	--	--	--	--
	19	amont	23,73	3,46	--	--	--	--
	19	aval	14,90	2,97	--	--	--	--
	19	aval	14,80	3,08	13,83	2,93	0,97	0,15

Tableau 3. Teneur en eau et perte au brûlage au démontage des échantillons

L-102			L-104		
Distance	Teneur en eau	Perte au brûlage	Distance	Teneur en eau	Perte au brûlage
(mm)	%	%	(mm)	%	%
Entrée= 0			Entrée= 0		
0-5	21,43	2,19	0-5	22,49	0,7
10-15	22,3	2,12	10-15	22,69	0,86
20-25	22,12	2,13	20-25	23,25	1,3
30-35			30-35	22,95	1,21
40-45	21,83	2,09	40-45	22,55	1,1
88-93	21,09	1,63	88-93	21,7	1,02

Note: Perte au brûlage du mélange comme reçu : 0,71%

Projet Tecsuit  
 Échantillon sol-bentonite(1%)  
 En chambre tempérée 8° C

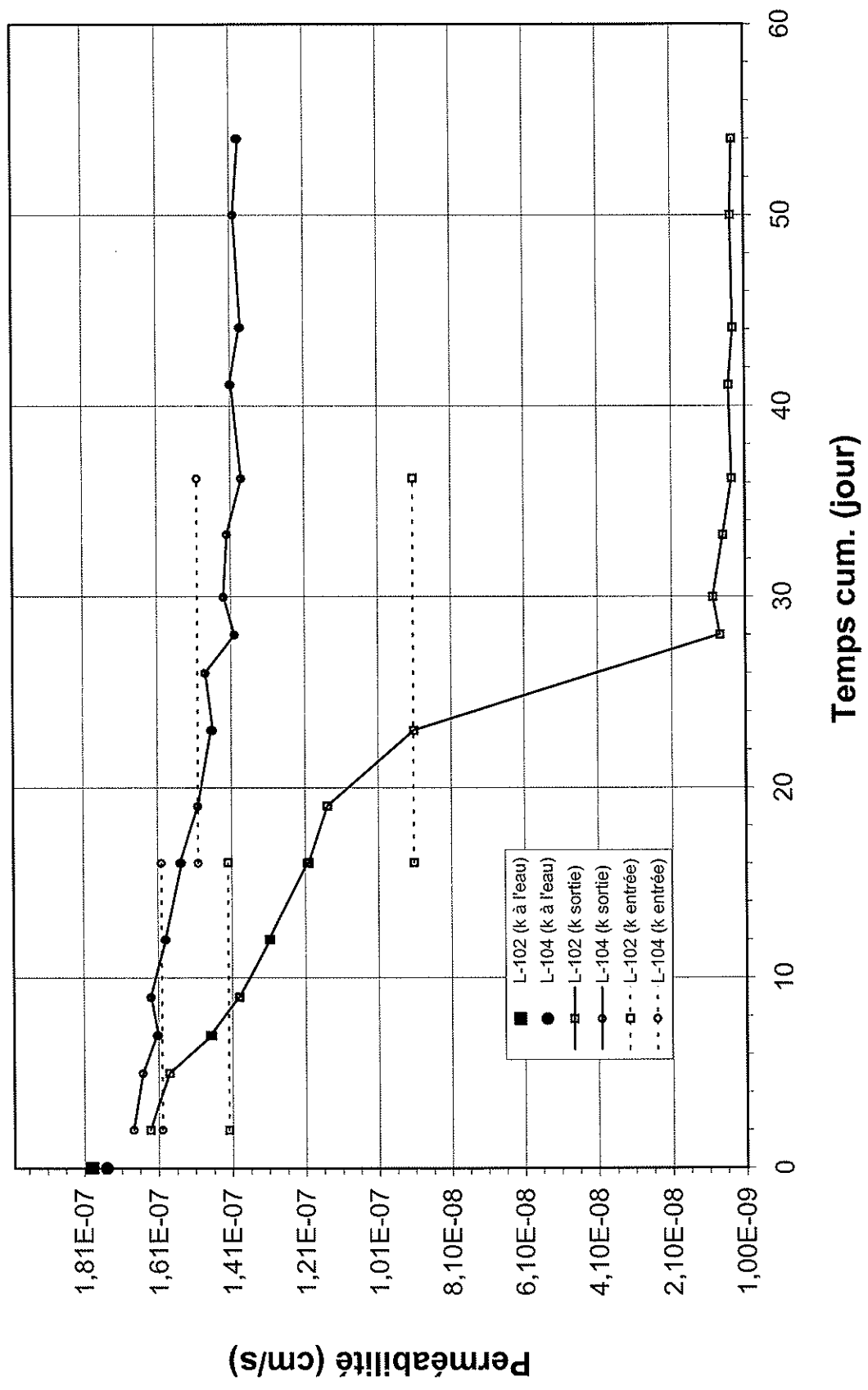


Fig. 1 Évolution de la perméabilité en fonction du temps

Projet Tecsubt  
 Échantillon sol-bentonite(1%)  
 En chambre tempérée 8° C

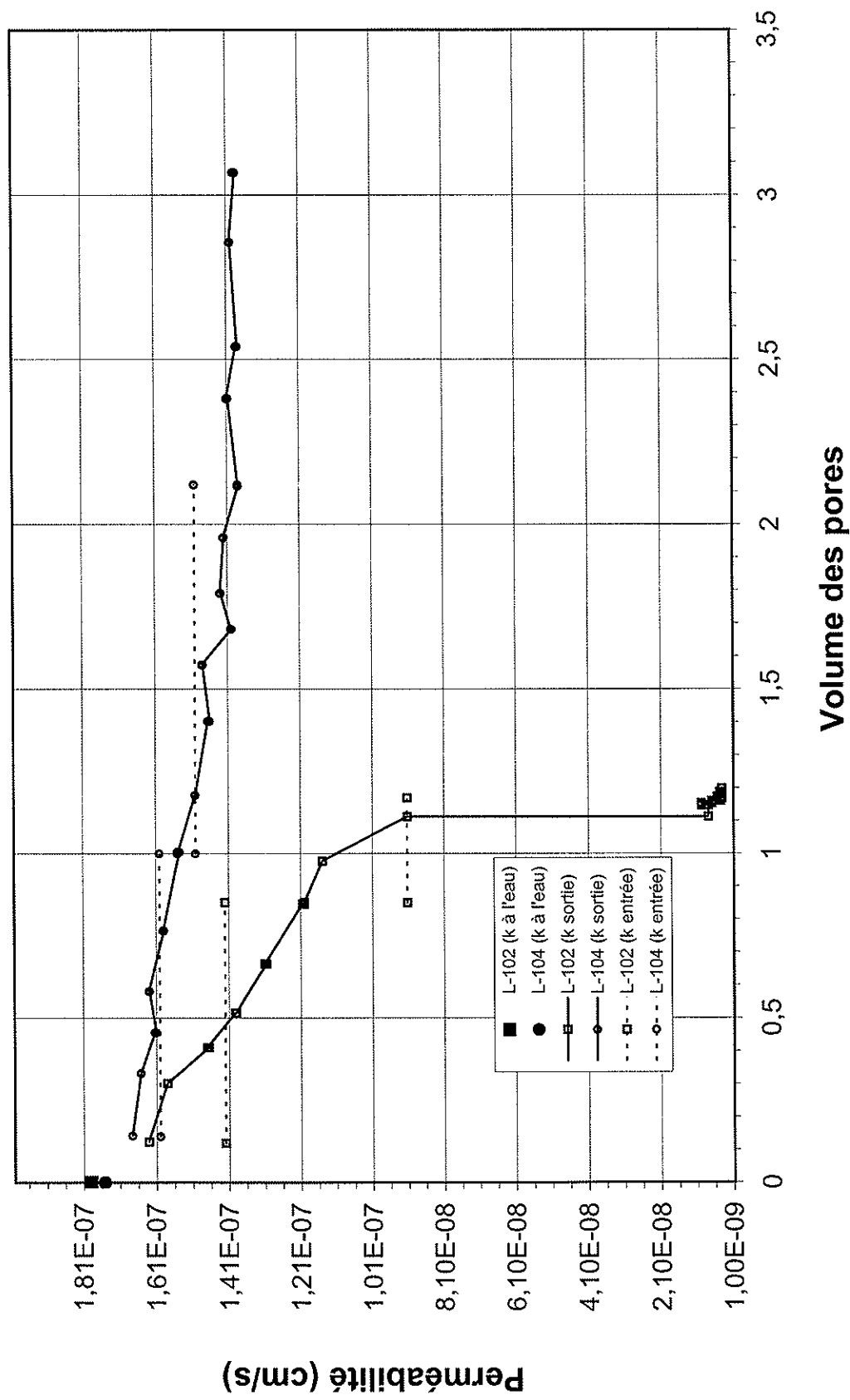


Fig. 2 Évolution de la perméabilité en fonction du volume de lixiviat circulé normalisé par le volume des pores.

# ANNEXE 1

Tableaux des données d'essai

Essais L-102 et L-104



Projet Tecsult  
Échantillon sol-bentonite(1%)

Essais de perméabilités à 8° C sur sol avec 1% bentonite

Ms= 1271,31 g  
w= 27,40%

h<sub>0</sub> = 150  
A = 81,4167

Gs= 2,72

Vs= 487,39 cc  
Vv= 293,86 cc

Perméabilité à l'eau

Essai 1

Date	Temps (Jour)	Temps (min)	Hauteur (cm)	Vol. entré (cc)	Vol. sortie cum. (cc)	vol. des pores (cc)	Température °C	Viscosité corr.	kt (cm <sup>2</sup> /s)	k <sub>t</sub> (centés)	k 20°C
02-07-13 11:33	0	0	9,35								
02-07-15 08:54	1,89	2721	9,35				8	1,386		1,77E-07	2,45E-07
02-07-22 13:05	9,06	10331	9,35			0	8	1,386		1,75E-07	2,43E-07
Perméabilité avec lyxiviât (L-104)											
02-07-22 16:40											
02-07-24 08:48	0	0	9,342		0	0	8			1,68E-07	2,32E-07
02-07-26 09:13	2,02	2905	9,34		41,88	0,14	8	1,386		1,65E-07	2,29E-07
02-07-29 09:00	5,01	4307	9,34		97,72	0,33	8	1,386		1,61E-07	2,25E-07
02-07-31 08:40	6,99	2860	9,339		133,94	0,46	7,7	1,3918		1,61E-07	
02-07-31 08:40	6,99	0	9,339		133,94	0,46				1,63E-07	2,26E-07
02-08-02 08:40	8,99	2880	9,337		170,75	0,58	7,8	1,3878		1,63E-07	
02-08-02 08:40	8,99	0	9,337		170,75	0,58				1,63E-07	
02-08-05 08:40	11,99	4320	9,336		224,61	0,76	7,8	1,3876		1,59E-07	2,20E-07
02-08-05 08:40	11,99	0	9,336		224,61	0,76				1,59E-07	
02-08-09 09:25	16,03	5805	9,317		295,15	1,00	7,8	1,3876		1,56E-07	2,14E-07
02-08-09 09:25	16,03	0	9,317		295,15	1,00				1,56E-07	
02-08-12 09:30	19,03	25485	9,317	320		1,00	7,8	1,3876	1,60E-07	1,55E-07	2,08E-07
02-08-12 09:30	19,03	0	9,317		346,2	1,18				1,50E-07	
02-08-16 08:55	23,00	5725	9,317		412,15	1,40	7,6	1,396		1,46E-07	2,04E-07
02-08-16 08:55	23,00	0	9,317		412,15	1,40				1,46E-07	
02-08-19 08:45	26,00	4310	9,317		462,27	1,57	7,6	1,396		1,48E-07	2,06E-07
02-08-19 08:45	26,00	0	9,317		462,27	1,57				1,48E-07	
02-08-21 08:55	28,00	2890	9,317		494,07	1,68	7,6	1,396		1,40E-07	1,95E-07
02-08-21 08:55	28,00	0	9,317		494,07	1,68				1,40E-07	
02-08-21 08:55	28,00	0	9,317		526,08	1,79	7,6	1,396		1,43E-07	1,99E-07
02-08-23 08:25	29,98	2850	9,317		526,08	1,79				1,43E-07	
02-08-23 08:25	29,98	0	9,317		526,08	1,79	7,5	1,4072		1,42E-07	2,00E-07
02-08-26 15:00	33,26	4715	9,317		578,71	1,96				1,42E-07	
02-08-26 15:00	33,26	0	9,317		578,71	1,96	8	1,386		1,38E-07	1,91E-07
02-08-29 13:55	36,21	4255	9,317		624,86	2,12				1,38E-07	
02-08-29 13:55	36,21	0	9,317	645	624,86	2,12			1,50E-07	1,38E-07	
02-08-29 13:55	36,21	54555	9,317		703	2,12	7,5	1,4072		1,41E-07	1,98E-07
02-08-29 13:55	36,21	0	9,317		703	2,12				1,41E-07	
02-09-03 11:41	41,12	7066	9,317		703	2,38	7,5	1,4072		1,41E-07	1,95E-07
02-09-03 11:41	41,12	0	9,317	722,5	703	2,38				1,38E-07	
02-09-03 11:41	41,12	56308	9,317		749,67	2,54	7,5	1,4072		1,38E-07	1,95E-07
02-09-06 11:10	44,10	4289	9,317		749,67	2,54			i = 16,10	1,38E-07	
02-09-06 11:10	44,10	0	9,317		843,48	2,86	7,7	1,3918		1,40E-07	1,95E-07
02-09-12 09:16	50,02	8526	9,317		843,48	2,86				1,40E-07	
02-09-12 09:16	50,02	0	9,317		843,48	2,86	7,7	1,3918		1,39E-07	1,93E-07
02-09-16 08:59	54,01	5743	9,317		905,04	3,07	7,5	1,3918		1,39E-07	
02-09-16 08:59	54,01	0	9,317		905,04	3,07	7,5	1,3918		1,39E-07	

Projet Tecsuit  
Échantillon sol-bentonite(1%)

Essais de perméabilités L-102 à 8° C sur sol avec 1% bentonite

h<sub>0</sub> = 148,5  
A = 81,1371

Gs= 2,72

MS= 1268,74 g  
W= 27,50%

V<sub>s</sub>= 466,45 cc  
V<sub>v</sub>= 295,26 cc

Perméabilité à l'eau

Date	Temps (Jour)	Temps (min)	Hauteur (cm)	Vol. entré (cc)	Vol. sortie cum. (cc)	voi. des pores (cc)	Température °C	Viscosité corr.	Kt (cm/s)	k <sub>t</sub> (cm/s)	K 20°C
02-07-13 11:37	0	0	9,389		0						
02-07-15 08:26	1,87	2689	9,388		36,56	0,12	8	1,386		1,88E-07	2,60E-07
02-07-22 13:04	9,06	10358	9,388		89,08	0,30	8	1,386		1,79E-07	2,48E-07
					121,4	0,41	7,7	1,3918			
02-07-31 08:44	7,00	0	9,374		121,4	0,41				1,47E-07	
02-08-02 08:44	9,00	2880	9,371		152,33	0,52	7,8	1,3876		1,39E-07	1,93E-07
02-08-02 08:44	9,00	0	9,371		152,33	0,52				1,39E-07	
02-08-05 08:45	12,00	4321	9,369		195,87	0,66	7,8	1,3876		1,31E-07	1,81E-07
02-08-05 08:45	12,00	0	9,369		195,87	0,66				1,39E-07	
02-08-09 09:30	16,03	5805	9,367		249,84	0,85	7,8	1,3878		1,20E-07	1,67E-07
02-08-09 09:30	16,03	5805	9,367		249,84	0,85			1,42E-07	1,20E-07	
02-08-10 10:10	16,06	25500	9,367	280	288,25	0,98				1,20E-07	
02-08-12 09:40	19,04	4250	9,365		288,25	0,98	7,8	1,3878		1,15E-07	1,59E-07
02-08-12 09:40	19,04	4250	9,365		288,25	0,98				1,15E-07	
02-08-16 09:00	23,01	5720	9,363		328,52	1,11	7,6	1,396		9,12E-08	1,27E-07
02-08-16 09:00	23,01	5720	9,357		328,52	1,11				9,12E-08	
02-08-19 08:50	26,00	4310	9,357		338,76	1,15	7,6	1,396		9,12E-08	
02-08-19 08:50	26,00	4310	9,357		338,76	1,15				9,12E-08	
02-08-21 09:00	28,01	2890	9,357		340,51	1,15	7,6	1,396		7,84E-09	1,09E-08
02-08-21 09:00	28,01	2890	9,357		340,51	1,15				7,84E-09	
02-08-23 08:30	29,99	2850	9,356		342,65	1,16	7,6	1,396		9,72E-09	1,36E-08
02-08-23 08:30	29,99	2850	9,356		342,65	1,16				9,72E-09	
02-08-26 14:55	33,25	4705	9,356		345,15	1,17	7,5	1,4072		6,88E-09	9,68E-09
02-08-26 14:55	33,25	4705	9,356		345,15	1,17				6,88E-09	
02-08-29 14:25	36,23	4290	9,353		346,63	1,17	8	1,386		4,46E-09	6,19E-09
02-08-29 14:25	36,23	4290	9,353		346,63	1,17				4,46E-09	
02-08-29 14:25	36,23	54555	9,353	385	346,63	1,17			9,13E-08	4,46E-09	
02-09-03 11:38	41,12	7033	9,353		349,51	1,18	7,5	1,4072		5,30E-09	7,46E-09
02-09-03 11:38	41,12	7033	9,353		349,51	1,18				5,30E-09	
02-09-06 11:09	44,10	4291	9,352		350,86	1,19	7,5	1,4072		4,07E-09	5,73E-09
02-09-06 11:09	44,10	4291	9,352		350,86	1,19				4,07E-09	
02-09-12 09:17	50,02	8528	9,353		353,92	1,20	7,7	1,3918	i = 15,88	4,64E-09	6,46E-09
02-09-12 09:17	50,02	8528	9,353		353,92	1,20				4,64E-09	
02-09-16 09:00	54,01	5743	9,352		355,76	1,20	7,5	1,4072		4,14E-09	5,83E-09
02-09-16 09:00	54,01	5743	9,352		355,76	1,20				4,14E-09	
02-09-18 08:00	54,01	5743	9,352		355,76	1,20	7,5			4,14E-09	