

UNIVERSITE PARIS 7 – DENIS DIDEROT
UFR Sciences de la Terre

THESE

Pour l'obtention du Diplôme de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE PARIS 7

SPECIALITE : Géochimie Fondamentale et Appliquée

Présentée et soutenue publiquement

par

François LE BORGNE

le 25 juin 2001

Titre :

**Réponses hydrogéochimiques de la nappe phréatique du
Val d'Orléans aux sollicitations de son environnement.
Développement du site expérimental de la carrière
Morillon-Corvol de Sandillon (45)**

ANNEXES

UNIVERSITE PARIS 7 – DENIS DIDEROT
UFR Sciences de la Terre

THESE

Pour l'obtention du Diplôme de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE PARIS 7

SPECIALITE: Géochimie Fondamentale et Appliquée

Présentée et soutenue publiquement

par

François LE BORGNE

le 25 juin 2001

Titre:

**Réponses hydrogéochimiques de la nappe phréatique du
Val d'Orléans aux sollicitations de son environnement.
Développement du site expérimental de la carrière
Morillon-Corvol de Sandillon (45)**

ANNEXES



Liste des annexes (Tome II)

- Annexe 1 : Lithologie au niveau de la carrière de Sandillon. Coupes réalisées à partir des sondages de reconnaissance d'août 1991 et de septembre 1997.
- Annexe 2 : Pertes de la Loire entre Gien et Orléans. Courbes de tarage hauteur-débit.
- Annexe 3 : Eléments majeurs mesurés dans la Loire, aux sources du Bouillon et de la pie par J.L. Chéry sur le cycle hydrologique 1979-1980 et dans la Loire par C. Grosbois de mai 1994 à avril 1996.
- Annexe 4 : Analyses granulométriques des échantillons de tout-venant collectés lors des sondages de reconnaissance d'août 1991.
- Annexe 5 : Caractéristiques des piézomètres installés sur la carrière de Sandillon.
- Annexe 6 : Dates, heures et débits de pompage du captage AEP du Theuriet pendant les expériences de traçage de la nappe calcaire d'avril à juin 2000.
- Annexe 7 : L'appareil d'injection de traceur par perforation de piézomètre.
- Annexe 8 : Mesure des perméabilités par slug test ou essai de débit.
- Annexe 9 : Appareillage de mesure automatique de température dans le piézomètre CA1.
- Annexe 10 : Installation et fonctionnement de l'enregistreur piézométrique Orphimèdes®.
- Annexe 11 : Cotes de la Loire à Gien et Orléans pour les années 1997 à 2000. Calcul de la cote à Sandillon, au niveau de la carrière.
- Annexe 12 : Analyses corrélatoires croisées entre les cotes de la nappe au niveau du site de la carrière de Sandillon et les cotes de la Loire à Gien et Orléans.
- Annexe 13 : Données météorologiques à Orléans.
- Annexe 14 : Préleveurs d'échantillons d'eau utilisés dans les piézomètres de Sandillon.
- Annexe 15 : Calcul de l'erreur sur une analyse par ICP-MS.
- Annexe 16 : Protocole de mise en solution des sédiments de la Loire.
- Annexe 17 : Teneurs en éléments traces dans les sédiments de la Loire analysés par activation neutronique.
- Annexe 18 : Eléments majeurs mesurés dans les eaux de Sandillon de 1996 à 2000.
- Annexe 19 : Relevés et cartes piézométriques réalisés sur le réseau piézométrique calcaire.
- Annexe 20 : Relevés et cartes piézométriques réalisés sur le réseau piézométrique alluvionnaire.
- Annexe 21 : Différences de cote entre les nappes alluviale et calcaire.
- Annexe 22 : Résultats du traçage dans les alluvions (17/3/97).
- Annexe 23 : Résultats des traçages inter nappes en Pf1-Pf2.
- Annexe 24 : Diagraphies réalisées dans les piézomètres calcaires.
- Annexe 25 : Teneurs en lanthanides naturels dans les eaux du Val d'Orléans.
- Annexe 26 : Résultats des traçages dans la nappe du calcaire.
- Annexe 27 : Carte du site expérimental de Sandillon.

Annexe 1

Lithologie au niveau de la carrière de Sandillon :

Coupes réalisées à partir des sondages de
reconnaissance d'août 1991 et de septembre
1997

L'annexe 1 comprend:

-une figure représentant l'emplacement des deux séries de sondages de reconnaissance du gisement réalisés par l'entreprise Morillon-Corvol en août 1991 et septembre 1997 ainsi que la situation du réseau piézométrique alluvionnaire par rapport à ces sondages,

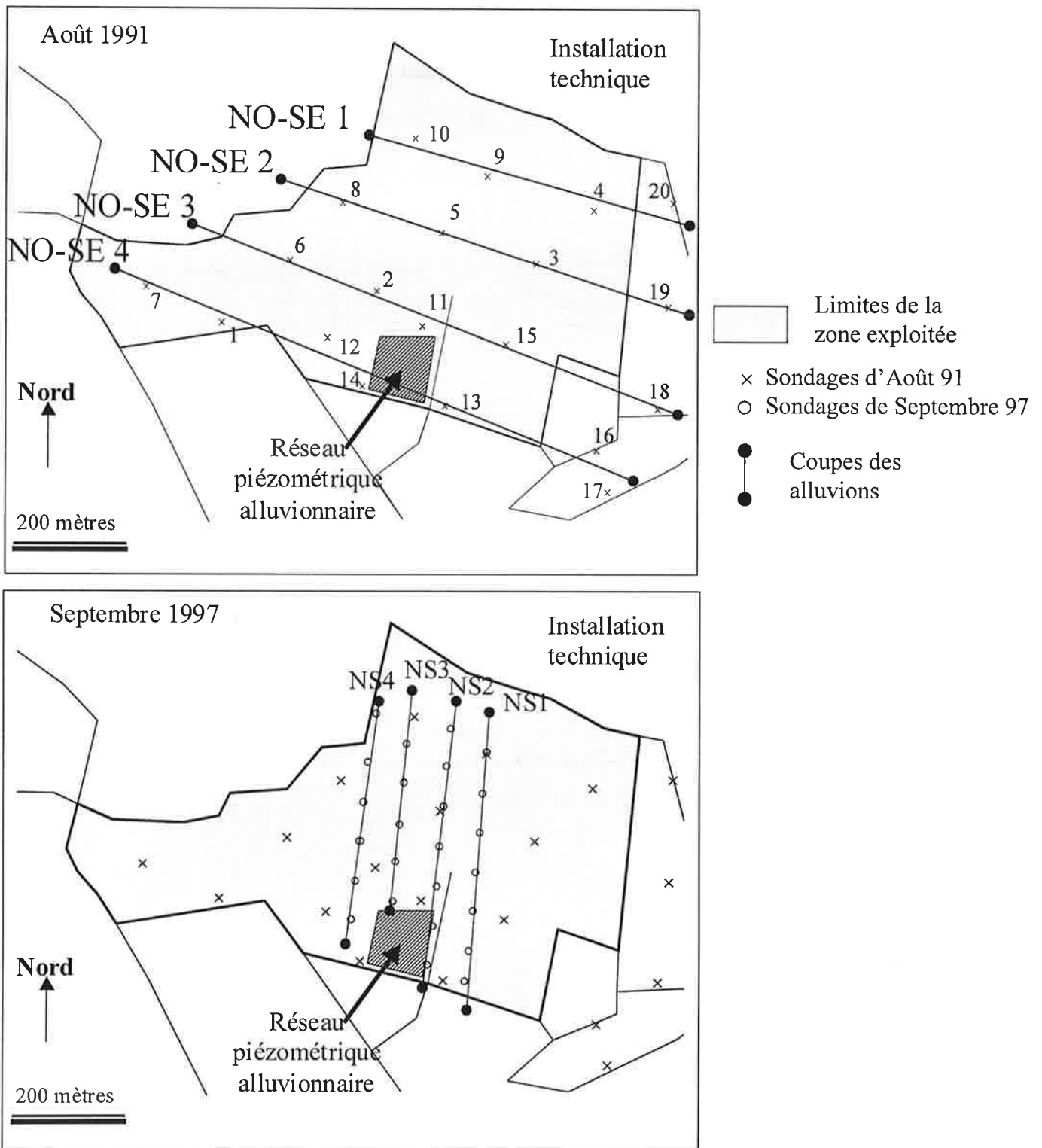
-une carte 1/2000 des sondages réalisés dans les alluvions en septembre 1997,

-un tableau comportant les coordonnées Lambert ainsi que la profondeur de chaque sondage,

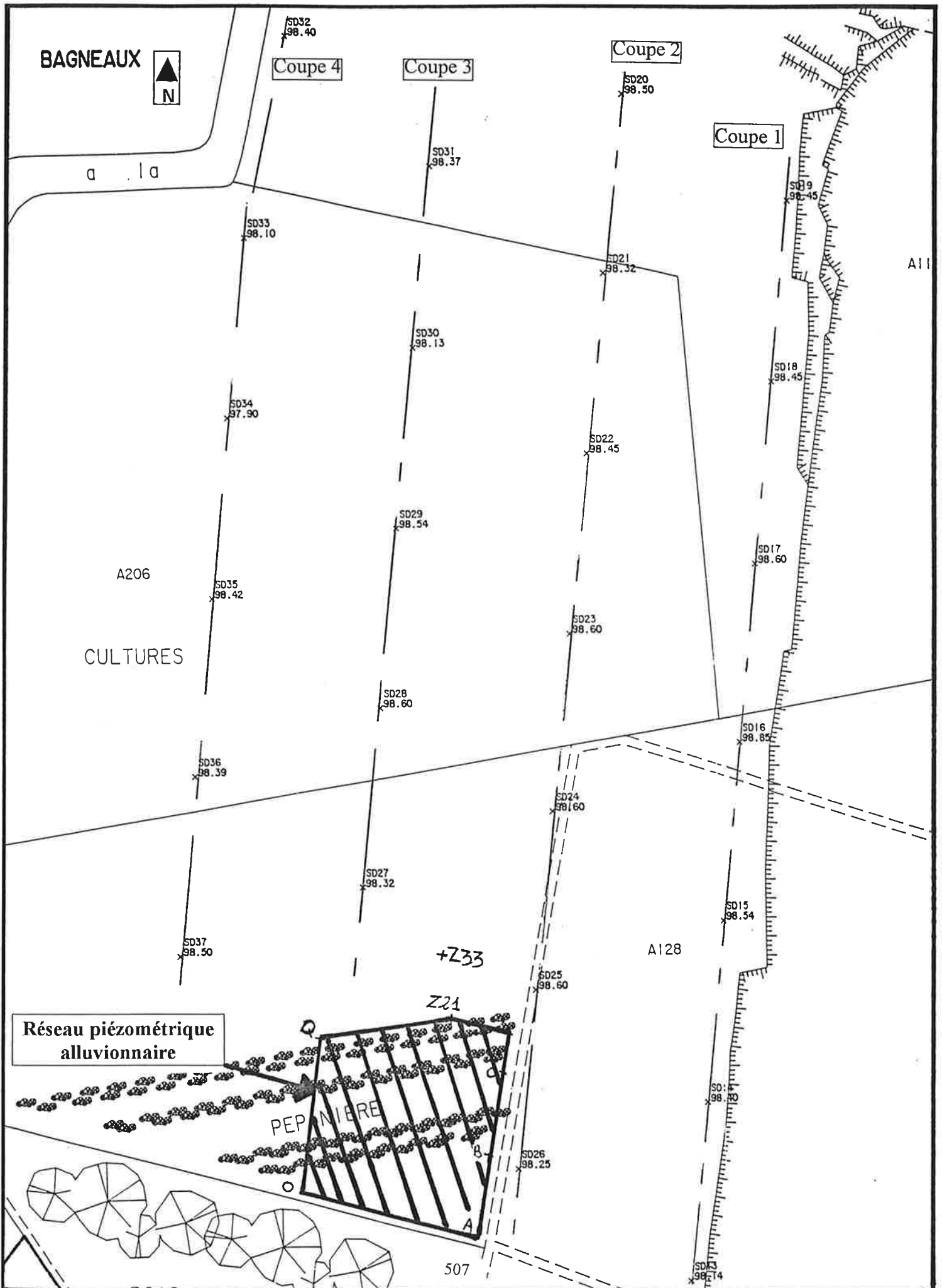
-les profils lithologiques Nord-Sud et Nord-Ouest – Sud-Est réalisés à partir de ces sondages.

Localisation, sur la carrière de Sandillon (Bagneaux), des coupes réalisées à partir des sondages d'Août 1991 (figure du haut) et de Septembre 1997 (figure du bas) effectués par l'entreprise Morillon-Corvol.

Les numéros des sondages réalisés en 1997 sont fournis sur la carte 1/2000 de cette annexe



Carte 1/2000 des sondages réalisés dans les alluvions en Septembre 97

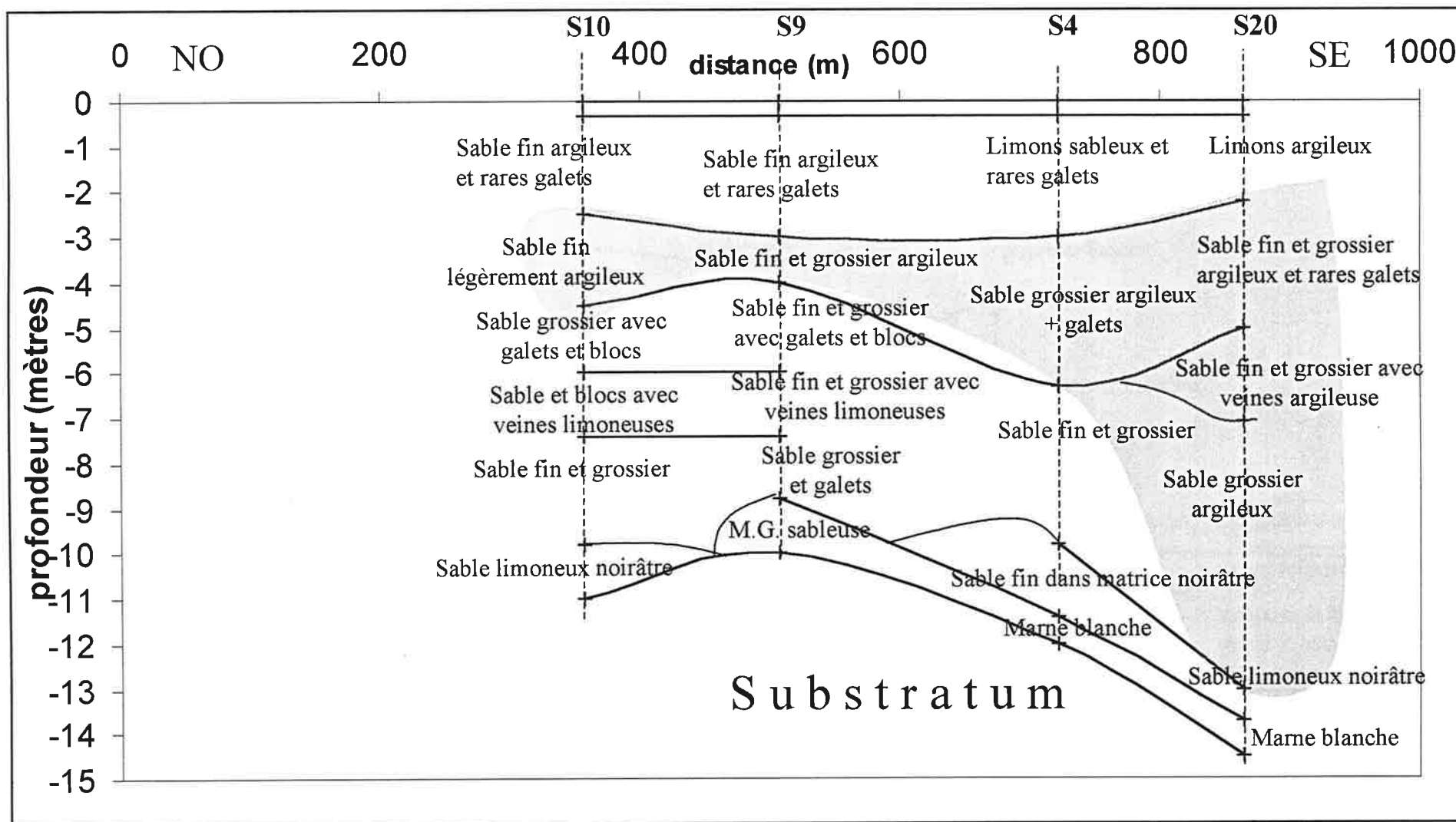


**Coordonnées Lambert et profondeurs des sondages de reconnaissance réalisés en
Août 1991 et Septembre 1997 sur la carrière de Sandillon**

n° du sondage	X (m)	Y (m)	Z (m)	profondeur du toit calcaire (m)
août-91				
1	576179	317821		10
2	576471	317879		14,6
3	576771	317929		11,9
4	576879	318029		12
5	576593	317986		10,5
6	576307	317936		13,5
7	576036	317886		11
8	576407	318043		11,5
9	576679	318093		10
10	576543	318164		11
11	576557	317814		9,5
12	576379	317793		11,5
13	576600	317664		12
14	576443	317700		11,5
15	576714	317779		10
16	576886	317579		10
17	576907	317500		9
18	577000	317657		12,5
19	577021	317850	Refus carrière à 3 mètres	
20	577029	318043		14,5
sept-97				
13	576640	317659	98,26	9,6
14	576647	317719	98,40	10,3
15	576655	317794	98,75	10,7
16	576662	317867	99,02	12
17	576669	317943	98,60	8
18	576675	318018	98,49	7
19	576683	318097	98,64	9
20	576614	318141	98,63	9
21	576607	318070	98,48	10,5
22	576601	317994	98,50	10,3
23	576594	317917	98,71	11
24	576588	317842	98,83	11
25	576582	317765	98,44	11,9
26	576570	317691	98,09	10
27	576504	317811	98,44	9
28	576511	317888	98,70	11
29	576517	317961	98,53	10,5
30	576525	318037	98,31	9
31	576532	318113	98,46	9
32	576473	318170	98,69	8,3
33	576458	318078	98,20	10,9
34	576451	318002	97,98	11,4
35	576443	317929	98,53	13
36	576435	317852	98,47	8,2
37	576428	317779	98,66	9,8

Sondages Carrière de Sandillon - Août 1991

Coupe NO-SE n°1



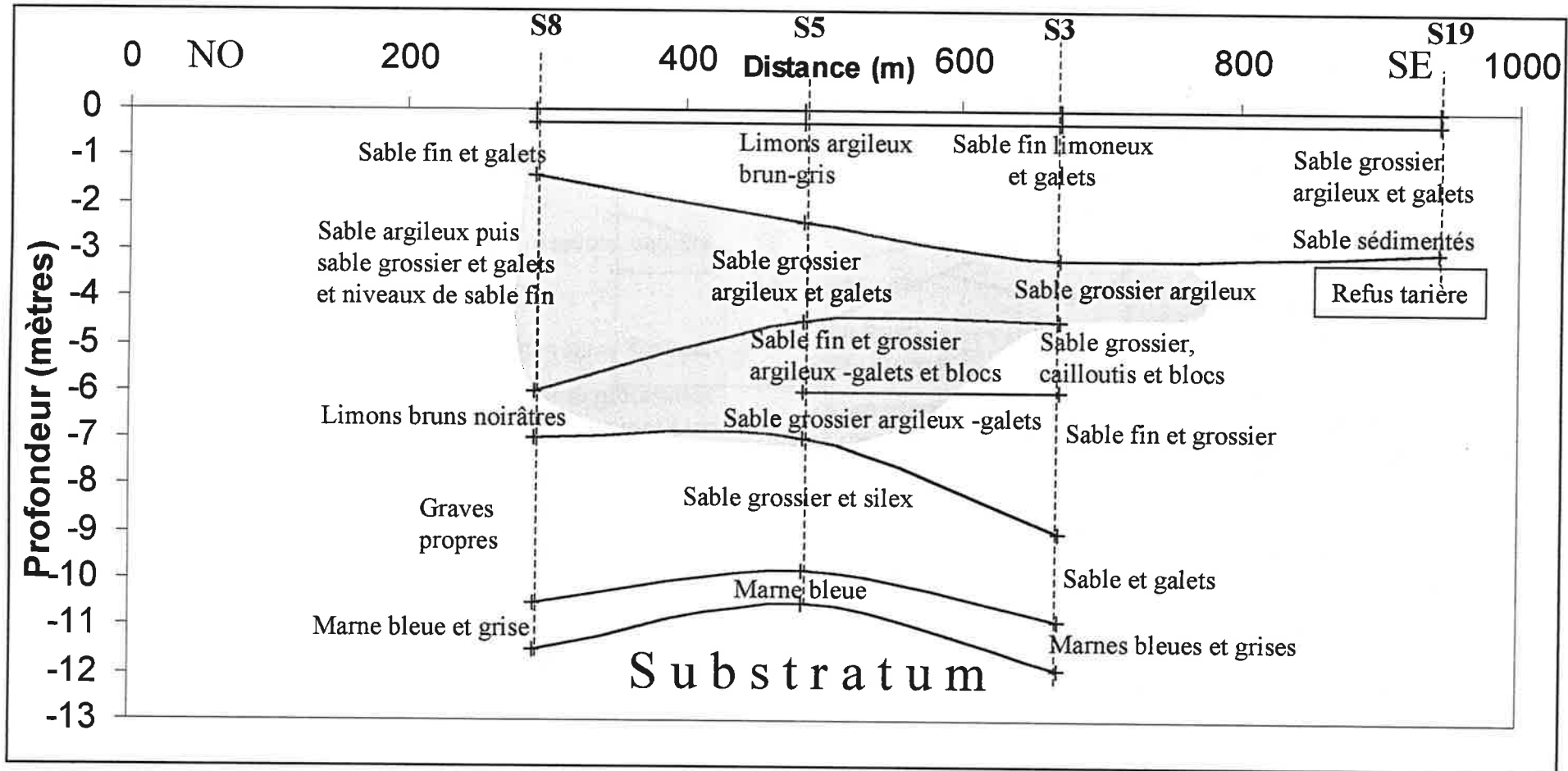
M.G. : Marne Grise

M. : Marne

Zone argileuse du gisement de granulat sous la découverte

Sondages Carrière de Sandillon - Août 1991

Coupe NO-SE n°2



510

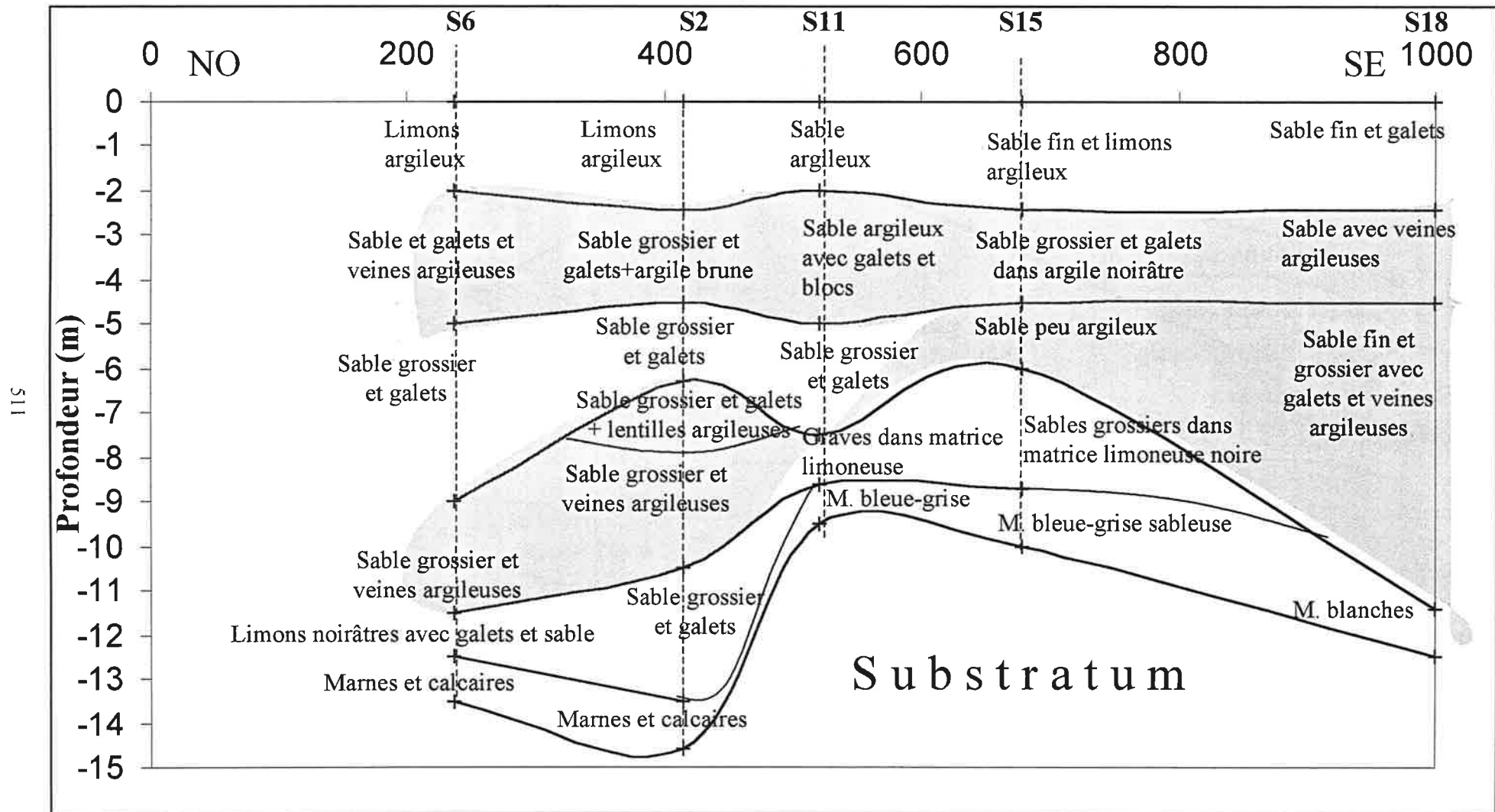
M.G. : Marne Grise

M. : Marne

Zone argileuse du gisement de granulat sous la découverte

Sondages Carrière de Sandillon - Août 1991

Coupe NO-SE n°3



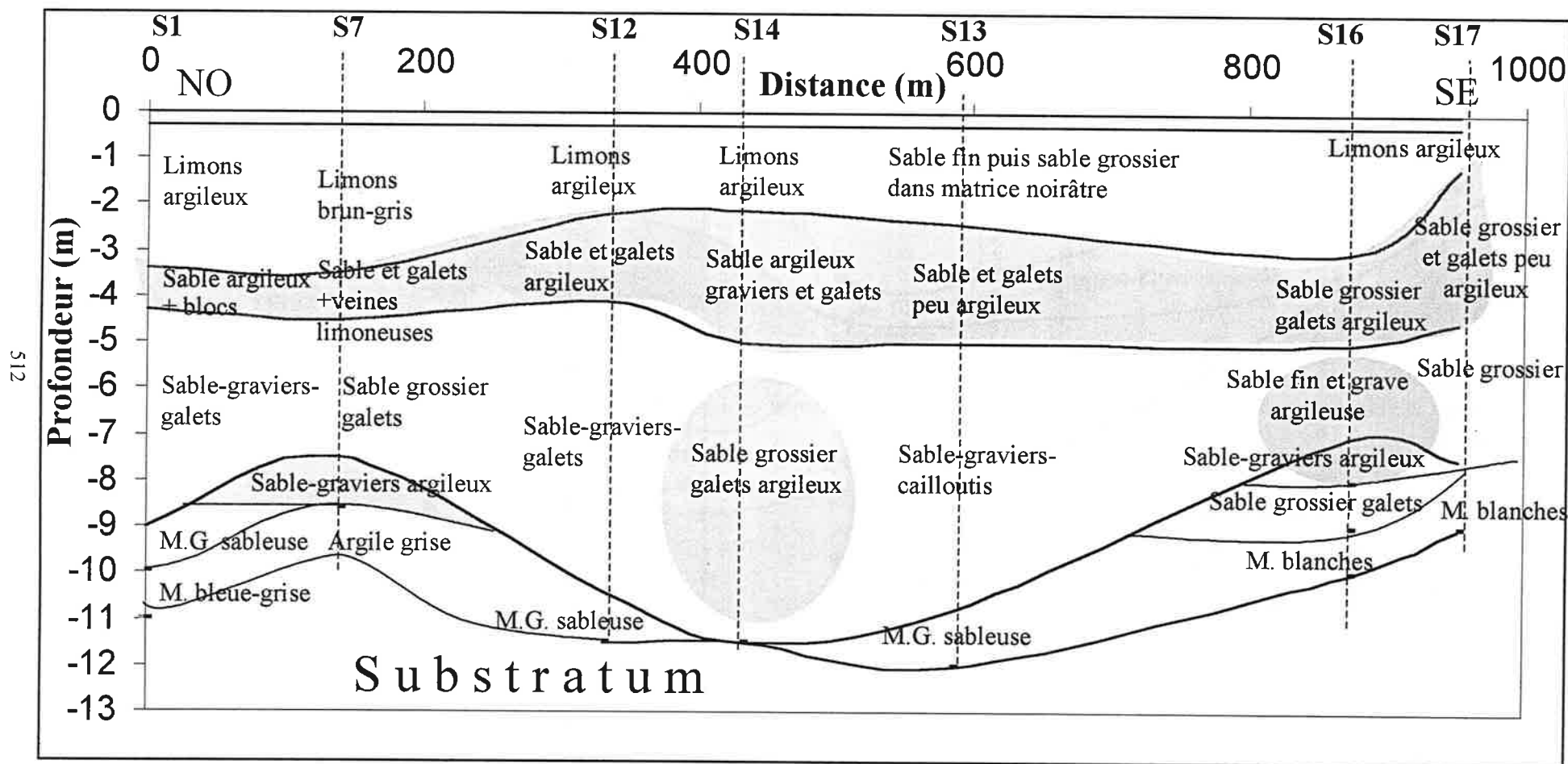
M.G. : Marne Grise

M. : Marne

Zone argileuse du gisement de granulat sous la découverte

Sondages Carrière de Sandillon - Août 1991

Coupe NO-SE n°4

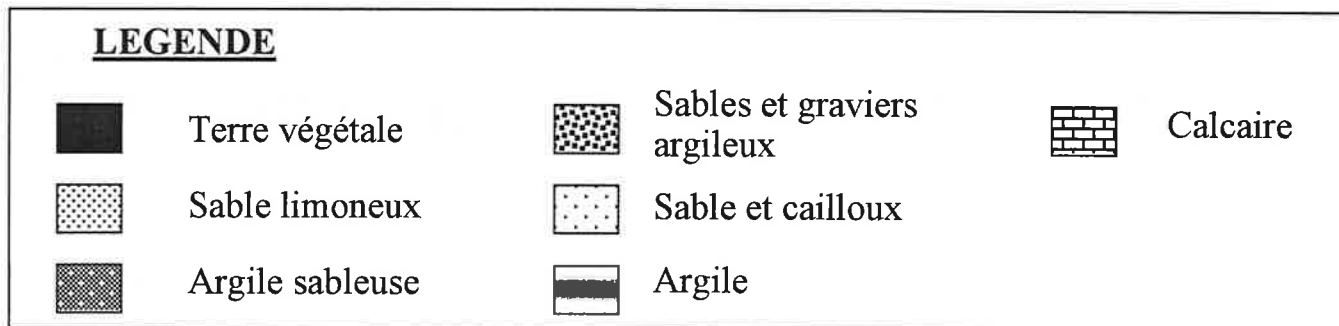
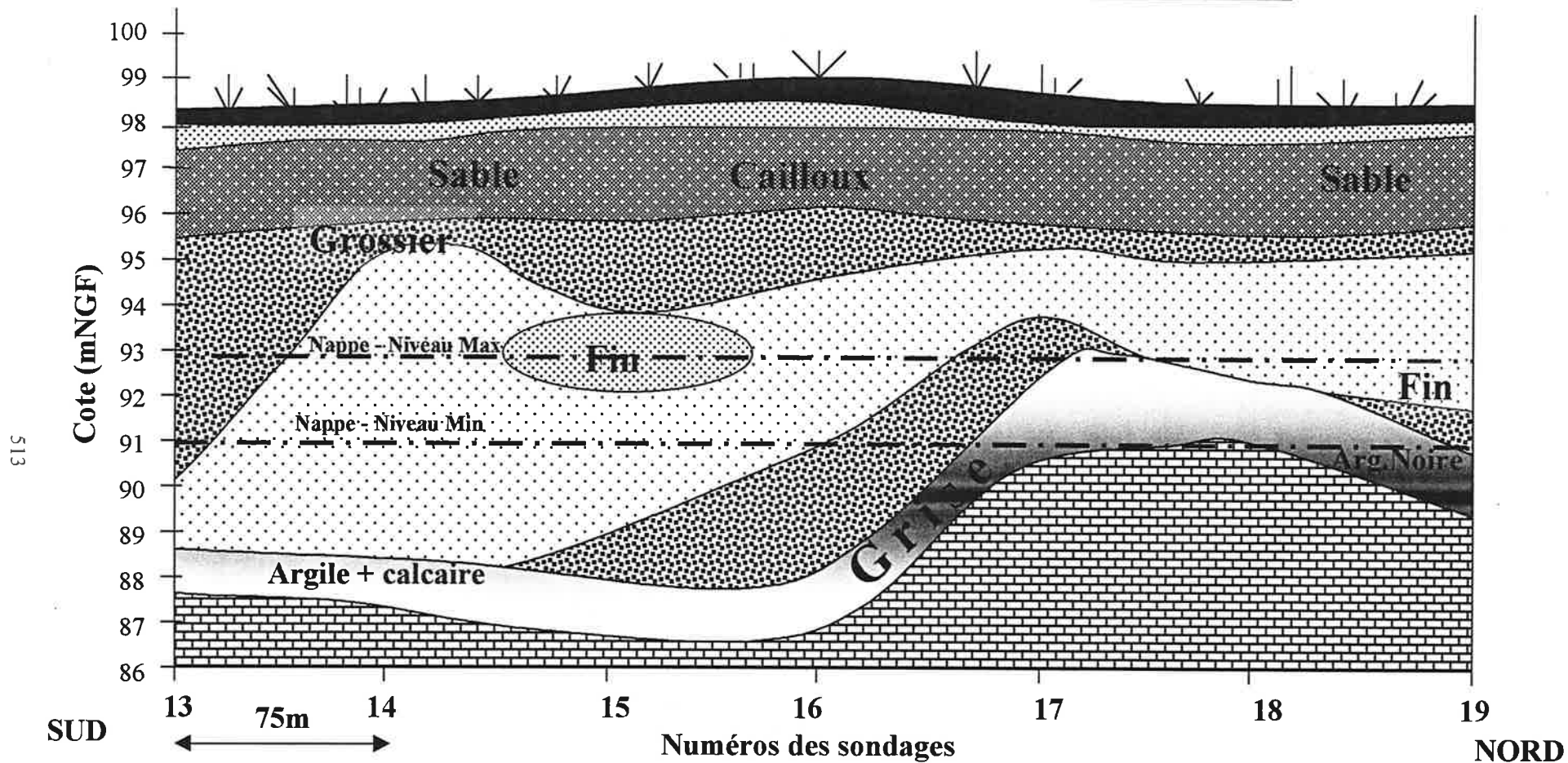


M.G. : Marne Grise

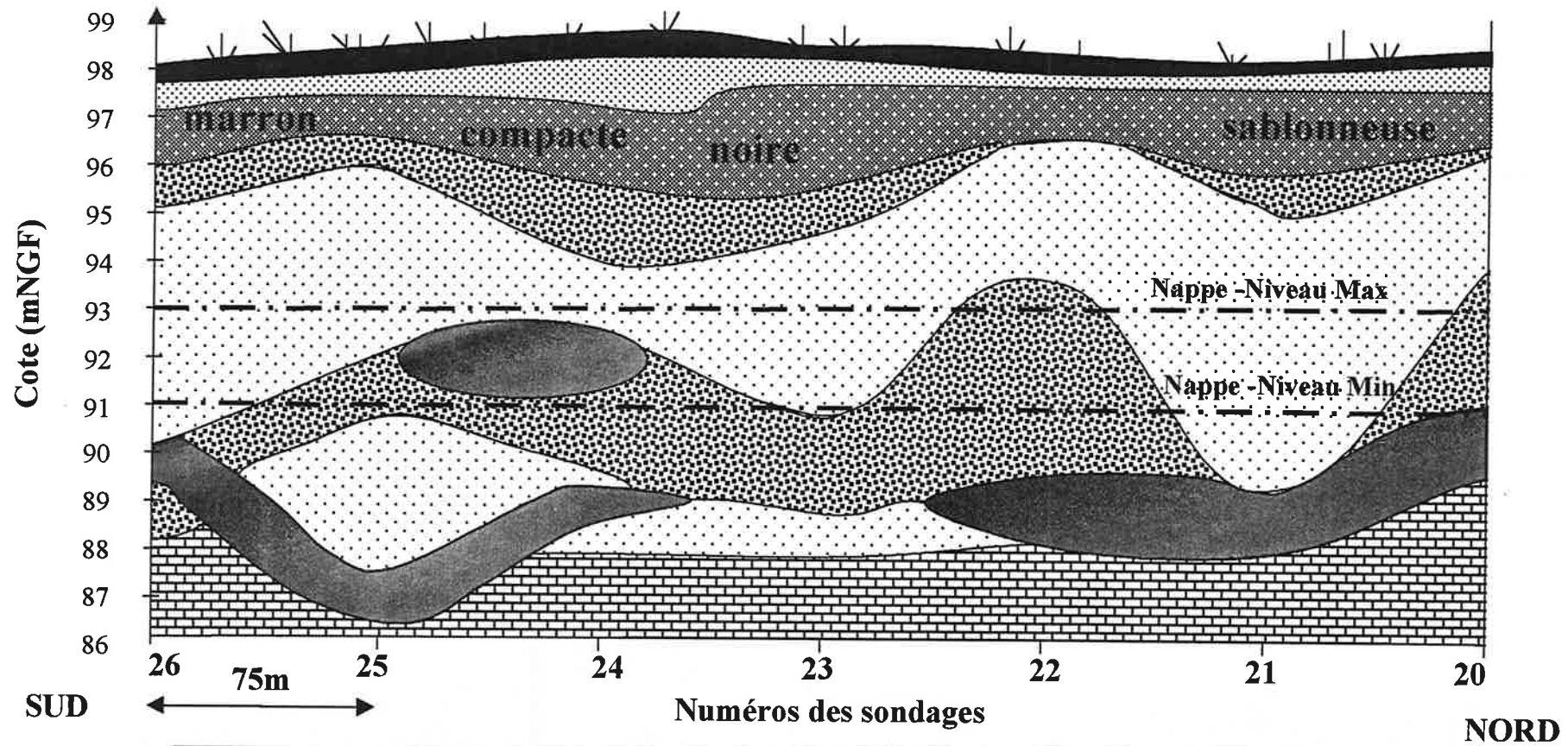
M. : Marne

Zone argileuse du gisement de granulat sous la découverte

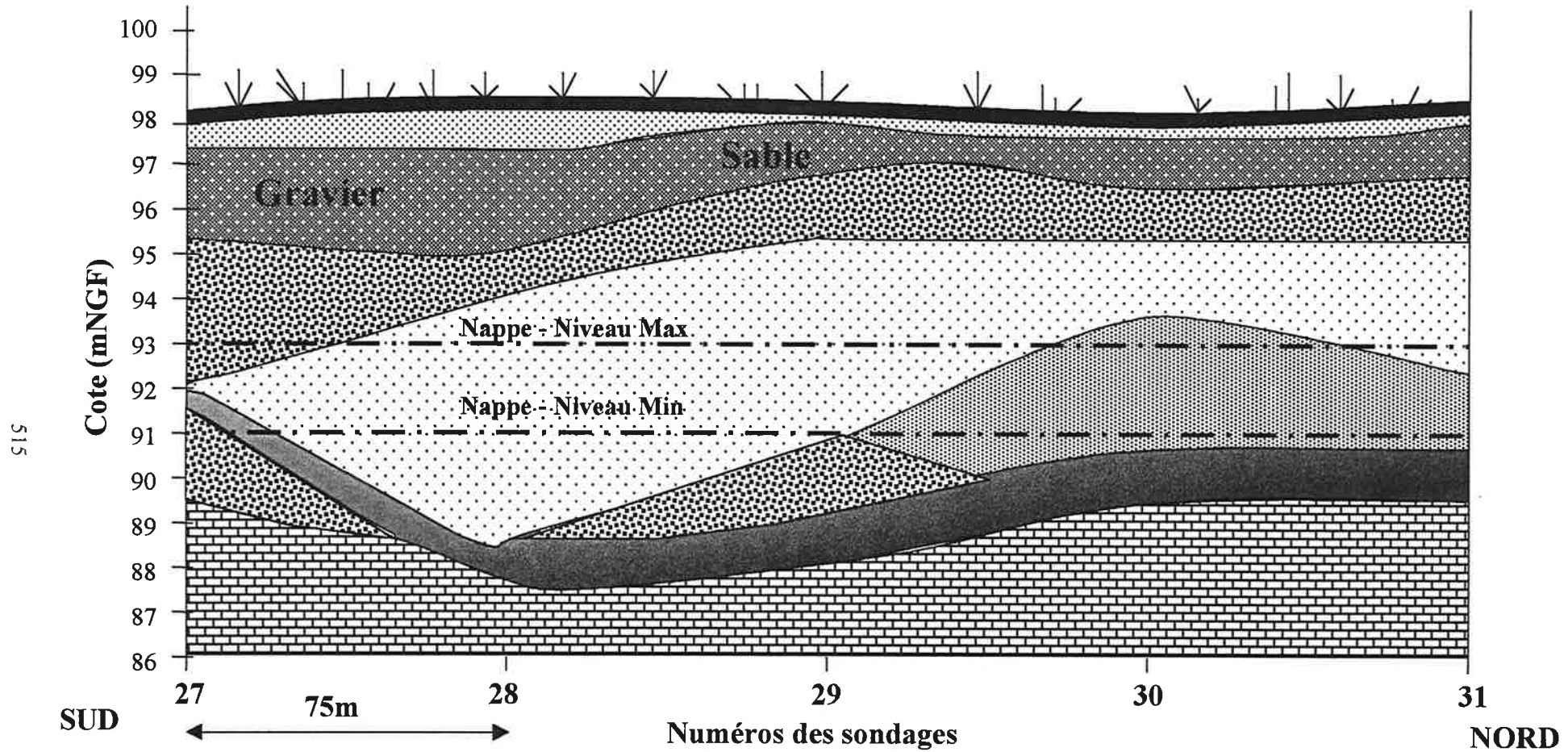
Profil lithologique NS1 du gisement de granulats de Sandillon











Profil lithologique NS2 du gisement de granulats de Sandillon



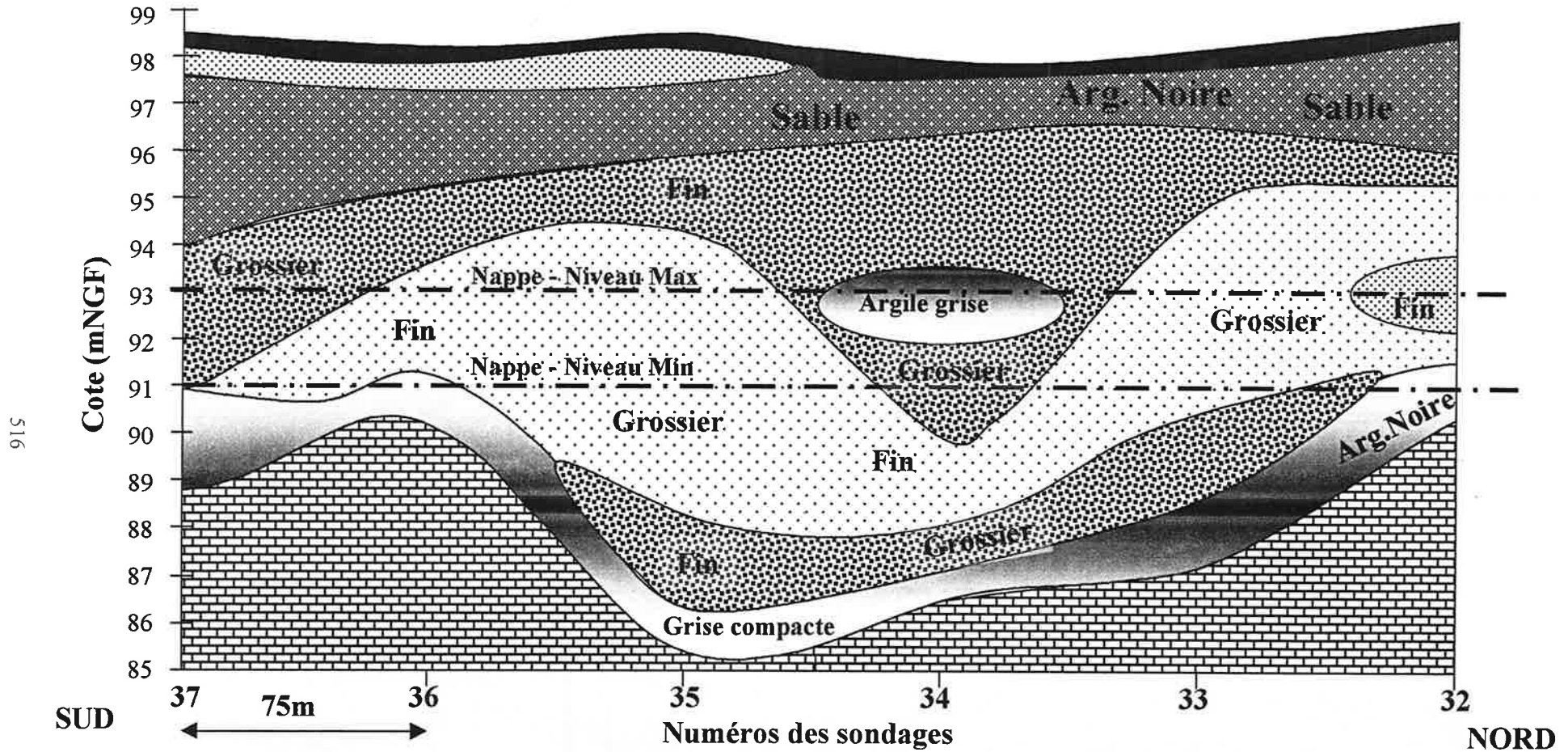
Profil lithologique NS3 du gisement de granulats de Sandillon










LEGENDE

	Terre végétale		Sables et graviers argileux		Calcaire
	Sable limoneux		Sable grossier et graviers		Sable fin et graviers
	Argile sableuse		Argile noire		

Profil lithologique NS4 du gisement de granulats de Sandillon



LEGENDE

- | | | | | | |
|---|-----------------|---|-----------------------------|---|----------|
|  | Terre végétale |  | Sables et graviers argileux |  | Calcaire |
|  | Sable limoneux |  | Sable et cailloux | | |
|  | Argile sableuse |  | Argile | | |

Annexe 2

Pertes de la Loire entre Gien et Orléans
Courbes de tarage hauteur-débit

Les pertes de la Loire

On sait depuis très longtemps que la Loire, aux environs de Châteauneuf-Jargeau, abandonne une partie de ses débits à des circulations souterraines et que ces débits perdus dans la zone amont du Val d'Orléans sont restitués à l'aval, notamment par le Loiret et ses sources.

Dès 1859, Sainjon notait qu'après Bouteille (commune de Guilly), le débit de la Loire diminuait progressivement jusqu'à Orléans et le 5 Octobre 1859, en période d'étiage, il donnait un profil en long des débits de la Loire (tableau ci-dessous).

Résultats des jaugeages réalisés en Loire par Sainjon le 5 Octobre 1859

Point de jaugeage	Débit de la Loire (m ³ /s)
Bouteille	42,3
Jargeau	34,8
100 m en amont de la confluence Loire-Loiret	30,8
400 m en aval de la confluence Loire-Loiret	45,0

L'annexe 2 présente:

-Un tableau des pertes de la Loire entre Jargeau et Châteauneuf estimées par J.L. Chéry (1983) à partir des courbes de tarage de ces deux stations.

-Les tableaux des valeurs de tarage hauteur-débit de la Loire pour Gien et Orléans données par la DIREN Centre (Service de Bassin Loire Bretagne).

-Les courbes de tarage coteNGF-débit à Gien et Orléans construites à partir des tableaux précédents.

-Deux figures représentant le modèle utilisé pour calculer la fonction de tarage Débit=f(hauteur). Les courbes de tarage à Gien et Orléans peuvent en effet être modélisées par une suite de fonctions trinômiales appliquées sur des domaines de hauteur sur lesquels l'erreur relative entre la valeur de débit calculée et la valeur donnée dans les tableaux ne dépasse jamais 0,3%.

-Deux graphiques montrant les pertes de la Loire entre Gien et Orléans calculées à partir des fonctions de tarage précédentes sur les années 1997 à 2000.

**Débites de la Loire à Châteauneuf et débits de perte estimés entre Châteauneuf et Jargeau
pour les mois de janvier et février 1978 ainsi que février et mars 1979.**

(Tableau extrait de la thèse de J.L. Chéry - 1983)

Xi = débit journalier à Châteauneuf sur Loire (m³/s)

Yi = débit à Châteauneuf - débit à Jargeau = débit de perte (m³/s)

	janvier-78		février-78		février-79		mars-79	
	Xi	Yi	Xi	Yi	Xi	Yi	Xi	Yi
1	465	29	770	68	515	37	382	35
2	451	15	830	70	490	35	398	48
3	446	18	943	98	482	34	389	39
4	430	24	1104	94	498	43	378	38
5	418	61	1200	100	550	53	360	35
6	446	29	1150	80	595	39	349	34
7	490	35	1030	80	730	57	329	29
8	505	27	982	102	979	94	320	20
9	473	22	1050	110	1090	107	325	25
10	446	21	1020	90	1080	89	335	24
11	401	18	900	89	1090	90	349	31
12	398	15	802	85	1060	90	378	35
13	401	18	740	84	1030	105	492	67
14	412	21	690	78	1047	107	645	97
15	410	16	640	72	1070	110	690	106
16	392	12	590	61	972	100	831	121
17	379	7	618	82	875	115	845	110
18	370	5	903	151	780	95	808	106
19	356	6	1280	190	695	83	765	88
20	372	7	1630	205	645	85	675	79
21	381	12	1815	310	-	-	581	60
22	389	6	1750	225	559	69	515	52
23	392	12	1700	230	532	66	520	61
24	384	8	1480	190	524	69	520	57
25	479	31	1150	120	515	64	520	57
26	718	82	1075	125	492	75	559	69
27	920	95	1110	127	469	52	732	100
28	1015	80	1250	160	412	43	962	127
29	952	62	-	-	-	-	970	110
30	830	70	-	-	-	-	902	122
31	770	64	-	-	-	-	858	119

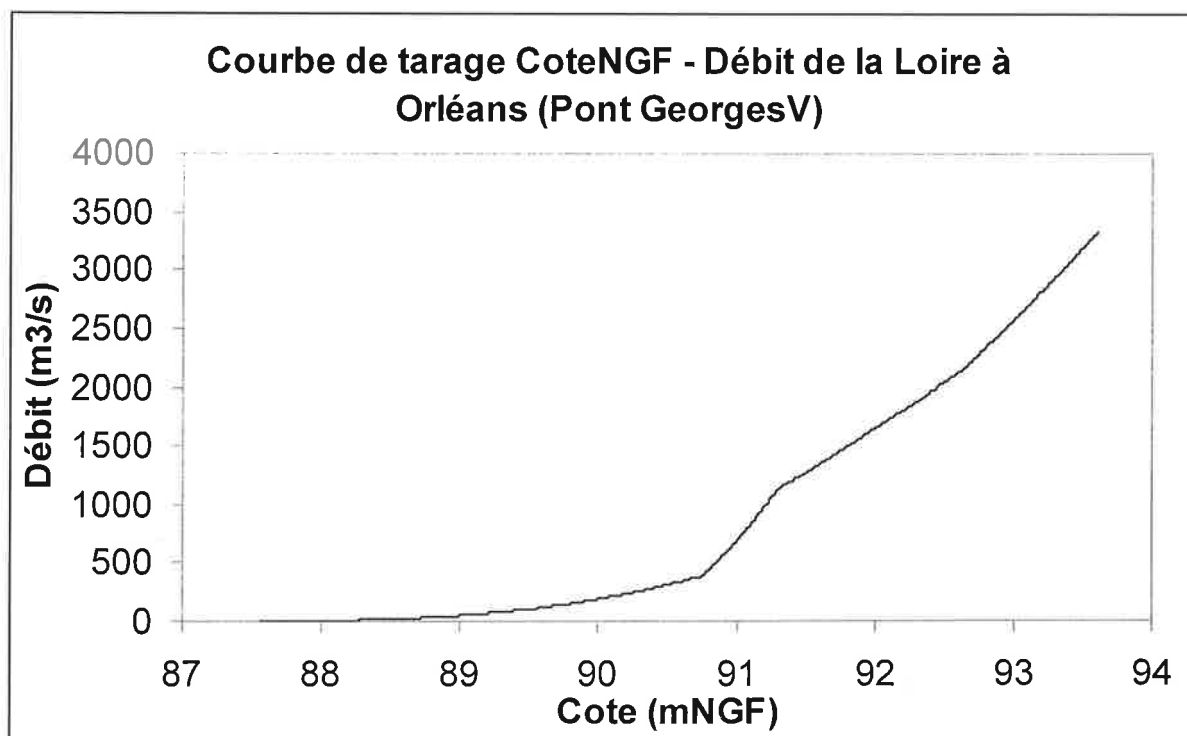
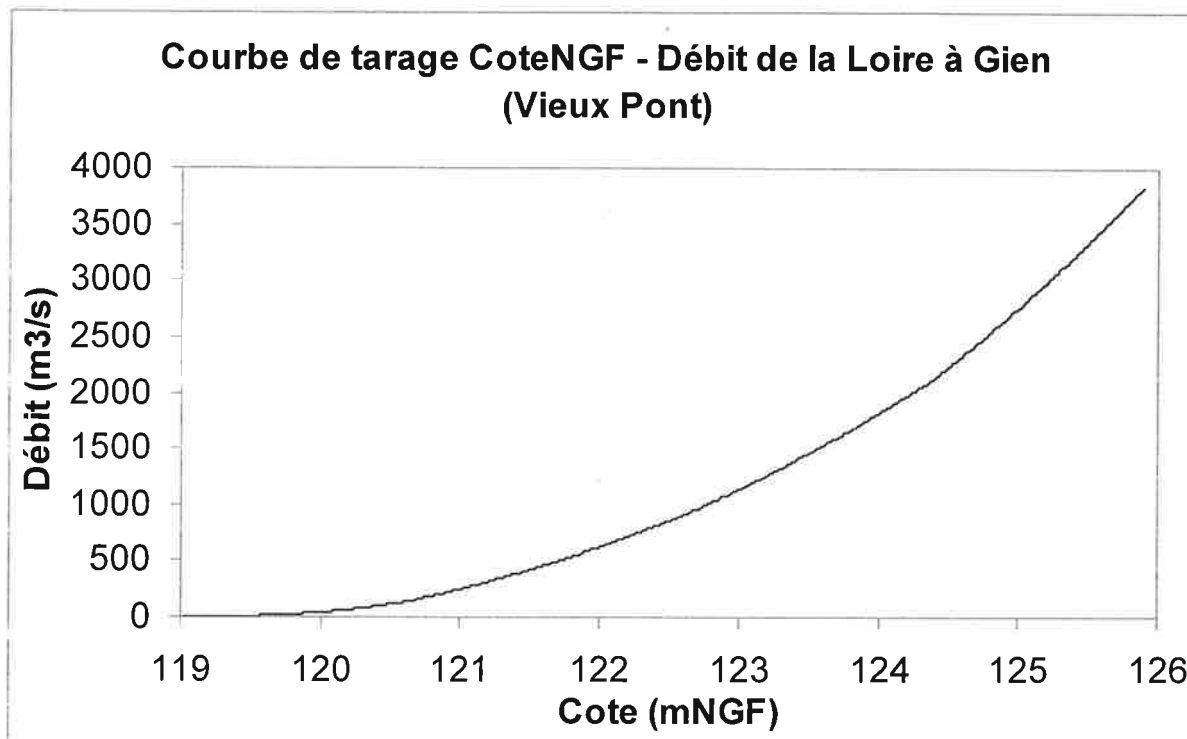
Valeurs de la courbe de tarage hauteur-débit de la Loire à Gien (échelle du Vieux Pont)

H (cm)	Q (m³/s)	H (cm)	Q (m³/s)	H (cm)	Q (m³/s)	H (cm)	Q (m³/s)	H (cm)	Q (m³/s)	H (cm)	Q (m³/s)	H (cm)	Q (m³/s)	H (cm)	Q (m³/s)
-175	0,00	-84	33,83	7	197,00	98	513,25	189	930,74	280	1494,17	371	2198,24	462	3192,72
-174	0,00	-83	34,76	8	199,97	99	517,29	190	935,87	281	1501,09	372	2206,24	463	3204,60
-173	0,00	-82	35,71	9	202,94	100	521,34	191	941,01	282	1508,02	373	2218,25	464	3216,49
-172	0,00	-81	36,67	10	205,93	101	525,40	192	946,72	283	1514,97	374	2228,29	465	3228,41
-171	0,01	-80	37,65	11	208,93	102	529,47	193	952,26	284	1521,93	375	2238,34	466	3240,34
-170	0,02	-79	38,65	12	211,94	103	533,56	194	957,81	285	1528,91	376	2248,42	467	3252,30
-169	0,03	-78	39,66	13	214,96	104	537,66	195	963,38	286	1535,90	377	2258,52	468	3264,28
-168	0,05	-77	40,68	14	218,00	105	541,77	196	968,97	287	1542,91	378	2268,63	469	3276,28
-167	0,07	-76	41,72	15	221,04	106	545,90	197	974,57	288	1549,94	379	2278,77	470	3288,30
-166	0,10	-75	42,78	16	224,10	107	550,04	198	980,19	289	1556,98	380	2288,93	471	3300,34
-165	0,13	-74	43,85	17	227,17	108	554,19	199	985,82	290	1564,03	381	2299,12	472	3312,39
-164	0,17	-73	44,94	18	230,26	109	558,35	200	991,47	291	1571,11	382	2309,32	473	3324,47
-163	0,21	-72	46,05	19	233,35	110	562,52	201	997,13	292	1578,19	383	2319,54	474	3336,57
-162	0,26	-71	47,17	20	236,46	111	566,71	202	1002,82	293	1585,30	384	2329,79	475	3348,69
-161	0,31	-70	48,31	21	239,58	112	570,91	203	1008,51	294	1592,41	385	2340,05	476	3360,84
-160	0,37	-69	49,46	22	242,71	113	575,13	204	1014,22	295	1599,55	386	2350,34	477	3373,00
-159	0,44	-68	50,63	23	245,85	114	579,35	205	1019,95	296	1606,70	387	2360,64	478	3385,18
-158	0,51	-67	51,81	24	249,00	115	583,59	206	1025,69	297	1613,86	388	2370,97	479	3397,38
-157	0,59	-66	53,02	25	252,17	116	587,84	207	1031,45	298	1621,04	389	2381,32	480	3409,60
-156	0,68	-65	54,24	26	255,34	117	592,10	208	1037,23	299	1628,24	390	2391,69	481	3421,84
-155	0,77	-64	55,47	27	258,53	118	596,38	209	1043,02	300	1635,45	391	2402,08	482	3434,11
-154	0,87	-63	56,72	28	261,73	119	600,67	210	1048,83	301	1642,68	392	2412,49	483	3446,39
-153	0,98	-62	57,99	29	264,94	120	604,97	211	1054,65	302	1649,92	393	2422,92	484	3458,69
-152	1,09	-61	59,28	30	268,16	121	609,28	212	1060,49	303	1657,18	394	2433,38	485	3471,02
-151	1,22	-60	60,58	31	271,39	122	613,60	213	1066,34	304	1664,45	395	2443,85	486	3483,36
-150	1,35	-59	61,90	32	274,63	123	617,94	214	1072,21	305	1671,74	396	2454,35	487	3495,72
-149	1,49	-58	63,24	33	277,88	124	622,29	215	1078,09	306	1679,04	397	2464,86	488	3508,11
-148	1,63	-57	64,59	34	281,15	125	626,65	216	1083,99	307	1686,36	398	2475,40	489	3520,51
-147	1,79	-56	65,96	35	284,42	126	631,03	217	1089,91	308	1693,70	399	2485,95	490	3532,94
-146	1,95	-55	67,35	36	287,71	127	635,41	218	1095,84	309	1701,05	400	2496,53	491	3545,38
-145	2,13	-54	68,75	37	291,00	128	639,81	219	1101,79	310	1708,42	401	2507,13	492	3557,85
-144	2,31	-53	70,18	38	294,31	129	644,22	220	1107,75	311	1715,80	402	2517,75	493	3570,33
-143	2,50	-52	71,62	39	297,63	130	648,65	221	1113,73	312	1723,20	403	2528,39	494	3582,84
-142	2,70	-51	73,07	40	300,96	131	653,08	222	1119,73	313	1730,61	404	2539,05	495	3595,37
-141	2,91	-50	74,55	41	304,29	132	657,53	223	1125,74	314	1738,04	405	2549,73	496	3607,91
-140	3,13	-49	76,04	42	307,64	133	661,99	224	1131,76	315	1745,48	406	2560,44	497	3620,48
-139	3,35	-48	77,55	43	311,00	134	666,46	225	1137,80	316	1752,94	407	2571,16	498	3633,07
-138	3,59	-47	79,08	44	314,37	135	670,95	226	1143,86	317	1760,42	408	2581,90	499	3645,67
-137	3,84	-46	80,63	45	317,75	136	675,44	227	1149,93	318	1767,91	409	2592,67	500	3658,30
-136	4,10	-45	82,19	46	321,14	137	679,95	228	1156,02	319	1775,42	410	2603,45	501	3670,95
-135	4,36	-44	83,78	47	324,54	138	684,47	229	1162,13	320	1782,94	411	2614,26	502	3683,62
-134	4,64	-43	85,38	48	327,95	139	689,00	230	1168,25	321	1790,47	412	2625,09	503	3696,30
-133	4,93	-42	86,99	49	331,37	140	693,55	231	1174,38	322	1798,03	413	2635,93	504	3709,01
-132	5,23	-41	88,63	50	334,80	141	698,11	232	1180,53	323	1805,60	414	2646,80	505	3721,74
-131	5,53	-40	90,29	51	338,24	142	702,68	233	1186,70	324	1813,18	415	2657,69	506	3734,49
-130	5,85	-39	91,96	52	341,70	143	707,26	234	1192,88	325	1820,78	416	2668,60	507	3747,26
-129	6,18	-38	93,65	53	345,16	144	711,85	235	1199,08	326	1828,39	417	2679,53	508	3760,05
-128	6,52	-37	95,36	54	348,63	145	716,45	236	1205,30	327	1836,02	418	2690,48	509	3772,86
-127	6,87	-36	97,09	55	352,11	146	721,07	237	1211,53	328	1843,67	419	2701,46	510	3785,69
-126	7,24	-35	98,84	56	355,60	147	725,70	238	1217,77	329	1851,33	420	2712,45	511	3798,53
-125	7,61	-34	100,60	57	359,02	148	730,34	239	1224,03	330	1859,01	421	2723,46	512	3811,40
-124	8,00	-33	102,39	58	362,51	149	734,99	240	1230,31	331	1866,70	422	2734,49	513	3824,29
-123	8,39	-32	104,19	59	366,02	150	739,66	241	1236,60	332	1874,41	423	2745,55	514	3837,20
-122	8,80	-31	106,01	60	369,54	151	744,34	242	1242,91	333	1882,13	424	2756,62		
-121	9,22	-30	107,86	61	373,08	152	749,02	243	1249,23	334	1889,87	425	2767,72		
-120	9,65	-29	109,72	62	376,63	153	753,72	244	1255,57	335	1897,62	426	2778,84		
-119	10,10	-28	111,60	63	380,19	154	758,44	245	1261,93	336	1905,39	427	2789,97		
-118	10,55	-27	113,49	64	383,76	155	763,16	246	1268,30	337	1913,18	428	2801,13		
-117	11,02	-26	115,41	65	387,35	156	767,90	247	1274,68	338	1920,98	429	2812,31		
-116	11,50	-25	117,35	66	390,96	157	772,64	248	1281,08	339	1928,79	430	2823,51		
-115	11,99	-24	119,30	67	394,57	158	777,40	249	1287,50	340	1936,62	431	2834,73		
-114	12,49	-23	121,28	68	398,21	159	782,18	250	1293,93	341	1944,47	432	2845,97		
-113	13,01	-22	123,28	69	401,85	160	786,96	251	1300,38	342	1952,33	433	2857,23		
-112	13,54	-21	125,29	70	405,51	161	791,75	252	1306,85	343	1960,21	434	2868,51		
-111	14,08	-20	127,32	71	409,18	162	796,56	253	1313,33	344	1968,10	435	2879,81		
-110	14,64	-19	129,38	72	412,86	163	801,38	254	1319,82	345	1976,01	436	2891,13		
-109	15,20	-18	131,45	73	416,56	164	806,21	255	1326,33	346	1983,93	437	2902,48		
-108	15,78	-17	133,54	74	420,27	165	811,05	256	1332,86	347	1991,87	438	2913,84		
-107	16,38	-16	135,66	75	423,99	166	815,91	257	1339,40	348	1999,83	439	2925,22		
-106	16,98	-15	137,79	76	427,73	167	820,77	258	1345,96	349	2007,80	440	2936,63		
-105	17,60	-14	139,94	77	431,48	168	825,65	259	1352,53	350	2015,79	441	2948,05		
-104	18,24	-13	142,11	78	435,24	169	830,54	260	1359,12	351	2023,79	442	2959,50		
-103	18,88	-12	144,31	79	439,02	170	835,44	261	1365,72	352	2031,80	443	2970,97		
-102	19,54	-11	146,52	80	442,81	171	840,35	262	1372,34	353	2039,84	444	2982,45		
-101	20,21	-10	148,75	81	446,61	172	845,27	263	1378,98	354	2047,88	445	2993,96		
-100	20,90	-9	151,01	82	450,43	173	850,21	264	1385,63	355	2055,95	446	3005,49		
-99	21,60	-8	154,14	83	454,26	174	855,15	265	1392,30	356	2064,02	447	3017,04		
-98	22,32	-7	156,90	84	458,10	175	860,11	266	1398,98	357	2072,12	448	3028,61		
-97	23,05	-6	159,68	85	461,95	176	865,08	267	1405,68	358	2080,23	449	3040,20		
-96	23,79	-5	162,47	86	465,82	177	870,06	268	1412,39						

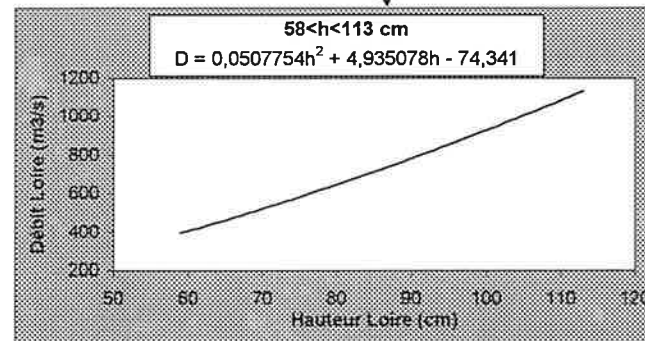
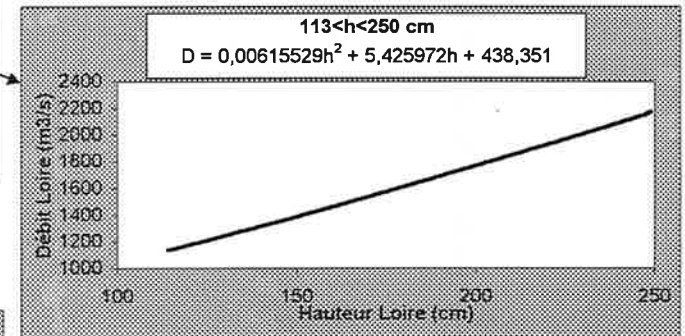
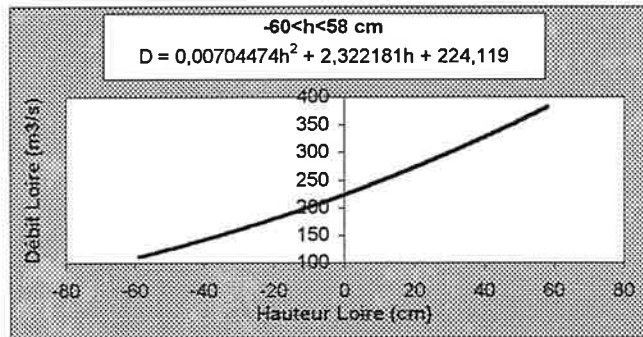
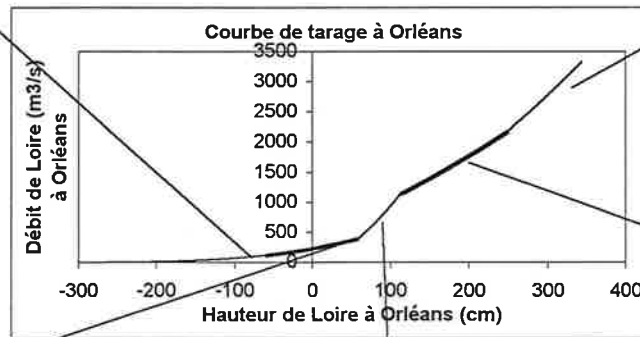
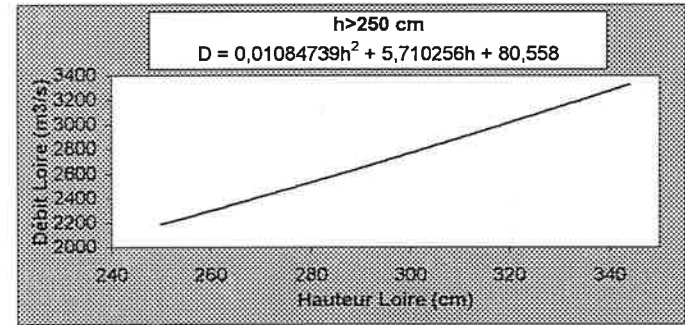
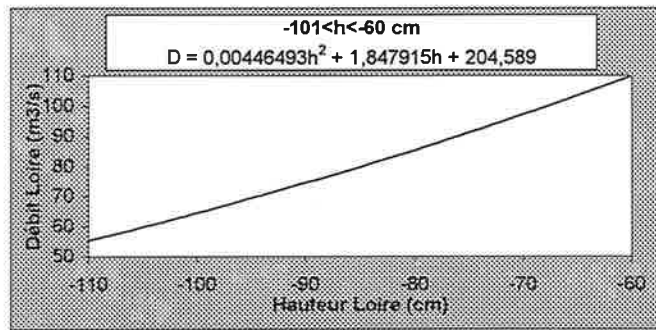
Valeurs de la courbe de tarage hauteur-débit de la Loire à Orléans (échelle du Pont Georges V)

H (cm)	Q (m³/s)	H (cm)	Q (m³/s)	H (cm)	Q (m³/s)	H (cm)	Q (m³/s)	H (cm)	Q (m³/s)	H (cm)	Q (m³/s)	H (cm)	Q (m³/s)
-262	0,00	-172	15,83	-82	83,08	8	243,07	98	897,20	188	1676,17	278	2506,28
-261	0,01	-171	16,25	-81	84,20	9	245,50	99	912,13	189	1683,92	279	2518,03
-260	0,01	-170	16,68	-80	85,33	10	247,95	100	927,17	190	1691,68	280	2529,81
-259	0,02	-169	17,11	-79	86,47	11	250,41	101	942,29	191	1699,45	281	2541,60
-258	0,03	-168	17,55	-78	87,61	12	252,89	102	957,51	192	1707,23	282	2553,42
-257	0,04	-167	17,99	-77	88,77	13	255,38	103	972,83	193	1715,03	283	2565,27
-256	0,06	-166	18,44	-76	89,93	14	257,89	104	988,24	194	1722,83	284	2577,13
-255	0,08	-165	18,90	-75	91,11	15	260,41	105	1003,75	195	1730,65	285	2589,02
-254	0,09	-164	19,37	-74	92,29	16	262,94	106	1019,35	196	1738,48	286	2600,92
-253	0,12	-163	19,84	-73	93,48	17	265,49	107	1035,05	197	1746,32	287	2612,85
-252	0,14	-162	20,32	-72	94,68	18	268,06	108	1050,84	198	1754,18	288	2624,80
-251	0,17	-161	20,80	-71	95,89	19	270,64	109	1066,72	199	1762,04	289	2636,78
-250	0,20	-160	21,30	-70	97,11	20	273,23	110	1082,70	200	1769,92	290	2648,77
-249	0,23	-159	21,80	-69	98,33	21	275,84	111	1098,76	201	1777,80	291	2660,79
-248	0,27	-158	22,30	-68	99,57	22	278,46	112	1114,93	202	1785,70	292	2672,83
-247	0,30	-157	22,82	-67	100,82	23	281,10	113	1131,18	203	1793,61	293	2684,89
-246	0,34	-156	23,34	-66	102,07	24	283,75	114	1137,00	204	1801,54	294	2696,97
-245	0,39	-155	23,86	-65	103,34	25	286,41	115	1143,82	205	1809,47	295	2709,07
-244	0,44	-154	24,40	-64	104,61	26	289,10	116	1150,65	206	1817,42	296	2721,20
-243	0,49	-153	24,94	-63	105,89	27	291,79	117	1157,49	207	1825,37	297	2733,35
-242	0,54	-152	25,49	-62	107,19	28	294,50	118	1164,35	208	1833,34	298	2745,51
-241	0,60	-151	26,04	-61	108,49	29	297,23	119	1171,22	209	1841,32	299	2757,70
-240	0,66	-150	26,60	-60	109,80	30	299,97	120	1178,10	210	1849,31	300	2769,92
-239	0,73	-149	27,17	-59	111,28	31	302,73	121	1185,00	211	1857,32	301	2782,15
-238	0,80	-148	27,75	-58	112,81	32	305,50	122	1191,91	212	1865,33	302	2794,41
-237	0,87	-147	28,33	-57	114,36	33	308,28	123	1198,83	213	1873,36	303	2806,68
-236	0,94	-146	28,93	-56	115,92	34	311,08	124	1205,77	214	1881,39	304	2818,98
-235	1,02	-145	29,52	-55	117,49	35	313,90	125	1212,72	215	1889,44	305	2831,30
-234	1,11	-144	30,13	-54	119,08	36	316,73	126	1219,68	216	1897,50	306	2843,64
-233	1,19	-143	30,74	-53	120,67	37	319,57	127	1226,66	217	1905,57	307	2856,01
-232	1,29	-142	31,36	-52	122,28	38	322,43	128	1233,65	218	1913,65	308	2868,39
-231	1,38	-141	31,99	-51	123,91	39	325,31	129	1240,65	219	1921,75	309	2880,80
-230	1,48	-140	32,63	-50	125,54	40	328,20	130	1247,67	220	1929,85	310	2893,22
-229	1,58	-139	33,27	-49	127,19	41	331,11	131	1254,70	221	1937,97	311	2905,67
-228	1,69	-138	33,92	-48	128,85	42	334,03	132	1261,74	222	1946,10	312	2918,14
-227	1,80	-137	34,58	-47	130,53	43	336,96	133	1268,79	223	1954,23	313	2930,64
-226	1,92	-136	35,24	-46	132,21	44	339,92	134	1275,86	224	1962,38	314	2943,15
-225	2,04	-135	35,92	-45	133,91	45	342,88	135	1282,94	225	1970,55	315	2955,68
-224	2,17	-134	36,60	-44	135,62	46	345,86	136	1290,04	226	1978,72	316	2968,24
-223	2,30	-133	37,29	-43	137,35	47	348,86	137	1297,14	227	1986,90	317	2980,82
-222	2,43	-132	37,98	-42	139,09	48	351,87	138	1304,26	228	1995,10	318	2993,41
-221	2,57	-131	38,69	-41	140,84	49	354,90	139	1311,40	229	2003,30	319	3006,03
-220	2,71	-130	39,40	-40	142,60	50	357,94	140	1318,54	230	2011,52	320	3018,67
-219	2,86	-129	40,12	-39	144,38	51	361,00	141	1325,70	231	2019,75	321	3031,34
-218	3,01	-128	40,84	-38	146,17	52	364,08	142	1332,87	232	2027,98	322	3044,02
-217	3,17	-127	41,58	-37	147,97	53	367,17	143	1340,05	233	2036,23	323	3056,73
-216	3,33	-126	42,32	-36	149,79	54	370,27	144	1347,25	234	2044,50	324	3069,45
-215	3,50	-125	43,07	-35	151,61	55	373,39	145	1354,46	235	2052,77	325	3082,20
-214	3,67	-124	43,83	-34	153,46	56	376,53	146	1361,68	236	2061,05	326	3094,97
-213	3,85	-123	44,59	-33	155,31	57	379,68	147	1368,91	237	2069,31	327	3107,76
-212	4,03	-122	45,37	-32	157,18	58	382,85	148	1376,16	238	2077,65	328	3120,57
-211	4,22	-121	46,15	-31	159,06	59	394,14	149	1383,42	239	2085,97	329	3133,40
-210	4,41	-120	46,94	-30	160,96	60	404,98	150	1390,69	240	2094,29	330	3146,25
-209	4,61	-119	47,73	-29	162,87	61	415,95	151	1397,98	241	2102,63	331	3159,12
-208	4,81	-118	48,54	-28	164,79	62	427,02	152	1405,28	242	2110,98	332	3172,02
-207	5,02	-117	49,35	-27	166,72	63	438,22	153	1412,59	243	2119,34	333	3184,94
-206	5,23	-116	50,18	-26	168,67	64	449,52	154	1419,91	244	2127,71	334	3197,87
-205	5,45	-115	51,01	-25	170,63	65	460,93	155	1427,24	245	2136,09	335	3210,83
-204	5,67	-114	51,84	-24	172,61	66	472,46	156	1434,59	246	2144,49	336	3223,81
-203	5,90	-113	52,69	-23	174,60	67	484,10	157	1441,95	247	2152,89	337	3236,81
-202	6,13	-112	53,54	-22	176,60	68	495,85	158	1449,32	248	2161,30	338	3249,83
-201	6,37	-111	54,41	-21	178,61	69	507,71	159	1456,71	249	2170,70	339	3262,87
-200	6,61	-110	55,28	-20	180,64	70	519,68	160	1464,11	250	2180,10	340	3275,93
-199	6,86	-109	56,15	-19	182,68	71	531,75	161	1471,51	251	2189,51	341	3289,02
-198	7,12	-108	57,04	-18	184,74	72	543,94	162	1478,94	252	2208,94	342	3302,12
-197	7,38	-107	57,94	-17	186,81	73	556,23	163	1486,37	253	2219,65	343	3315,25
-196	7,65	-106	58,84	-16	188,89	74	568,63	164	1493,82	254	2230,85	344	3328,39
-195	7,92	-105	59,75	-15	190,99	75	581,14	165	1501,28	255	2242,07		
-194	8,20	-104	60,67	-14	193,10	76	593,75	166	1508,75	256	2253,31		
-193	8,48	-103	61,60	-13	195,23	77	606,47	167	1516,23	257	2264,58		
-192	8,77	-102	62,54	-12	197,37	78	619,30	168	1523,73	258	2275,86		
-191	9,07	-101	63,48	-11	199,52	79	632,23	169	1531,23	259	2287,17		
-190	9,37	-100	64,44	-10	201,68	80	645,26	170	1538,75	260	2298,50		
-189	9,68	-99	65,40	-9	203,86	81	658,40	171	1546,29	261	2309,86		
-188	9,99	-98	66,37	-8	206,06	82	671,64	172	1553,83	262	2321,23		
-187	10,31	-97	67,35	-7	208,27	83	684,98	173	1561,39	263	2332,63		
-186	10,63	-96	68,34	-6	210,49	84	698,43	174	1568,95	264	2344,05		
-185	10,97	-95	69,34	-5	212,72	85	711,98	175	1576,54	265	2355,49		
-184	11,30	-94	70,34	-4	214,97	86	725,63	176	1584,13	266	2366,96		
-183	11,65	-93	71,36	-3	217,24	87	739,38	177	1591,73	267	2378,45		
-182	11,99	-92	72,38	-2	219,51	88	753,23	178	1599,35	268	2389,96		
-181	12,35	-91	73,41	-1	221,81	89	767,18	179	1606,98	269	2401,49		
-180	12,71	-90	74,45	0	224,11	90	781,23	180	1614,62	270	2413,04		
-179	13,08	-89	75,50	1	226,43	91	795,38	181	1622,27	271	2424,62		
-178	13,45	-88	76,55	2	228,77	92	809,63	182	1629,93	272	2436,22		
-177	13,83	-87	77,62	3	231,11	93	823,98	183	1637,61	273	2447,84		
-176	14,22	-86	78,70	4	233,48	94	838,43	184	1645,30	274	2459,48		
-175	14,61	-85	79,78	5	235,85	95	852,98	185	1653,00	275	2471,15		
-174	15,01	-84	80,87	6	238,24	96	867,62	186	1660,71	276	2482,84		
-173	15,42	-83	81,97	7	240,65	97	882,36	187	1668,44	277	2494,55		

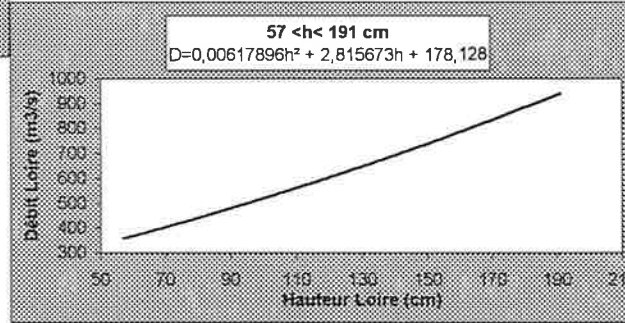
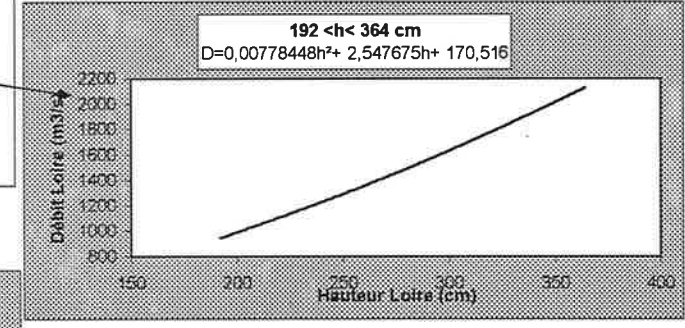
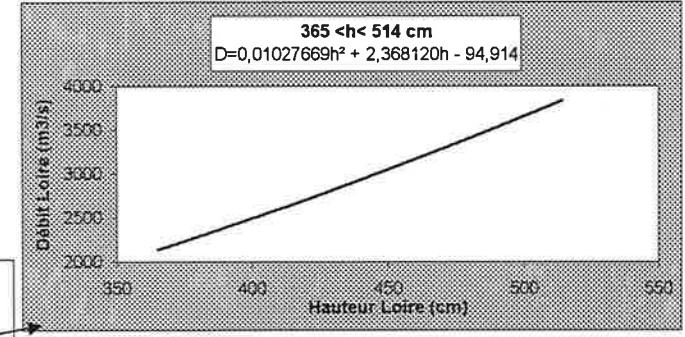
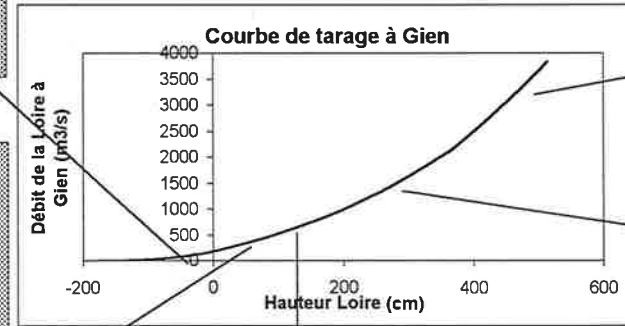
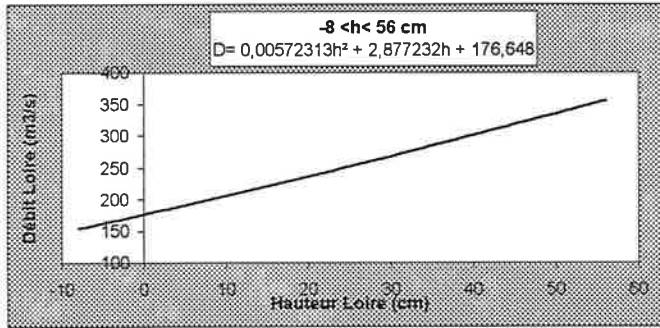
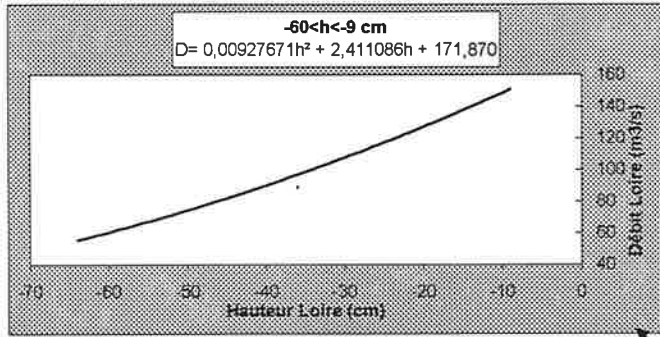
Courbes de tarage CoteNGF-Débit de la Loire à Gien et Orléans



Equations des trinômes modélisant par segments la courbe de tarage Hauteur-Débit de la Loire à Orléans

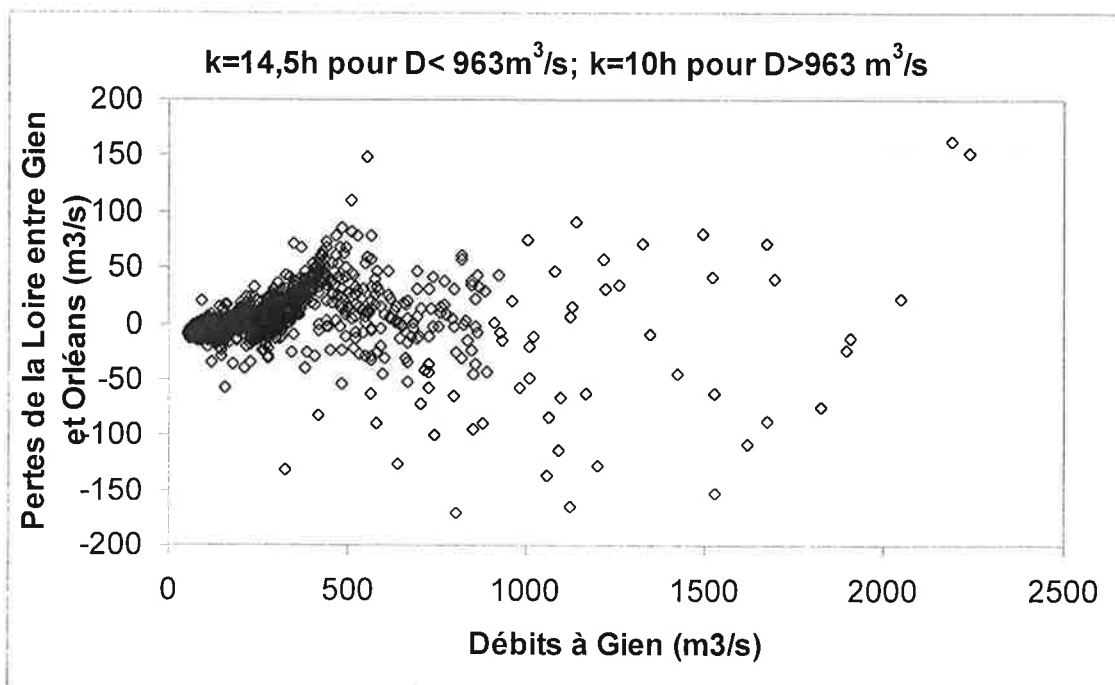
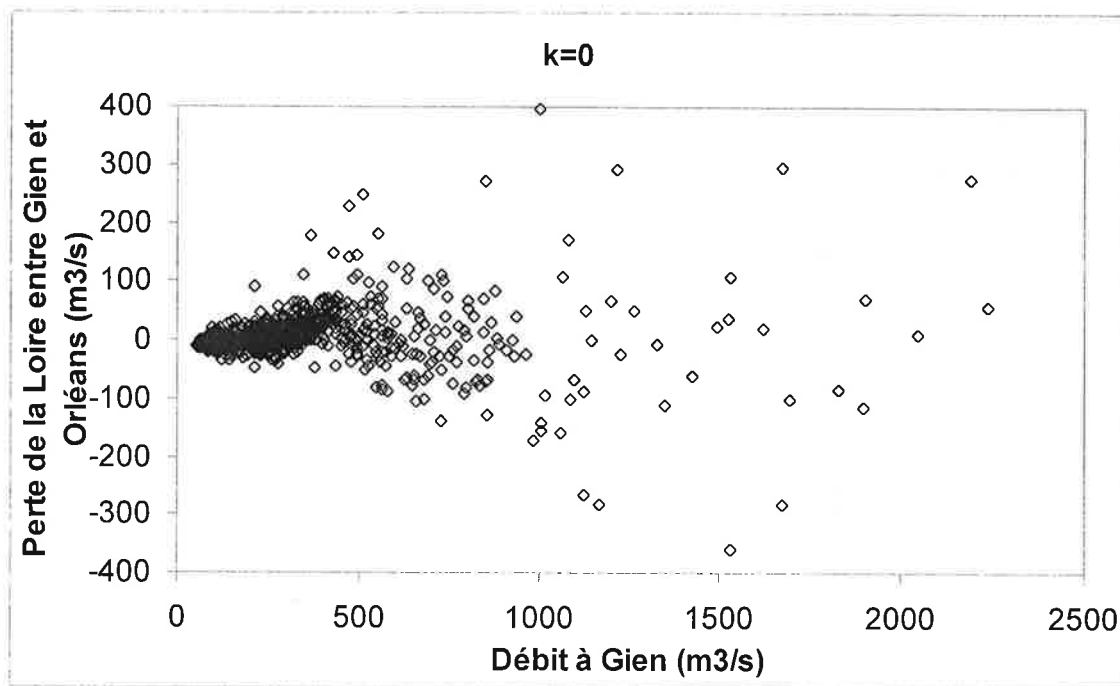


Equations des trinômes modélisant la courbe de tarage hauteur-Débit de la Loire à Gien



Pertes de la Loire entre Gien et Orléans calculées à partir des cotes journalières à l'aide des fonctions de tarage.

Les pertes sont calculées pour les débits pris à 8h à Gien et Orléans le même jour (graphique du haut ; $k=0$). Le graphique du bas donne les pertes entre les débits à 8h à Gien et $8+k$ heures à Orléans (où k correspond au temps de transmission d'une impulsion de la Loire entre Gien et Orléans; k prend des valeurs différentes selon les domaines de cotes et donc de débits D). On remarque que les pertes sont moins importantes dans le deuxième cas qui tient compte du temps de transfert du signal entre Gien et Orléans. La grande dispersion des résultats est certainement liée à l'imprécision sur la mesure des débits servant à la construction des courbes de tarage.



Annexe 3

Eléments majeurs mesurés dans la Loire et aux sources du Bouillon et de la Pie par J.L. Chéry sur le cycle hydrologique 1979-1980 et dans la Loire par C. Grosbois de mai 1994 à avril 1996

L'annexe 3 comprend:

-Les tableaux des éléments majeurs analysés périodiquement par J.L. Chéry (thèse 1983) dans les eaux de la Loire à Jargeau et dans les eaux de la résurgence karstique du Bouillon de novembre 1979 à octobre 1980.

-Le tableau des teneurs en hydrogénocarbonates de calcium mesurées par J.L. Chéry (thèse 1983) de 1979 à 1980 dans les eaux de la résurgence karstique de la Pie.

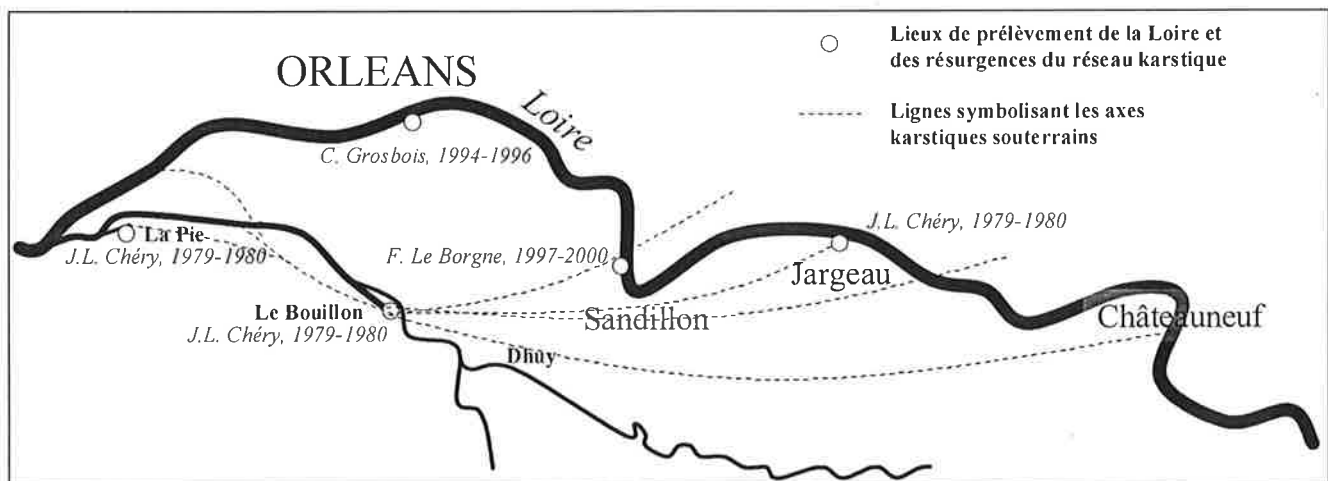
-Le tableau des éléments majeurs analysés périodiquement par C. Grosbois (thèse 1998) dans les eaux de la Loire à Orléans de 1994 à 1996.

-Les diagrammes binaires, pour chaque élément, des teneurs à la source du Bouillon en fonction des teneurs dans la Loire à Jargeau (figure 1).

-Les diagrammes binaires pour l'ensemble des eaux Loire-Bouillon (figures 2 et 3).

-La détermination d'un pôle Loire pour l'étude d'une loi de mélange des eaux de nappe avec la Loire (figure 4).

Les différentes données traitées dans cette annexe sont localisées sur la carte ci-dessous.



Localisation des points de prélèvement d'eaux de Loire et des résurgences karstiques de la Pie et du Bouillon.

Les teneurs en éléments majeurs de ces différents points sont comparées dans cette annexe.

Éléments majeurs (ppm) analysés dans la Loire à Jargeau par J.L. Chéry (thèse 1983) sur le cycle hydrologique 1979-1980

Loire (Jargeau)	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺
19/11/79	81,7	11,0	18,3	2,16	28,0	6,0	3,0	3,7
26/11/79	86,6	11,9	17,4	2,26	30,1	9,2	2,6	4,1
03/12/79	97,6	11,4	19,4	1,79	32,1	9,8	2,8	4,6
10/12/79	100,0	11,3	20,0	1,66	32,0	10,2	3,0	4,7
17/12/79	90,3	9,0	18,8	1,54	32,0	7,4	3,0	3,7
31/12/79	89,1	9,7	15,8		31,0	7,4	2,6	3,8
07/01/80	96,4	10,2	16,5	1,48	30,0	7,4	2,6	4,0
14/01/80	79,3	10,7	18,1	1,46	28,0	7,0	2,4	3,9
21/01/80	90,3	12,3	17,0	1,95	28,0	8,0	2,4	4,3
28/01/80	72,0	9,1	15,2	1,44	24,0	5,0	2,6	3,2
04/02/80	76,9	9,7	16,2	0,74	25,0	5,2	2,4	3,4
11/02/80	74,4	6,7	14,1	1,22	24,0	4,4	1,8	2,9
18/02/80	81,7	9,7	14,6	1,62	25,0	6,2	2,4	3,3
25/02/80	89,1	8,8	18,6		26,4	6,6	2,2	3,5
03/03/80	87,4	12,3	18,8	2,06	28,0	7,0	2,4	3,8
10/03/80	92,7	9,2	21,5	1,76	29,0	7,4	2,4	3,8
17/03/80	89,1	8,2	19,9	1,85	26,0	6,4	2,4	3,1
24/03/80	75,6	10,2	20,2	1,36	24,0	6,2	2,2	3,2
31/03/80	78,1	13,6	19,0	1,25	24,0	6,4	2,2	3,2
14/04/80	90,3	12,0	22,0	0,98	28,0	8,0	2,6	3,9
21/04/80	81,7	9,5	17,1	1,07	25,0	7,8	2,6	3,7
28/04/80	80,5	8,9	16,7	1,20	25,2	7,4	2,8	3,8
05/05/80	92,7	10,0	20,1	1,10	28,4	8,4	2,8	4,3
12/05/80	83,0	9,3	16,6	1,07	25,4	8,0	3,0	4,0
19/05/80	89,1	9,8	16,1	0,73	25,6	7,0	2,6	4,0
26/05/80	95,2	10,0	20,8	1,81	29,0	8,0	2,6	4,5
02/06/80	87,8	9,2	22,2	1,20	26,0	12,2	3,0	4,6
09/06/80	93,4	7,0	20,1	1,33	27,0	11,0	3,5	4,5
16/06/80	101,3	10,4	20,6	2,32	28,0	13,3	3,6	4,9
23/06/80	100,0	11,7	22,7	0,66	28,0	13,6	3,5	5,0
30/06/80	100,0	10,7	21,4	0,50	31,0	13,2	3,9	5,0
07/07/80	100,0	11,3	18,6	0,43	30,0	10,6	4,0	4,6
16/07/80	92,7	12,3	24,9	0,90	27,0	10,4	3,6	4,3
11/08/80	73,2	14,8	23,8	0,24	24,0	12,0	4,0	5,5
18/08/80	80,5	14,6	23,8	0,09	22,0	12,8	4,6	5,9
25/08/80	83,6	13,1	20,6	0,13	23,0	13,0	4,3	5,3
01/09/80	86,0	12,5	24,6	0,26	26,0	14,0	4,3	4,8
08/09/80	107,4	12,3	23,4	0,06	29,0	13,6	4,3	5,2
15/09/80	90,3	14,1	26,0		22,0	16,4	4,3	5,4
22/09/80	81,7	15,8	31,9		27,0	16,2	4,5	5,4
29/09/80	75,6	10,0	18,6	0,52	24,0	10,0	4,0	4,2
06/10/80	95,2	15,3	24,6		29,0	11,6	4,3	5,0
13/10/80	103,7	13,4	30,1	1,22	32,0	12,3	4,6	5,4
20/10/80	63,4	10,7	20,8		20,0	9,6	3,9	3,7

Éléments majeurs (ppm) analysés à la résurgence karstique du Bouillon par J.L. Chéry (thèse 1983) sur le cycle hydrologique 1979-1980

Le Bouillon	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Le Bouillon	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺
									03/05/80	114,7	10,5		18,3	39,8	7,8	2,8	4,3
19/11/79	114,7	10,7	2,36	18,2	38,1	7,0	3,0	4,6	05/05/80	115,9	10,2	2,27	18,2	40,0	7,8	2,6	4,4
23/11/79	113,5	10,0		18,0	38,1	7,0	3,2	4,6	09/05/80	119,6	10,5		18,1	40,0	7,8	2,8	4,5
26/11/79	111,0	13,7	2,77	19,1	38,1	9,2	2,8	4,6	12/05/80	119,6	10,6	2,06	18,8	41,1	7,4	3,0	4,6
30/11/79	117,1	10,8		17,9	40,0	8,8	3,0	4,7	16/05/80	115,9	9,6		17,1	39,4	7,0	2,8	4,3
03/12/79	119,6	11,3	1,93	17,8	41,0	9,2	2,8	4,7	19/05/80	115,9	11,3	1,90	17,7	38,0	7,4	3,5	4,3
07/12/79	123,2	11,4		19,8	42,0	9,2	2,8	4,9	23/05/80	118,3	10,6		17,6	40,0	7,2	3,6	4,4
10/12/79	120,9	14,1	2,30	20,1	40,0	9,4	3,0	4,9	26/05/80	117,1	11,0	2,90	19,5	39,9	8,0	3,0	4,7
14/12/79	124,4	11,2		18,3	41,9	9,0	3,0	5,0	30/05/80	119,6	10,8		19,6	40,0	12,2	3,0	4,6
17/12/79	125,7	11,2	1,70	20,5	40,8	9,6	3,0	4,9	02/06/80	120,8	11,1	0,93	20,2	38,9	11,3	3,3	5,1
21/12/79	117,1	10,1		18,6	38,0	8,0	2,8	4,5	06/06/80	122,0	10,5		19,9	38,1	11,4	3,5	5,1
31/12/79	109,8	10,8		17,2	38,0	7,0	2,4	4,2	09/06/80	119,6	9,6	1,55	20,1	38,0	10,8	3,8	4,9
04/01/80	112,2	10,1		18,4	40,0	7,4	2,6	4,2	13/06/80	119,6	10,0		18,6	38,0	10,8	3,7	4,9
07/01/80	108,6	10,5	1,81	16,5	38,1	7,2	2,4	4,1	16/06/80	122,0	10,6	1,33	20,1	38,0	11,3	3,5	5,0
11/01/80	108,6	11,2		16,6	38,1	7,2	2,6	4,1	20/06/80	123,2	11,0		20,8	38,1	11,6	3,6	5,2
14/01/80	104,9	10,8		18,4	36,1	6,6	2,4	4,1	23/06/80	125,7	11,6	1,65	22,0	38,5	12,2	3,6	5,3
18/01/80	108,6	11,4		18,4	37,2	7,0	2,4	4,2	27/06/80	123,2	11,6		21,3	39,0	12,6	4,0	5,2
21/01/80	114,7	11,2	1,30	18,0	37,9	7,4	2,4	4,5	30/06/80	123,2	11,6	1,41	21,3	39,0	12,6	4,0	5,2
26/01/80	119,6	11,4		20,5	39,1	8,0	2,6	4,7	04/07/80	122,0	11,8		19,6	39,0	12,1	4,1	5,2
28/01/80	117,1		1,55	20,0	39,1	7,6	2,6	4,7	07/07/80	122,0	12,1	1,62	17,7	38,0	10,4	4,2	5,0
01/02/80	108,2	11,0		16,9	36,2	6,4	2,6	4,3	11/07/80	123,2	11,0	1,37	20,3	36,0	10,6	4,3	4,9
04/02/80	107,4	10,7	0,55	18,1	37,2	6,6	2,4	4,2	16/07/80	119,6	11,0	0,92	19,4	35,0	10,4	3,1	4,7
08/02/80	107,7	9,7		20,9	36,4	6,2	2,4	4,2	19/07/80	120,8	11,3	0,85	20,0	36,0	10,2	3,3	4,9
11/02/80	102,5	8,4	1,98	16,4	34,0	5,6	2,4	3,9	11/08/80	120,8	13,3	0,76	18,7	34,9	10,2	3,9	5,1
15/02/80	106,1	9,3		17,4	34,1	6,2	2,6	3,6	15/08/80	117,1	13,3		21,0	33,9	10,6	4,0	5,2
18/02/80	108,6	10,5	1,69	18,2	34,9	6,4	2,6	3,9	18/08/80	114,7	14,2	0,61	19,6	33,0	11,0	4,1	5,2
22/02/80	114,7	10,0		19,2	36,0	7,6	2,8	4,2	22/08/80	115,3	13,8		20,3	33,1	12,8	4,1	5,2
25/02/80	115,9	11,7		20,6	37,0	6,6	2,6	4,2	25/08/80	122,0	13,4	0,36	19,4	36,0	13,4	4,2	5,4
29/02/80	118,3	9,8		20,4	37,0	6,8	2,6	4,3	28/08/80	119,6	13,1		20,6	35,2	13,2	4,1	5,4
03/03/80	117,1	9,7	2,64	19,4	36,0	6,8	2,6	4,2	01/09/80	115,3	13,3	0,88	19,5	34,1	12,4	4,3	5,3
07/03/80	113,5	10,7		20,6	38,0	7,2	2,6	4,4	06/09/80	120,2	12,1		21,2	34,0	12,8	4,2	5,2
10/03/80	119,6	11,0	3,18	19,8	37,4	7,6	2,6	4,4	08/09/80	117,1	12,2	1,22	22,0	34,0	12,4	4,3	5,2
14/03/80	120,8	10,6		23,6	37,4	7,4	2,6	4,4	12/09/80	120,2	12,5		21,7	34,0	12,5	4,1	5,1
17/03/80	115,9	11,2	3,03	22,3	36,4	7,2	2,6	4,3	15/09/80	123,2	12,8	0,40	22,6	35,1	13,0	4,1	5,4
21/03/80	117,1	10,8		24,4	36,0	7,4	2,8	4,2	19/09/80	122,0	13,6		25,5	36,0	14,0	4,1	5,4
24/03/80	115,9	12,4	2,80	24,1	35,0	7,4	2,8	4,1	22/09/80	118,3	14,4	1,06	26,1	33,9	14,2	4,1	5,2
28/03/80	108,6	11,2		22,7	34,4	7,0	2,4	3,9	26/09/80	117,1	13,9		23,9	33,0	12,3	4,2	5,2
31/03/80	109,8	9,8	2,65	23,1	35,2	7,2	2,4	3,8	29/09/80	120,8	13,1	0,42	24,8	34,1	12,2	4,2	5,3
04/04/80	106,1	10,6		21,2	34,9	7,2	2,4	3,9	03/10/80	118,3	11,3		22,4	35,0	11,1	4,3	5,0
14/04/80	117,1	12,4	3,08	22,1	38,4	7,0	2,6	4,2	06/10/80	118,3	11,3	0,70	22,3	36,0	11,1	4,4	5,1
18/04/80	119,6	10,8		18,7	41,0	7,4	2,8	4,4	10/10/80	119,6	12,0		23,3	37,1	11,3	4,2	5,2
21/04/80	125,7	11,9	3,28	18,2	42,1	7,8	3,0	4,6	13/10/80	122,0	11,8	1,53	24,4	38,0	11,8	4,4	5,4
25/04/80	123,2	10,6		19,0	41,1	8,4	3,0	4,5	18/10/80	125,7	12,3		27,4	39,1	12,3	4,3	5,2
28/04/80	119,6	10,4	2,41	18,6	40,0	8,0	3,6	4,5	20/10/80	118,4	10,3		24,7	35,9	10,3	4,2	5,0

Teneurs en hydrogencarbonates de calcium dans les eaux de la résurgence karstique de la Pie analysées par J.L.Chéry (thèse 1983) sur le cycle hydrologique 1979-1980

La Pie	HCO ₃ ⁻ (μMol/L)	Ca ⁺⁺ (μMol/L)
26/11/79	2361	1203
03/12/79	2439	1275
10/12/79	2500	1250
17/12/79	2400	1250
14/01/80	2439	1225
21/01/80	2480	1250
28/01/80	2700	1400
04/02/80	2120	1100
11/02/80	2220	1175
18/02/80	2161	1060
25/02/80	2239	1065
03/03/80	2200	1075
10/03/80	2261	1080
17/03/80	2261	1080
24/03/80	2361	1150
31/03/80	2241	1150
21/04/80	2320	1210
28/04/80	2300	1185
05/05/80	2280	1200
12/05/80	2261	1200
19/05/80	2239	1145
26/05/80	2261	1165
02/06/80	2280	1100
09/06/80	2300	1125
16/06/80	2300	1125
23/06/80	2339	1125
30/06/80	2320	1150
07/07/80	2300	1125
18/08/80	2300	1075
25/08/80	2200	1050
01/09/80	2110	1000
08/09/80	2200	975
15/09/80	2220	1000
22/09/80	2239	1025
29/09/80	2100	925
06/10/80	2200	1000
13/10/80	2220	1050
20/10/80	2161	1000

Eléments majeurs ($\mu\text{mol/L}$) analysés dans la Loire à Orléans par C. Grosbois (thèse 1998) de mai 1994 à avril 1996

date	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺
16/05/95	1860,0	392,1	190,2	142,9	970,5	491,3	79,2	209,6
17/05/95	1590,0	383,4	177,2	143,9	857,8	473,5	85,4	194,6
18/05/95	1560,0	355,8	165,9	147,3	860,0	416,5	79,2	174,2
19/05/95	1700,0	331,8	169,0	163,5	734,3	407,8	81,8	163,3
20/05/95	1770,0	305,1	159,1	161,1	724,0	360,0	72,1	148,8
21/05/95	1620,0	301,1	157,1	154,5	875,8	338,7	75,9	161,3
22/05/95	1760,0	362,5	135,7	115,8	811,0	331,3	63,8	152,5
23/05/95	1630,0	279,2	140,0	121,6	807,8	340,9	66,4	152,9
24/05/95	1620,0	305,1	152,7	130,0	838,5	360,9	70,8	164,2
25/05/95	1730,0	386,2	142,2	114,8	875,3	382,6	72,8	174,2
26/05/95	1680,0	312,4	157,8	123,7	933,8	423,9	74,4	187,5
28/05/95	1840,0	344,5	165,9	108,9	761,3	370,4	61,5	161,7
31/05/95	1860,0	376,3	177,4	114,8	834,8	420,4	64,6	177,9
03/06/95	1880,0	352,7	173,9	116,8	1245,8	587,0	103,3	285,8
05/06/95	1400,0	354,6	160,3	95,2	992,0	590,0	87,9	245,4
12/05/95	1730,0	372,7	178,1	81,6	1144,5	629,0	98,5	290,4
17/06/95	1710,0	415,8	191,4	89,5	1114,5	699,6	103,6	302,9
23/06/95	1530,0	440,6	202,4	66,3	928,5	736,5	121,0	310,0
25/06/95	1490,0	429,9	202,1	43,1	954,3	755,7	117,7	306,7
29/06/95	1390,0	436,9	194,1	51,5	835,5	728,3	135,9	316,3
01/07/95	1360,0	468,2	207,3	40,2	545,0	584,3	76,9	303,3
03/07/95	1580,0	466,8	213,2	28,2	625,8	520,0	85,6	212,5
06/07/95	1400,0	437,5	160,5	5,2	678,8	719,1	117,4	305,8
12/07/95	1540,0	393,0	173,3	16,5	780,8	630,9	126,9	273,3
20/07/95	1390,0	447,9	192,7	8,7	687,0	704,3	129,7	290,8
25/07/95	1130,0	434,1	192,3	0,0	492,8	694,8	131,5	310,4
28/07/95	1650,0	474,9	206,5	46,0	831,5	766,1	137,7	314,6
03/08/95	1250,0	503,7	199,8	2,1	629,0	827,8	133,8	306,7
11/08/95	1450,0	472,4	197,3	0,0	678,3	828,7	141,5	340,8
15/08/95	1160,0	448,5	174,1	0,0	548,0	801,3	156,2	295,0
18/08/95	1120,0	466,8	185,1	83,7	525,5	811,3	139,7	294,6
24/08/95	1240,0	474,4	189,2	35,2	581,3	827,8	226,4	317,1
27/08/95	1480,0	478,6	188,9	0,0	723,0	864,3	136,4	338,3
30/08/95	1300,0	486,5	191,4	0,0	651,3	896,1	179,5	368,8
05/09/95	1570,0	480,3	196,5	0,0	942,5	1071,7	173,1	381,3
14/09/95	1550,0	499,4	216,0	9,7	966,0	1137,8	152,6	362,9
19/09/95	1650,0	474,9	219,2	11,1	1079,3	1124,8	164,1	330,0
25/09/95	1430,0	403,4	195,6	6,0	972,3	928,7	157,7	312,5
02/10/95	1620,0	405,6	186,7	0,0	1033,3	883,9	129,7	335,0
09/10/95	1770,0	424,8	191,3	78,1	1231,5	922,6	153,6	321,7
16/10/95	1670,0	407,9	189,3	0,0	1093,8	883,0	179,0	335,0
23/10/95	1700,0	439,4	202,0	13,4	1147,0	929,1	166,4	329,6
15/11/95	2000,0	445,6	187,8	14,5	1249,5	892,6	157,2	329,2
27/11/95	1740,0	402,8	175,6	23,4	1095,0	800,4	152,6	299,2
03/12/95	1380,0	362,0	152,4	7,7	847,8	724,3	118,5	257,9
12/12/95	1620,0	401,1	163,0	4,8	1021,8	767,0	128,2	288,8
17/12/95	1530,0	398,0	158,4	4,4	984,5	763,0	132,1	277,1
03/01/96	1230,0	349,3	155,9	162,4	688,8	346,5	82,8	153,8
05/01/96	1150,0	331,8	147,3	169,7	629,8	347,4	120,5	223,8
07/01/96	1200,0	341,7	147,8	226,9	647,5	354,8	89,2	122,5
09/01/96	1300,0	395,8	163,6	257,9	671,8	297,4	103,3	135,0
11/01/96	1270,0	360,3	160,7	238,2	691,3	317,4	120,0	124,2
14/01/96	1290,0	339,2	146,9	177,2	758,0	326,1	37,2	138,8
16/01/96	1100,0	320,9	141,1	167,4	624,5	343,5	63,1	119,2
18/01/96	1190,0	322,7	145,5	160,9	582,3	281,7	115,6	116,3
21/01/96	1190,0	323,1	148,8	65,9	653,5	301,7	88,5	150,8
22/01/96	1260,0	328,3	149,9	39,1	685,0	346,1	70,8	177,1
26/01/96	1120,0	331,1	152,6	22,4	682,3	357,8	95,1	171,7
29/01/96	1270,0	280,5	131,1	0,0	558,3	305,7	82,8	150,0
01/02/96	1200,0	305,5	149,8	0,0	633,8	337,8	67,2	166,7
06/02/96	1500,0	320,3	156,3	194,8	719,0	338,3	63,8	174,6
12/02/96	1500,0	401,1	160,3	202,3	746,0	391,7	69,2	174,6
15/02/96	1490,0	307,9	147,3	60,0	819,0	329,6	72,6	161,3
19/02/96	1270,0	287,9	127,8	138,7	682,5	317,0	61,5	141,3
22/02/96	1410,0	309,6	135,7	57,9	748,8	329,6	66,4	144,6
27/02/96	1440,0	392,4	148,2	117,6	594,0	417,4	72,8	127,5
08/03/96	1320,0	385,1	142,1	147,3	487,3	432,2	69,7	160,0
18/03/96	1530,0	441,7	174,9	174,7	837,5	486,5	75,1	205,4
02/04/96	nd	324,2	140,2	131,1	605,5	386,1	65,4	170,0
07/04/96	nd	387,0	159,7	148,5	696,8	439,1	67,7	198,3
05/05/94	1394,0	299,0	157,3	135,5	668,7	335,8	61,6	129,9
07/06/94	2046,0	375,2	180,2	154,8	920,7	396,7	71,1	164,5
04/07/94	1299,0	328,3	169,8	64,5	553,9	439,3	81,8	153,9
09/08/94	1662,0	423,1	188,5	46,8	611,3	465,4	81,8	164,6
09/09/94	2101,0	713,7	236,5	l.d.	783,4	565,5	87,0	192,1
03/10/94	1444,0	434,4	180,2	l.d.	648,7	448,0	81,8	239,1
07/11/94	1686,0	363,9	156,3	l.d.	856,5	381,0	94,6	226,1
09/12/94	1851,0	351,8	163,5	43,5	1047,4	461,1	83,6	214,3
05/01/95	1619,0	263,2	122,8	175,6	864,5	328,8	77,2	150,6
30/01/95	1373,0	249,4	119,3	69,8	692,9	280,6	74,2	123,7
10/03/95	1277,0	261,5	111,3	124,2	790,7	322,7	67,0	147,6
05/04/95	1696,0	321,9	136,5	228,7	970,8	394,5	61,4	176,4
05/05/95	1654,0	325,8	160,9	91,1	862,0	390,6	73,9	165,7
09/06/95	1850,0	283,8	153,1	107,3	1176,1	548,1	92,6	269,3
10/07/95	1350,0	318,2	132,3	87,3	822,9	631,6	108,2	169,4
09/08/95	2020,0	405,6	185,3	68,7	648,7	826,4	136,8	213,0
12/09/95	1770,0	415,5	204,3	89,0	1153,2	846,0	125,6	288,3
14/11/95	1530,0	325,8	160,9	91,1	1631,0	863,0	129,4	197,3
12/12/95	1620,0	401,7	163,0	4,8	962,1	725,5	121,0	215,8
07/01/96	1200,0	342,2	147,8	226,9	697,6	431,1	96,2	136,1
15/02/96	1490,0	308,3	147,3	60,0	817,4	329,7	72,4	197,4
12/04/96	1752,0	413,2	163,4	181,7	706,3	448,5	71,1	169,0

Détermination des rapports élémentaires invariants du réseau (Loire, système karstique) dans le Val d'Orléans pour la mise en évidence de lois de mélange entre la Loire et la nappe alluviale de Sandillon.

Les bonnes corrélations rencontrées pour de nombreux éléments entre leurs teneurs dans la Loire et leurs teneurs à la résurgence du système karstique 4 jours plus tard (fig.1) laissent entrevoir l'existence de rapports élémentaires invariants dans les eaux de la Loire et du réseau de drainage karstique du Val d'Orléans.

Si les concentrations en deux éléments X et Y ne varient pas au cours du temps pour deux systèmes A et B, tout mélange de A avec B se matérialise sur un diagramme binaire par une droite de mélange à deux pôles.

En effet, soit (X_A, Y_A) et (X_B, Y_B) les concentrations en éléments X et Y dans les deux pôles respectifs A et B. Si l'on mélange un volume V_A du système A avec un volume V_B du système B, les teneurs en éléments X et Y dans le mélange (V_A+V_B) s'expriment:

$$X = (V_A X_A + V_B X_B) / (V_A + V_B) \quad \text{et} \quad Y = (V_A Y_A + V_B Y_B) / (V_A + V_B) \quad (1)$$

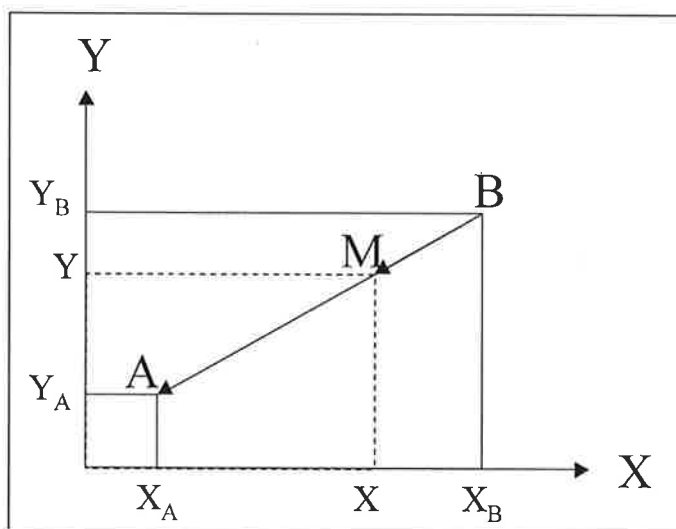
$$\text{Soit } x = V_A / (V_A + V_B); \quad 1 - x = V_B / (V_A + V_B)$$

Les expressions (1) s'écrivent alors:

$$X = x X_A + (1 - x) X_B \quad \text{et} \quad Y = x Y_A + (1 - x) Y_B$$

$$\text{Et donc:} \quad X - X_B = x(X_A - X_B) \quad \text{et} \quad Y - Y_B = x(Y_A - Y_B) \quad (2)$$

Si A, B et M sont les points de coordonnées respectives (X_A, Y_A) , (X_B, Y_B) et (X, Y) , alors l'expression (2) signifie que le vecteur $\overrightarrow{BM} = x \overrightarrow{BA}$ avec $x \in [0; 1]$, c'est-à-dire que M se situe sur le segment $[A, B]$.



Ce type de diagramme est très pratique pour mettre en évidence des mélanges à deux pôles dans les eaux à condition que les concentrations de chacun de ces pôles ne varient pas.

Or si l'on regarde les teneurs mesurées dans la Loire et à la source du Bouillon de 1979 à 2000, on peut caractériser la dispersion des résultats par un coefficient de variation noté CV et égal au pourcentage de l'écart-type sur la moyenne.

On peut également caractériser l'amplitude de la dispersion des concentrations C par $A = (C_{\max} - C_{\min}) * 100 / C_{\text{moy}}$

Tableau : Caractérisation de la dispersion des teneurs en éléments majeurs des eaux de la Loire et du Bouillon.

On constate que les écarts entre les valeurs minimale et maximale sont importants pour tous les éléments, en particulier les nitrates.

	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺
CV (%)	17	18	19	103	20	40	32	27
Amplitude (%)	71	96	115	433	107	202	149	132

Pour s'affranchir de ces écarts importants liés aux variations saisonnières, il est utile de rechercher les éléments qui varient dans le même sens. Sur les figures 2 et 3 ont été tracés les 28 diagrammes binaires correspondant à tous les couples d'éléments majeurs disponibles. On constate que peu d'éléments sont corrélés. Les meilleures corrélations sont celles des couples construits avec Na, K et Mg (fig.3). Signalons également de bonnes corrélations pour le couple calcium-carbonate liées à la dissolution de la calcite, et pour les couples (Na, Cl) et (K,Cl) liées certainement à l'apport d'eaux de pluie et des eaux résultant du salage des routes. Il semble que l'on ait également une bonne corrélation entre Mg et SO₄ mais les résultats de C.Grosbois montrent une corrélation différente liée à des teneurs en Mg supérieures aux concentrations obtenues dans ce travail et par J.L.Chéry.

Ne disposant pas d'éléments invariants, on cherche les rapports élémentaires invariants. En effet, si X/Z et Y/Z sont des rapports élémentaires invariants dans leurs domaines respectifs A et B, et si A et B sont mélangés, le rapport X/Z du mélange obtenu s'écrit :

$$\frac{X}{Z} = \frac{V_A X_A + V_B X_B}{V_A Z_A + V_B Z_B} = \frac{x X_A + (1-x) X_B}{x Z_A + (1-x) Z_B} = \frac{\frac{x X_A}{Z_A Z_B} + \frac{(1-x) X_B}{Z_A Z_B}}{\frac{x}{Z_B} + \frac{1-x}{Z_A}}$$

$$\left(\frac{x}{Z_B} + \frac{1-x}{Z_A} \right) \frac{X}{Z} = \frac{x}{Z_B} \frac{X_A}{Z_A} + \frac{(1-x)}{Z_A} \frac{X_B}{Z_B}$$

$$\frac{x}{Z_B} \left(\frac{X}{Z} - \frac{X_A}{Z_A} \right) = \frac{1-x}{Z_A} \left(\frac{X_B}{Z_B} - \frac{X}{Z} \right)$$

$$\frac{X}{Z} - \frac{X_A}{Z_A} = \frac{Z_B}{Z_A} \frac{1-x}{x} \left(\frac{X_B}{Z_B} - \frac{X}{Z} \right)$$

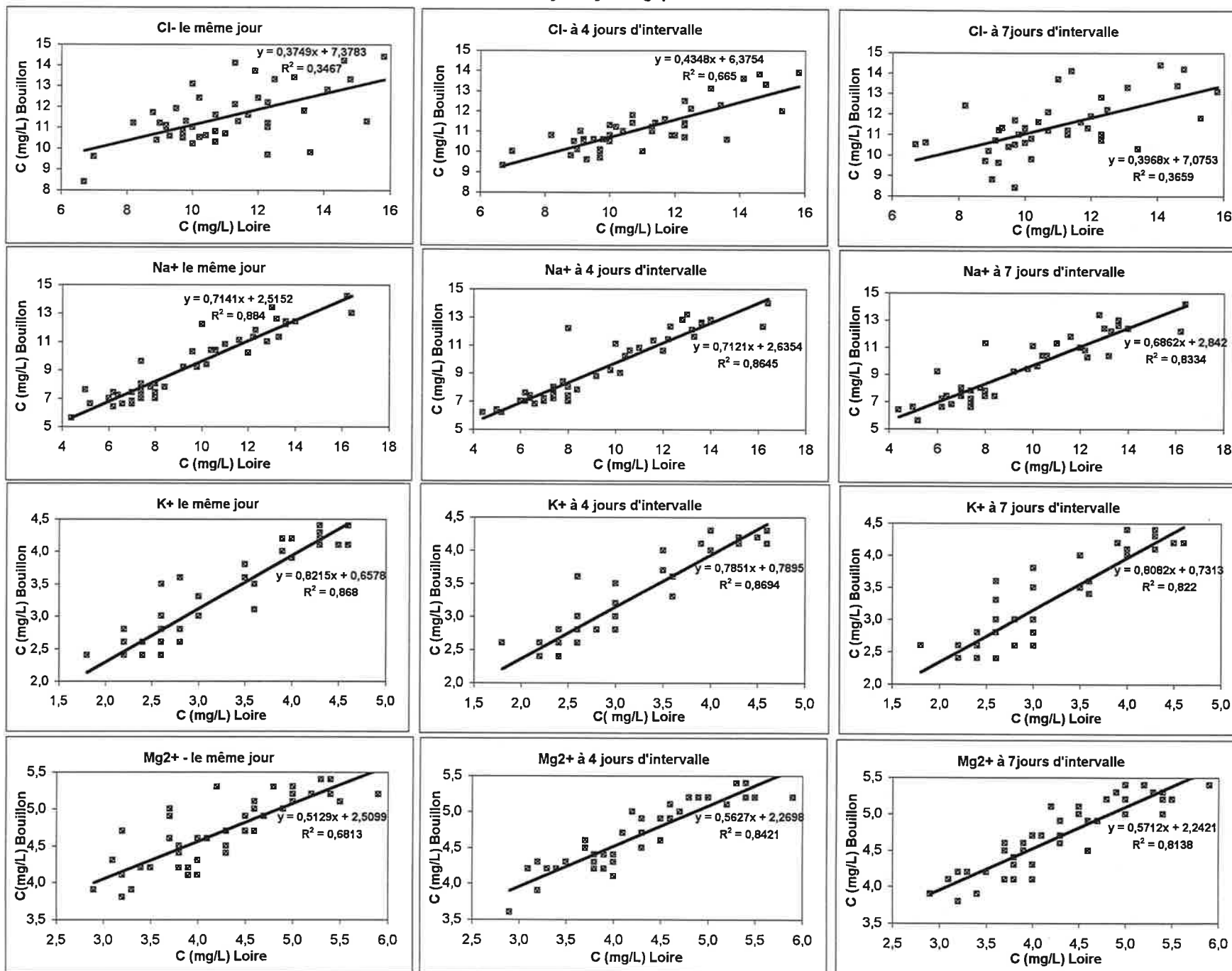
Si l'on remplace X par Y, on obtient la même relation pour le rapport Y/Z.

Ces expressions signifient que le point de coordonnées (X/Z, Y/Z) est placé sur le segment [AB] où A et B sont les points de coordonnées respectives (X_A/Z_A, Y_A/Z_A) et (X_B/Z_B, Y_B/Z_B).

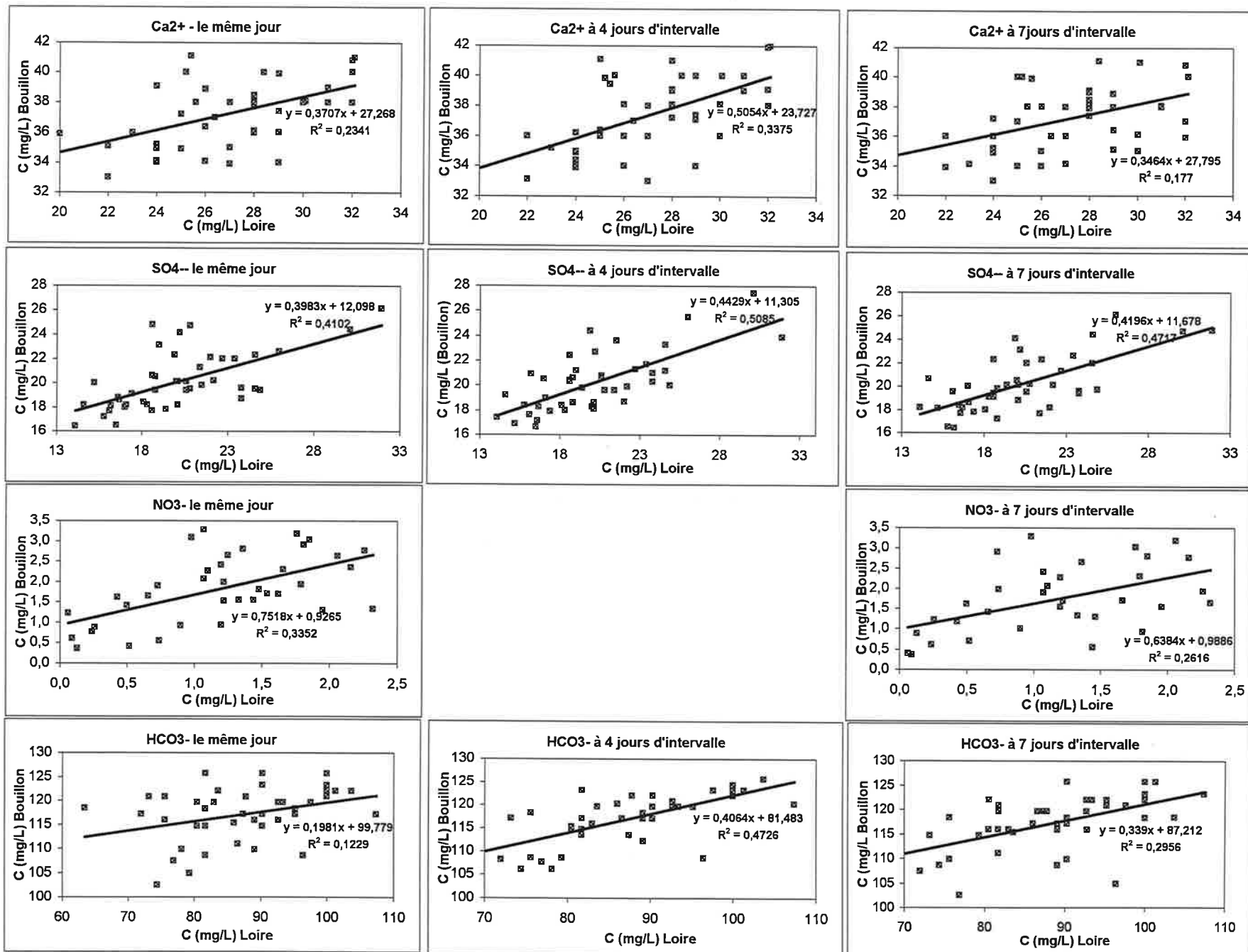
Le tableau ci-dessous montre que la normalisation des éléments corrélés les uns aux autres permet de réduire les coefficients de variation de moitié. On définit par conséquent trois rapports invariants de la Loire et du Bouillon qui représentent le pôle Loire (fig.4) pour l'étude des mélanges des eaux de nappe avec les eaux du système « Loire - réseau karstique ».

	Na/K=3,0	Mg/K=1,4	Mg/Na=0,5
CV (%)	16,8	15,9	18,4
Amplitude (%)	98,0	88,2	95,1

Fig.1: Teneurs en éléments majeurs au Bouillon en fonction des teneurs dans la Loire à Jargeau le même jour, 4 jours et 7 jours plus tôt. Données extraites de la thèse de J.L. Chéry (1983) - Cycle hydrologique 1979-1980

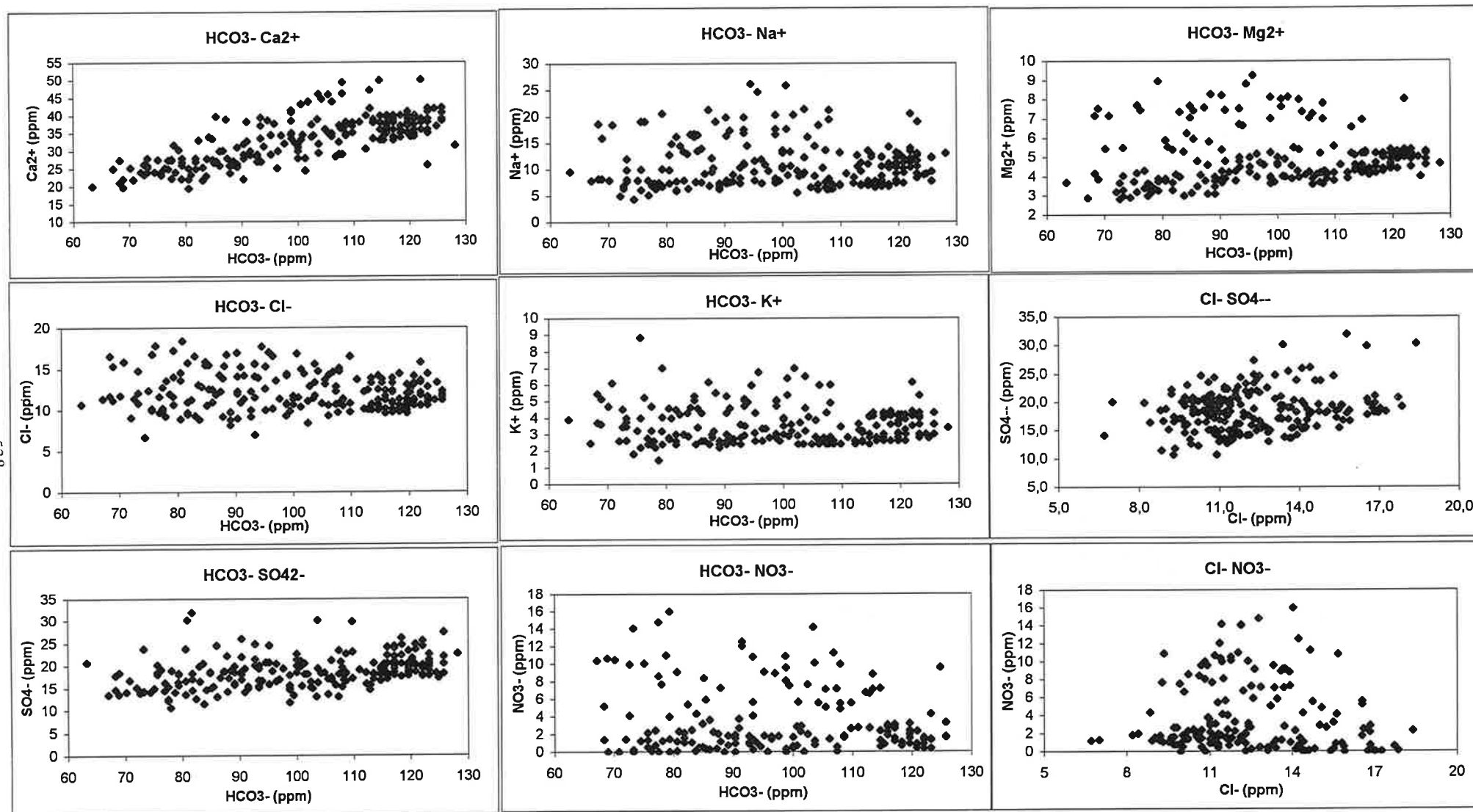


Les meilleures corrélations sont obtenues pour un décalage de 4 jours entre les prélèvements de Loire et ceux du Bouillon. C'est approximativement le temps de séjour moyen des eaux dans le réseau karstique entre Jargeau et le Bouillon.



Les meilleures corrélations sont obtenues pour un décalage de 4 jours entre les prélèvements de Loire et ceux du Bouillon. C'est approximativement le temps de séjour moyen des eaux dans le réseau karstique entre Jargeau et le Bouillon.

Figure 2: Diagrammes binaires pour les éléments majeurs des eaux de la Loire et de la résurgence karstique du Bouillon mesurés par JL Chéry entre 1979 et 1980, C. Grosbois de 1994 à 1996 et pendant cette thèse entre 1996 et 2000.



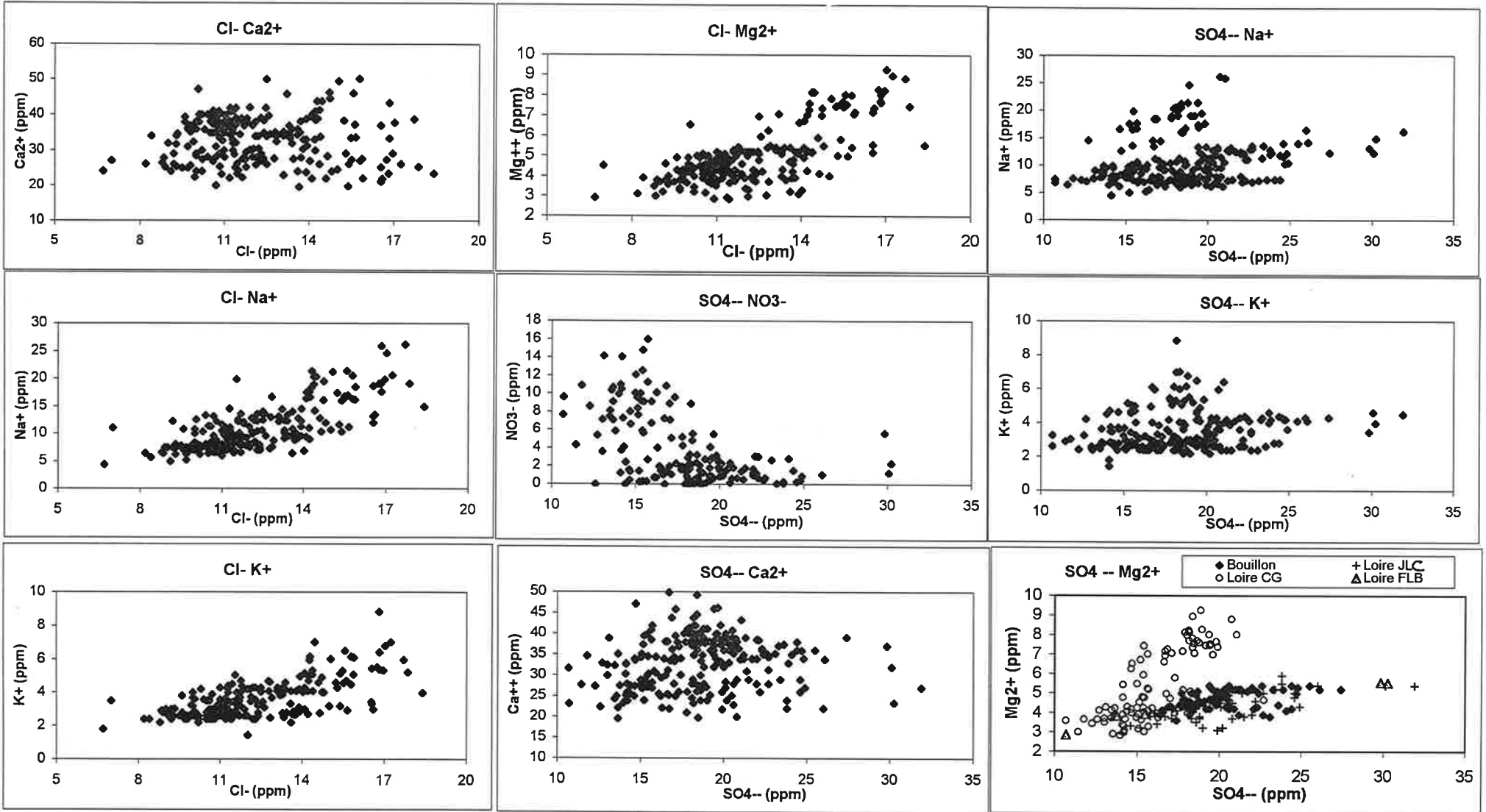
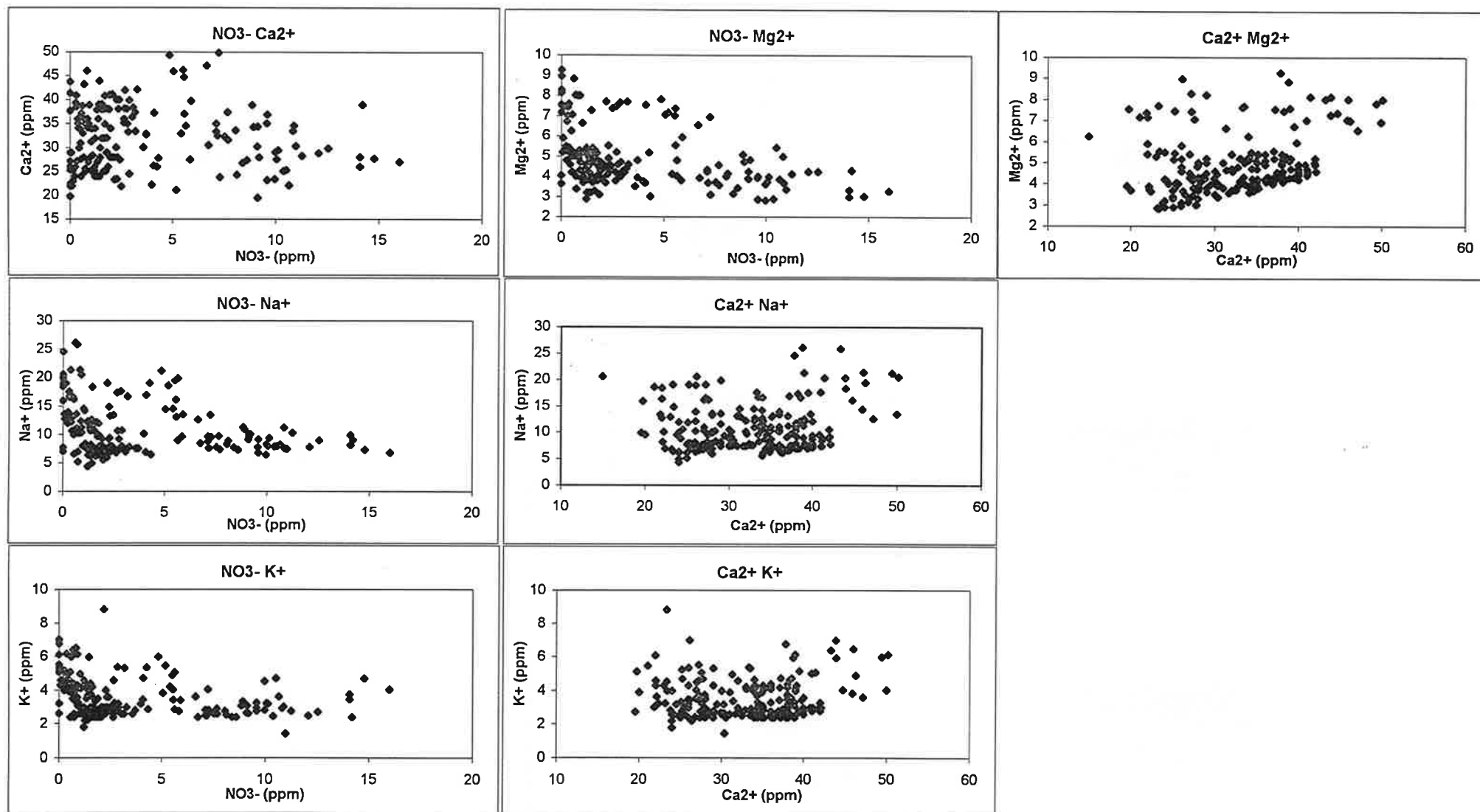


Figure 2: Diagrammes binaires pour les éléments majeurs des eaux de la Loire et de la résurgence karstique du Bouillon mesurés par JL Chéry entre 1979 et 1980, C. Grosbois de 1994 à 1996 et pendant cette thèse entre 1996 et 2000.



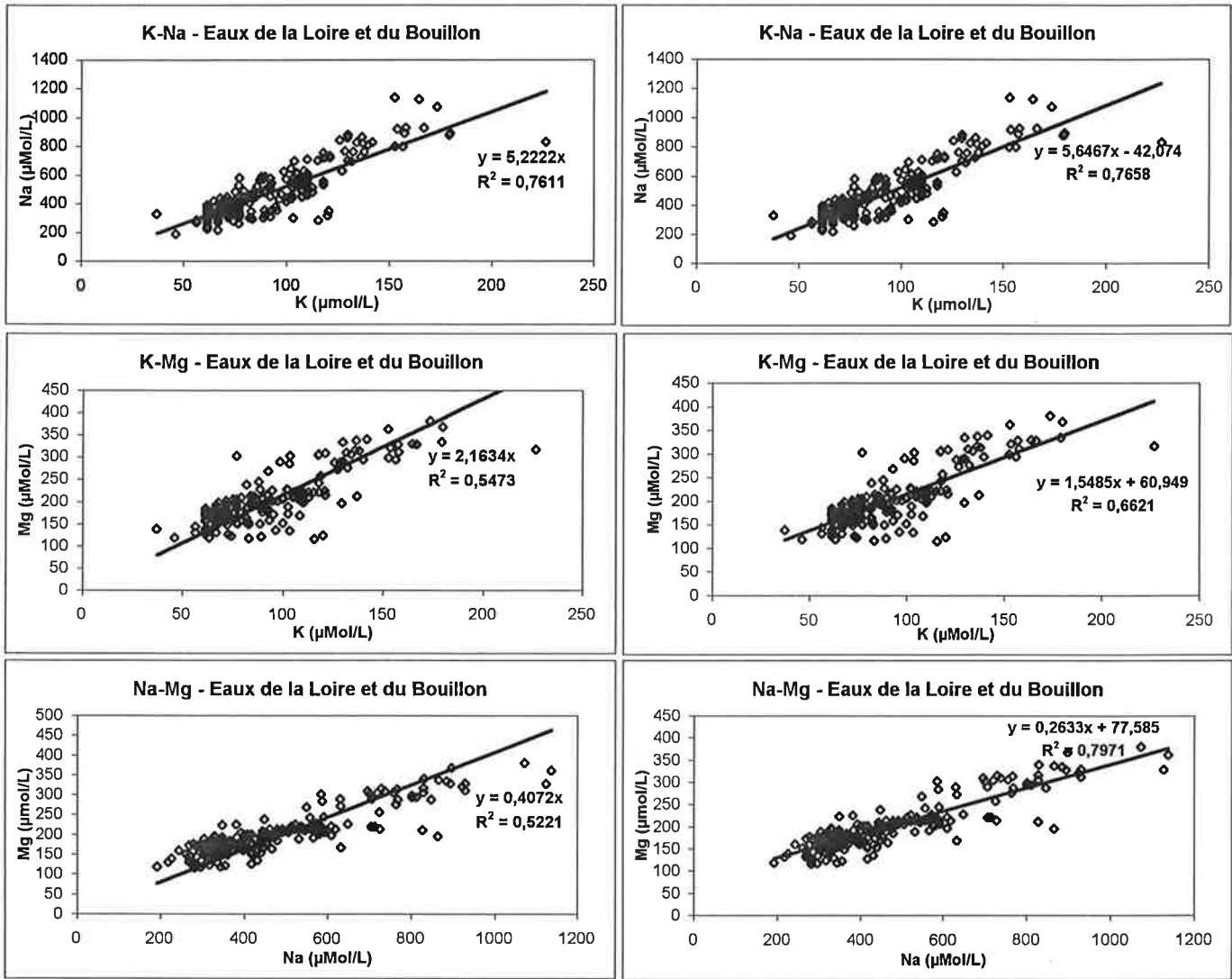
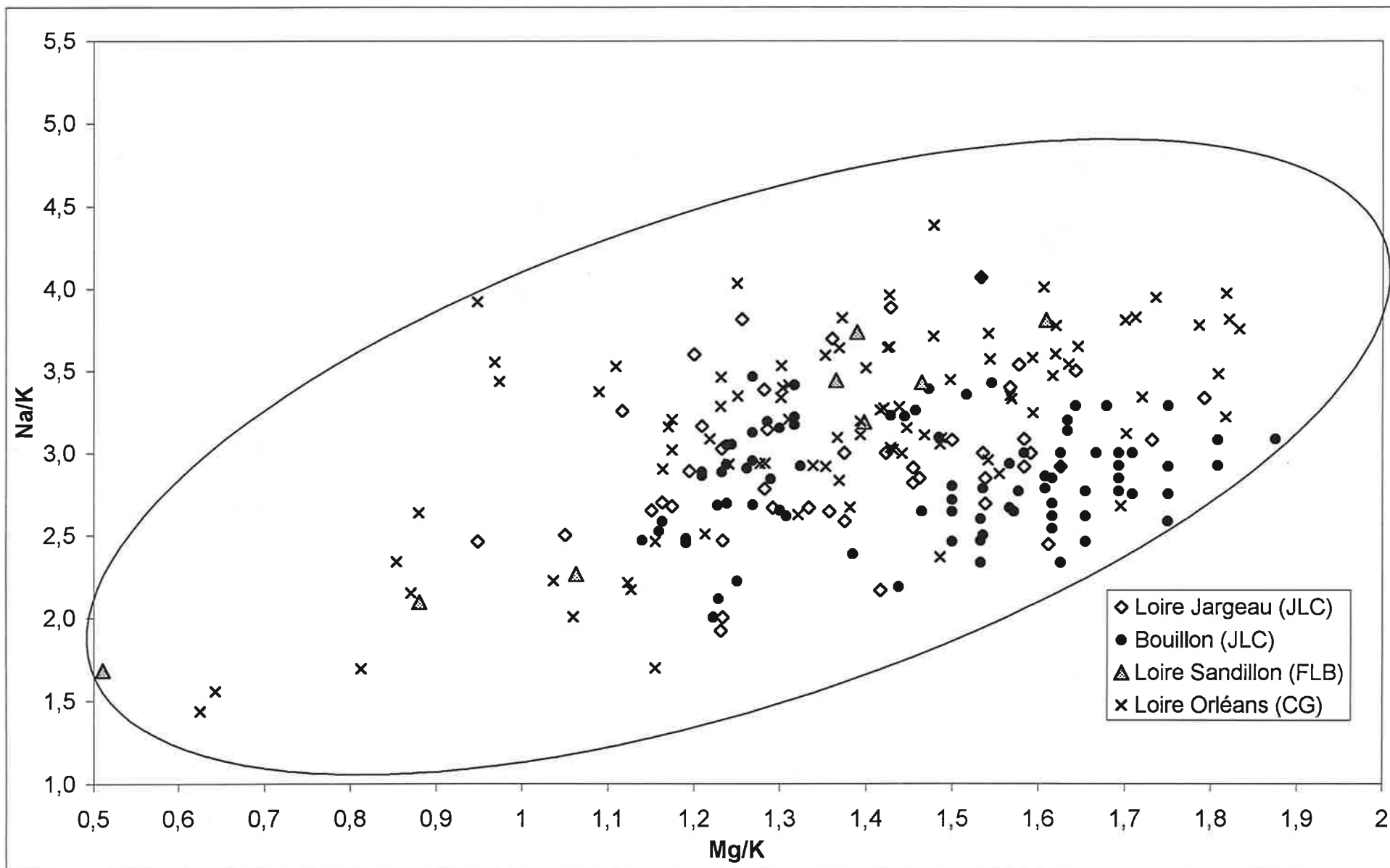


Figure 3: Diagrammes montrant les corrélations existant entre les teneurs en cations majeurs dans les eaux de la Loire et de la résurgence karstique du Bouillon.

Les diagrammes sont tracés à l'aide de 235 données comprenant celles de JL Chéry pour le Bouillon et la Loire à Jargeau prélevés entre 1979 et 1980, celles de C. Grosbois pour la Loire à Orléans prélevée de 1994 à 1996 et les données récoltées dans le cadre de ce travail entre 1996 et 2000. Chaque diagramme a été tracé deux fois: dans le diagramme de gauche, la droite de corrélation a été forcée pour passer par l'origine; dans celui de droite, la droite représentée est celle qui donne la meilleure corrélation. Ces diagrammes montrent que l'on peut considérer comme invariants les rapports Na/K, Mg/K et Mg/Na les droites de corrélation passant par l'origine ayant des coefficients de détermination R^2 très corrects, surtout dans le diagramme K-Na.

Fig.4: Diagramme Na/K=f(Mg/K) représentant les analyses de la Loire et du Bouillon réalisées par JL Chéry (JLC) de 1979 à 1980, par C.Grosbois (CG) à Orléans de 1994 à 1996 et par F. Le Borgne (FLB) à Sandillon de 1996 à 2000



542

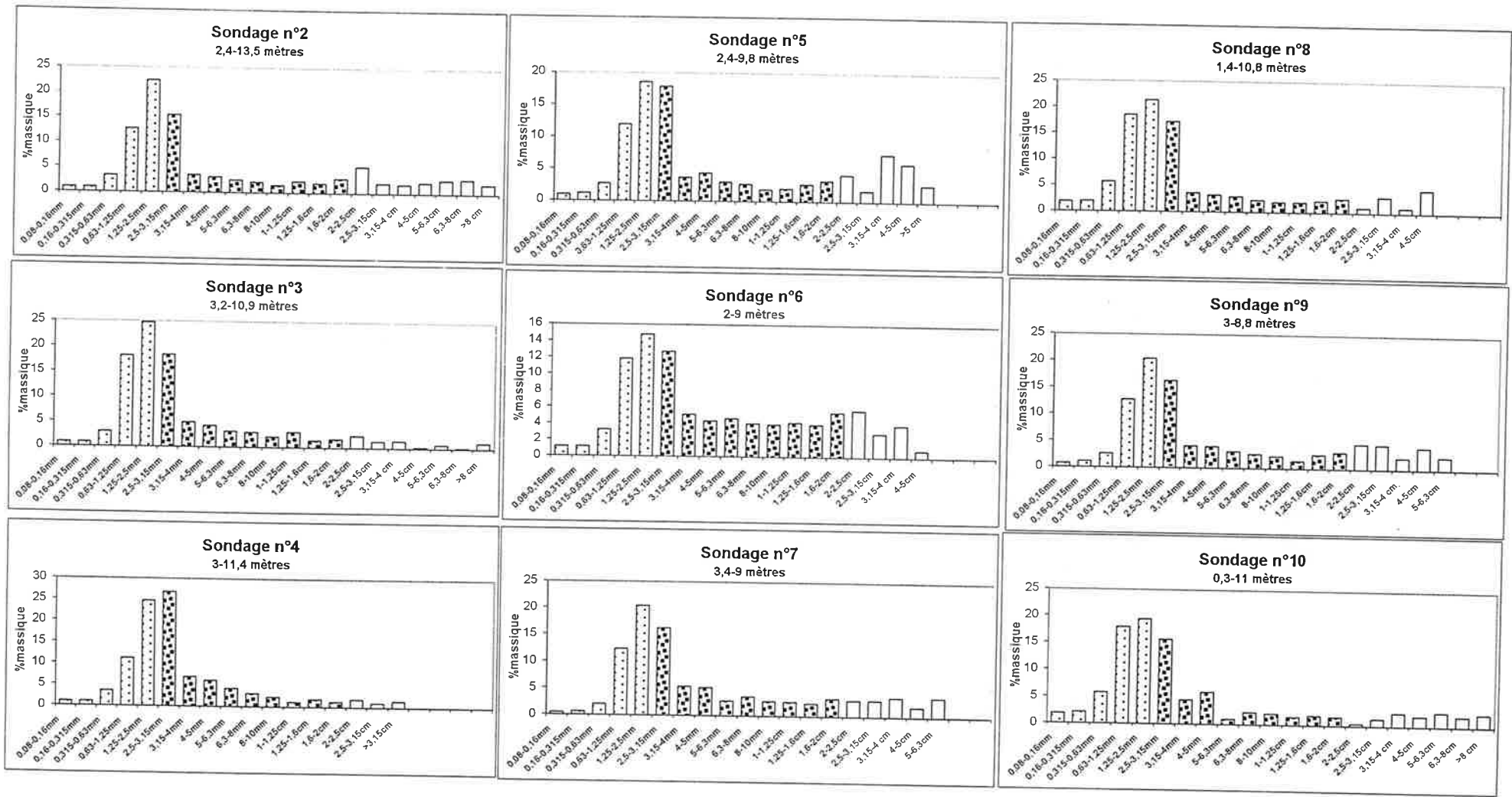
L'ellipse symbolise le pôle "Loire-eaux karstiques" dans la géochimie des eaux du Val d'Orléans puisque les rapports Na/K et Mg/K fluctuent peu en comparaison au reste des eaux du Val.

Annexe 4

Analyses granulométriques
des échantillons de tout-venant collectés lors
des sondages de reconnaissance d'août 1991

Analyses granulométriques réalisées par l'entreprise Morillon-Corvol (Région Centre) sur les alluvions de la Loire non lavées, prélevées à Sandillon
Sondages d'Août 1991

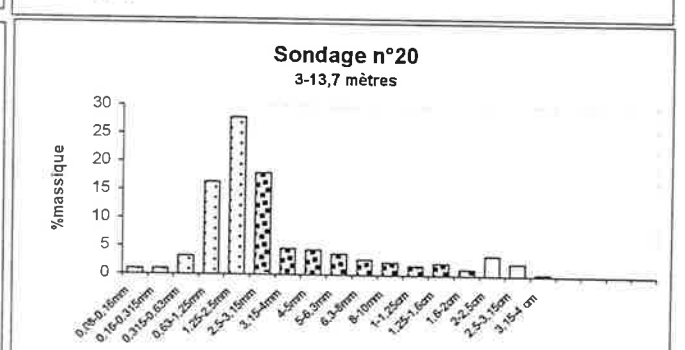
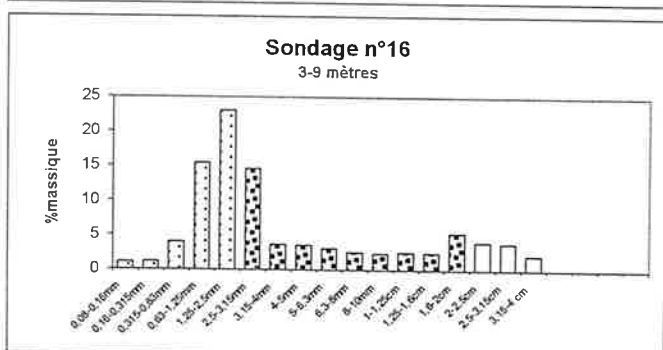
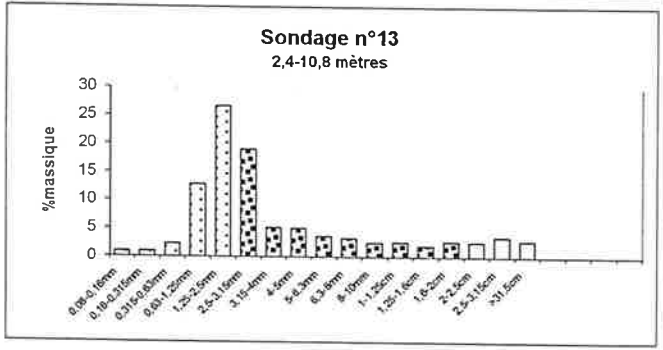
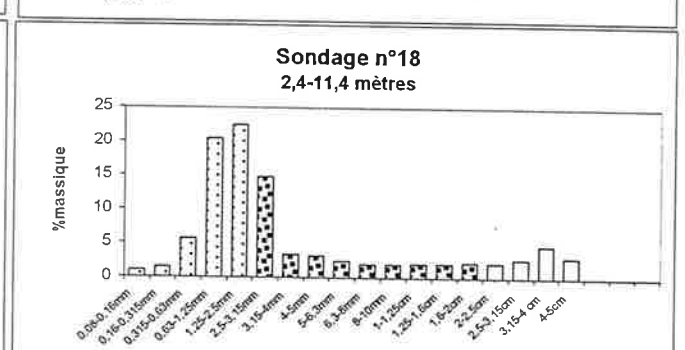
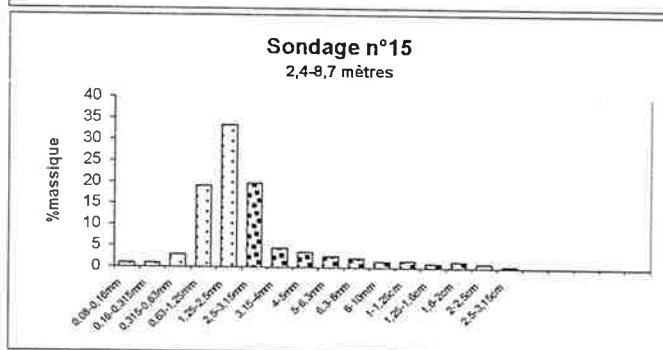
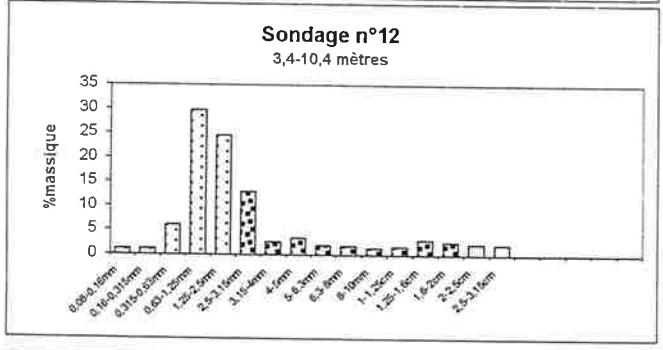
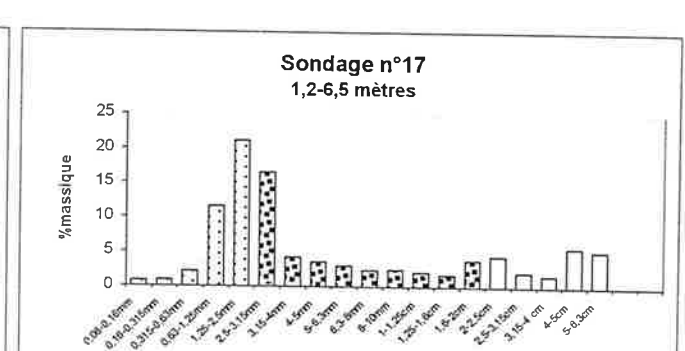
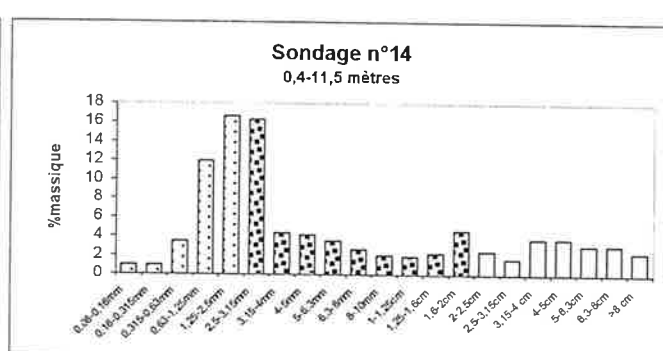
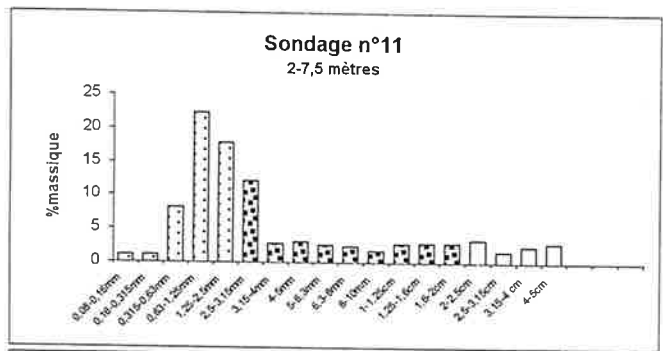
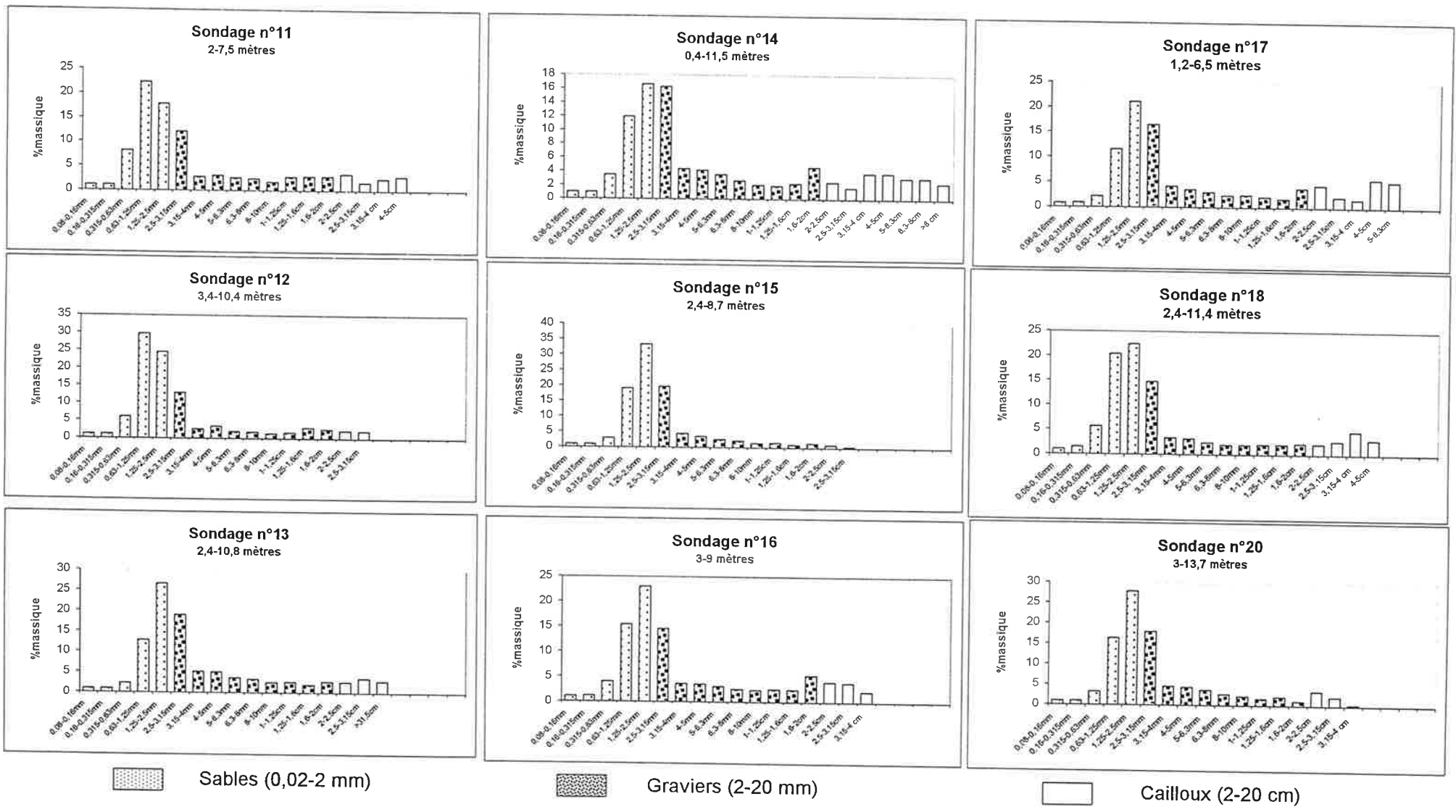
544



 Sables (0,02-2 mm)
  Graviers (2-20 mm)
  Cailloux (2-20 cm)

Analyses granulométriques réalisées par l'entreprise Morillon-Corvol (Région Centre) sur les alluvions de la Loire non lavées, prélevées à Sandillon
Sondages d'Août 1991

S45



Annexe 5

Caractéristiques des piézomètres installés sur
la carrière de Sandillon

L'annexe 5 comporte:

- un tableau des coordonnées Lambert de l'ensemble des piézomètres présents sur la carrière ainsi que les cotes des têtes de piézomètre, la profondeur et les niveaux des crépines pour chaque forage ;
- les coupes des différents types de piézomètres rencontrés sur la carrière.

Caractéristiques communes à l'ensemble des piézomètres

Sauf pour les piézomètres réglementaires P1, P2, Pf1 et Pf2 dont le diamètre intérieur du tube est de 11 cm, les diamètres intérieur et extérieur de tous les piézomètres sont respectivement:

$$\varnothing_{\text{int}} = 5,7 \text{ cm} \quad \text{et} \quad \varnothing_{\text{ext}} = 6,3 \text{ cm.}$$

Les tubes et les parties crépinées sont en PVC. Dans la partie crépinée, la taille des fentes est de 0,5mm. Dans les alluvions, la crépine est isolée des sédiments par une "chaussette" en Nylon empêchant théoriquement le colmatage de la crépine. Dans le calcaire, l'espace entre le tube piézométrique et la roche, créé lors du forage, est comblé par une couche de graviers. Cette couche de graviers est également présente pour les piézomètres alluvionnaires P2 et Pf2. Dans les autres piézomètres alluvionnaires, cet espace est supposé se combler rapidement par les effondrements de sable ayant lieu dans les heures qui suivent le forage.

Les piézomètres traversant les deux formations alluviale et calcaire sont équipés d'un bouchon étanche de sobranite sur un mètre de hauteur, à la limite des deux formations, empêchant ainsi les échanges entre les deux nappes par l'espace compris entre le tube et la roche.

Les têtes des piézomètres sont équipées de bouchons pour éviter la pollution de la nappe par des apports extérieurs (ex: poussières, feuilles mortes).



Piezomètre implanté en février 1997 sur le réseau alluvionnaire.

Les cordes attachées au niveau du sol sont reliées à un préleveur en PVC à poste pendant les expériences de traçage. Le bouchon vissé sur la tête du piézomètre empêche l'entrée de pollutions pouvant modifier la qualité de l'eau de la nappe.

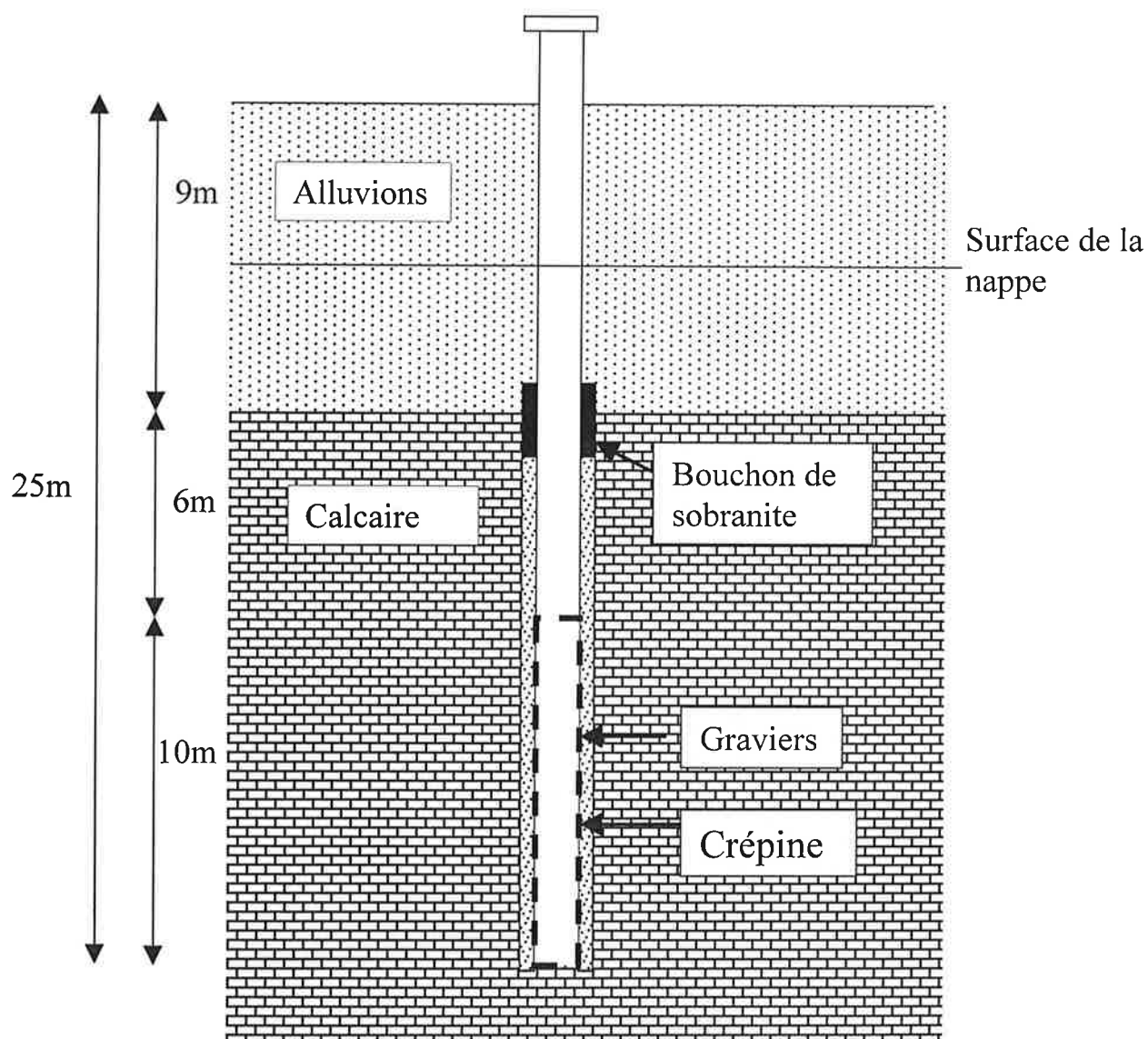
Caractéristiques des différents piézomètres de la carrière de Sandillon
(Cotes en mNGF)

Nom du piézomètre	X* (m) système	Y* (m) Lambert	Tête de piézomètre	Limite supérieure de la crépine	Fond du piézomètre	Limite inférieure de la crépine supérieure (cas des piézomètres à 2 crépines)	Limite supérieure de la crépine inférieure (cas des piézomètres à 2 crépines)	Profondeur du piézomètre (Tête-Fond)
Piézomètres alluvionnaires								
A	6542,5	7658,7	98,670	91,9	87,9			
B	6550,3	7693,1	98,480	93,5	89,5			10,8
C	6558,0	7727,1	98,868	92,4	88,4			9,0
D	6528,8	7679,9	98,500	92,5	88,5			10,5
E	6527,6	7697,0	98,440	93,5	89,5			10,0
F	6535,1	7715,3	98,743	92,2	88,2			8,9
G	6507,8	7668,0	98,450	92,5	88,5			10,6
H	6508,7	7684,9	98,430	92,6	88,6			10,0
I	6512,2	7701,6	98,800	93,2	89,2			9,8
J	6511,2	7719,2	98,392	91,9	87,9			9,6
K	6513,7	7733,1	98,789	91,6	87,6			10,5
L	6491,0	7688,0	98,430	92,0	88,0			11,2
M	6494,2	7707,0	98,654	93,4	89,4			10,5
N	6496,8	7721,4	98,390	92,7	88,7			9,3
O	6473,0	7677,4	98,738	92,4	88,4			9,7
P	6476,9	7713,5	98,204	91,9	87,9			10,3
Q	6479,0	7740,5	99,094	92,4	88,4			10,3
Z18	6491,5	7743,9	98,963	93,1	89,1			10,7
Z19	6500,8	7745,6	99,009	92,6	88,6			9,9
Z20	6514,6	7747,5	99,020	92,8	88,8			10,4
Z21	6537,9	7746,9	99,074	92,6	88,6			10,3
Z22	6561,6	7743,5	99,172	92,7	88,7			10,5
Z23	6533,8	7730,5	98,788	92,3	88,3			10,5
Z24	6523,2	7732,0	98,661	92,4	88,4			10,5
Z25	6505,1	7735,0	98,843	92,0	88,0			10,3
Z26	6497,1	7736,8	98,814	92,1	88,1			10,8
Z27	6494,5	7730,3	98,843	91,6	87,6			10,7
Z28	6503,8	7728,1	98,664	92,2	88,2			11,2
Z29	6513,2	7726,4	98,797	92,3	88,3			10,5
Z30	6521,5	7724,6	98,772	92,0	88,0			10,5
Z31	6534,6	7723,2	98,659	92,4	88,4			10,8
PF2	5936,5	7979,1	98,836	94,6	88,6			10,3
P2	6855,1	8167,3	98,310	94,0	90,0			10,3
P3	6952,8	8006,2	99,410	92,9	88,9			8,3
X	6363,5	7712,2	98,926	92,1	88,1			10,5
Y	6356,8	7714,2	98,779	92,2	88,2			10,8
Z	6347,5	7717,5	98,519	92,6	88,6			10,6
								9,9
Piézomètres à deux crépines (alluvions et calcaire)								
PZ-33	6535,8	7776,8	99,133	93,6	79,6	89,6	87,6	19,5
PZ-36	6539,8	7749,1	99,091	93,6	79,6	89,6	87,6	19,5
Piézomètres calcaires								
PZ-32	6499,7	7745,5	98,893	87,6	79,6			19,3
PZ-34	6513,4	7747,4	98,817	87,0	79,0			19,8
PZ-35	6538,9	7748,0	99,095	87,6	79,6			19,5
CA1	6406,9	7698,1	98,445	82,0	72,0			19,5
CA2	6366,4	7711,4	98,649	83,1	73,1			26,4
CA3	6309,2	7745,9	98,427	88,0	74,0			25,5
CA5	6414,5	7774,6	98,616	82,1	72,1			24,4
CB4	5972,4	7818,3	98,198	82,5	72,5			26,5
CB5	5925,3	7884,9	98,071	81,9	71,9			25,7
CB7	6100,7	7951,8	99,723	83,2	73,2			26,2
CB8	6186,6	7978,7	98,125	82,9	72,9			26,5
CB9	6224,6	8012,4	99,598	83,1	73,1			25,2
PF1	5933,9	7979,2	99,01	85,4	81,4			26,5
P1	6852,5	8168,5	98,257	78,9	74,9			17,6
								23,4

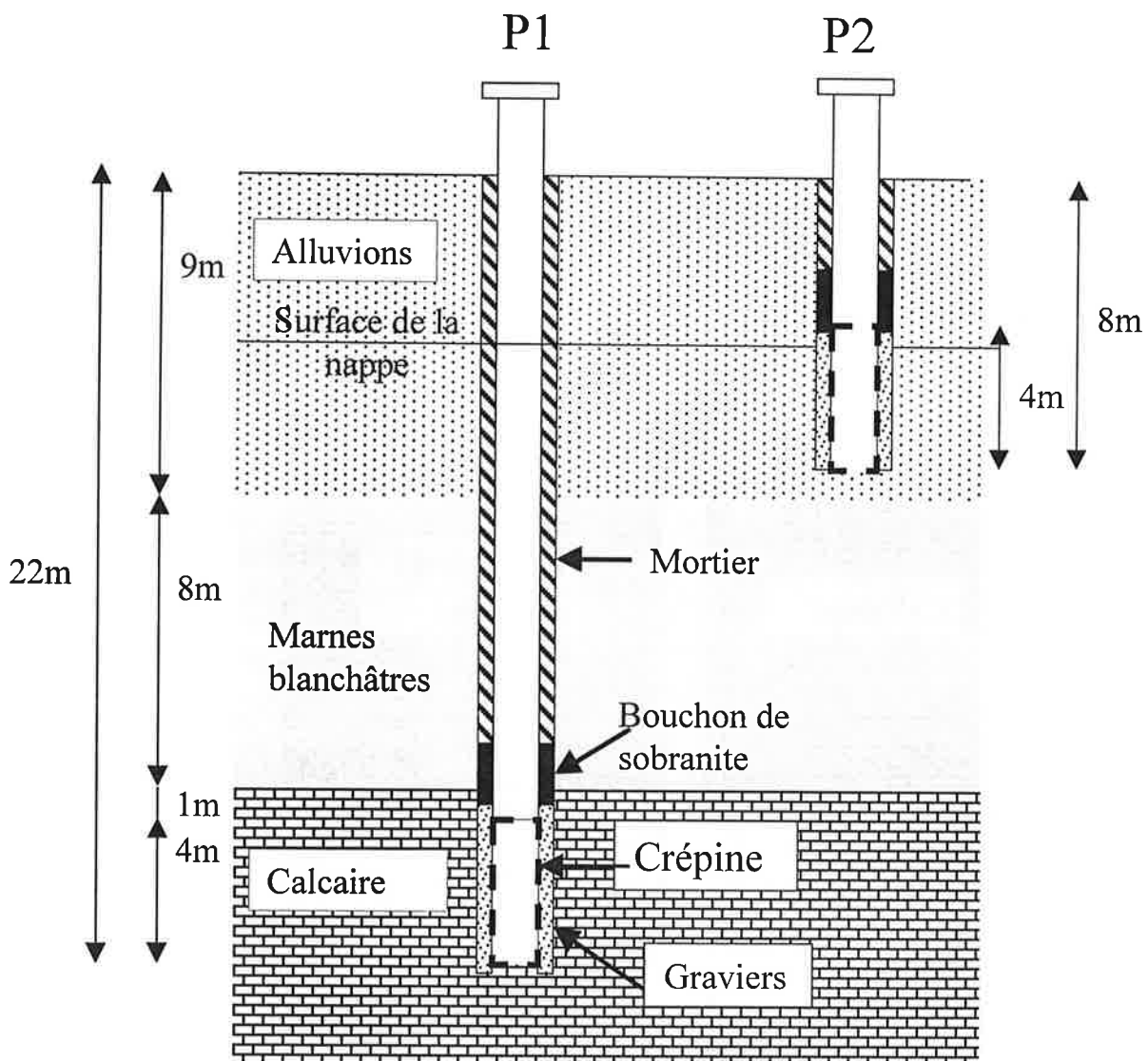
En gras: cotes approximatives (+/- 0,25 m)

(*) Seuls les 5 derniers chiffres des coordonnées Lambert sont donnés, les 2 premiers chiffres étant communs à tous les points
Par exemple: X(A)=576542,5 et Y(A)=317658,7

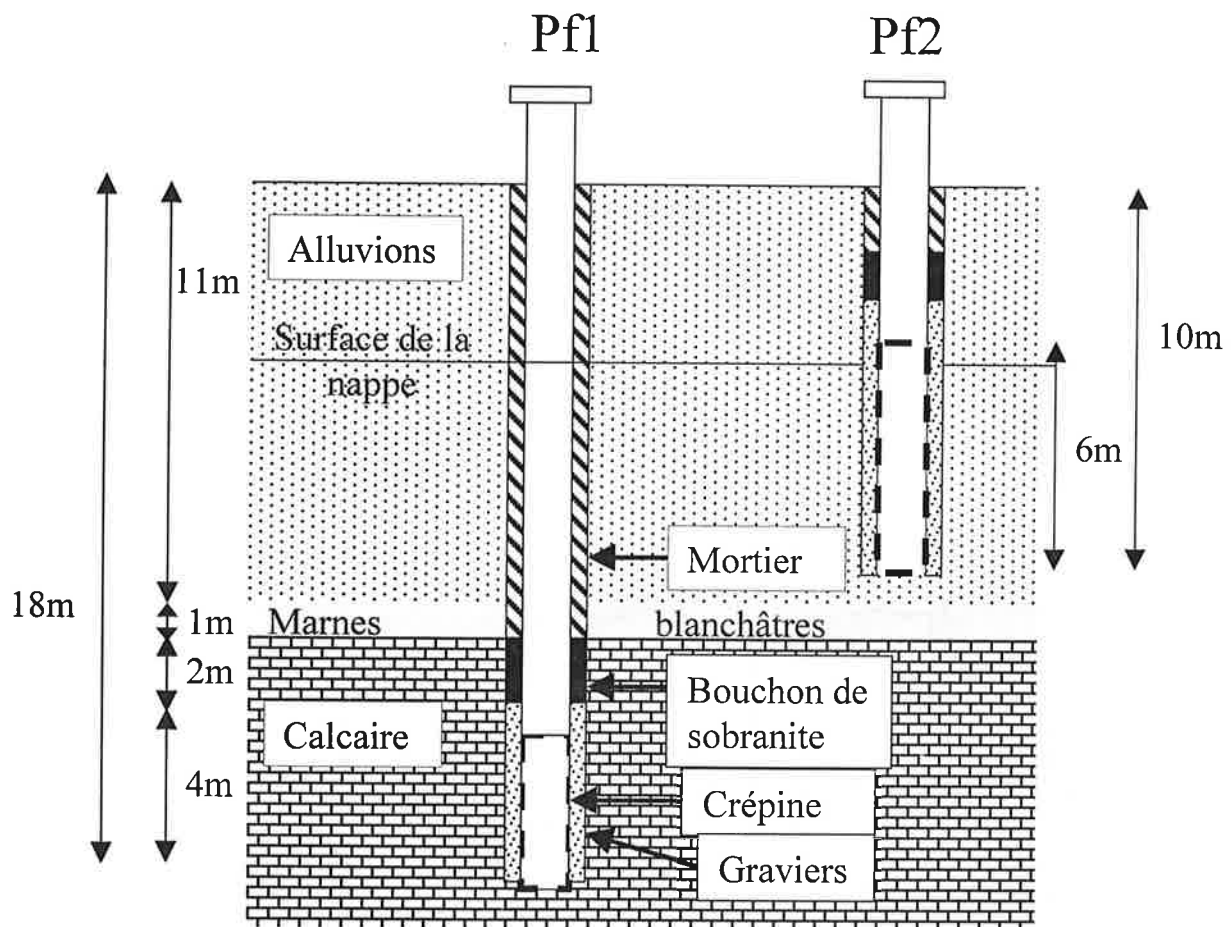
Coupes des piézomètres calcaires implantés en janvier 99: CA1, CA2, CA3, CA5, CB4, CB5, CB7, CB8, CB9



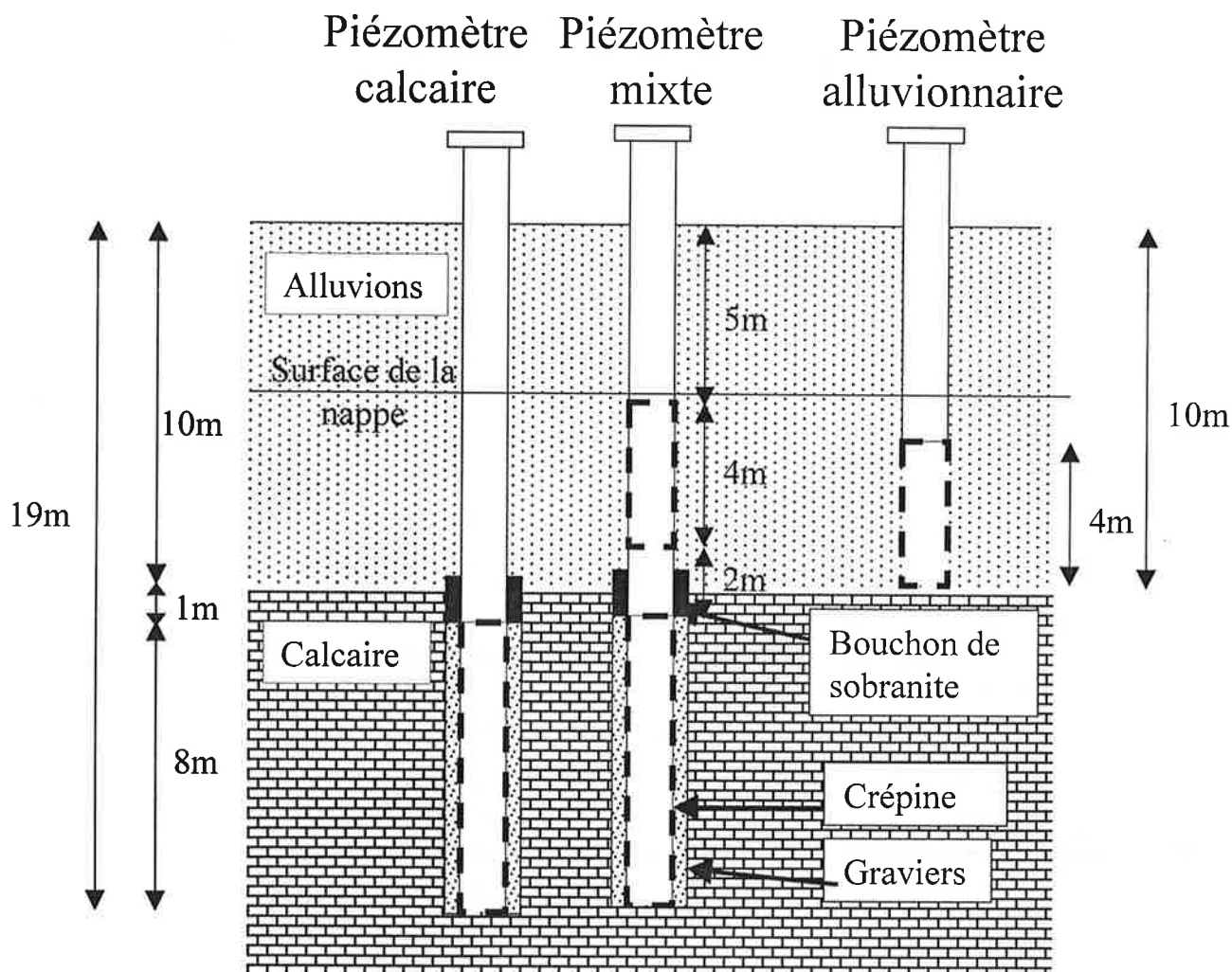
Coupes du doublet de piézomètres P1-P2



Coupes du doublet de piézomètres Pf1-Pf2



Coupes des piézomètres implantés en Février et Octobre 1997 et en Avril 2000 (X,Y,Z)



Annexe 6

Dates, heures et débit de pompage du captage
AEP du Theuriet pendant les expériences de
traçage de la nappe calcaire d'avril à juillet
2000

MARCHE THIEURIET

Débit de pompage: 800 m³/s

Date	Depart	Arret	Temps
17/04/00	9:42	22:01	12:19
18/04/00	9:09	23:17	14:08
19/04/00	9:57	23:45	13:48
20/04/00	9:59	00:54	13:55
21/04/00	9:21	22:37	13:16
22/04/00	10:49	22:37	11:48
23/04/00	11:09	21:45	10:36
24/04/00	10:45	01:57	14:12
25/04/00	10:09	01:06	13:53
26/04/00	9:17	01:06	15:49
27/04/00	10:01	23:57	13:56
28/04/00	8:13	23:18	15:05

19/05/00	-	23:43	-
20/05/00	10:21	00:53	14:32
21/05/00	10:25	01:01	14:36
22/05/00	10:37	22:37	12:00
23/05/00	9:53	02:53	17:00
24/05/00	10:28	01:34	15:06
25/05/00	9:25	01:10	15:35
26/05/00	9:24	22:52	13:28

Depart	Arret	Temps
07/06/00 13:30	09/06/00 04:30	1 15:00
09/06/00 11:30	09/06/00 23:00	0 11:30
10/06/00 08:00	10/06/00 23:45	0 15:45
11/06/00 10:15	11/06/00 23:30	0 13:15
12/06/00 06:35	12/06/00 09:38	0 03:03
12/06/00 13:08	13/06/00 01:40	0 12:32
13/06/00 10:24	14/06/00 03:05	0 16:41
14/06/00 10:26	15/06/00 03:09	0 16:43
15/06/00 09:32	15/06/00 13:53	0 04:21
15/06/00 15:45	16/06/00 05:02	0 13:17
16/06/00 09:38	17/06/00 01:50	0 16:12
17/06/00 09:50	17/06/00 14:46	0 04:56
17/06/00 15:38	18/06/00 02:27	0 10:49
18/06/00 10:56	18/06/00 15:10	0 04:14
18/06/00 16:29	19/06/00 04:53	0 12:24
19/06/00 09:22	20/06/00 03:45	0 18:23
20/06/00 09:37	20/06/00 14:55	0 05:18
20/06/00 17:33	21/06/00 07:18	0 13:45
21/06/00 10:20	22/06/00 02:25	0 16:05
22/06/00 09:42	22/06/00 11:00	0 01:18
22/06/00 15:00	22/06/00 23:22	0 08:22
23/06/00 09:09	23/06/00 16:24	0 07:15
23/06/00 19:01	24/06/00 07:03	0 12:02
24/06/00 10:43	25/06/00 00:10	0 13:27
25/06/00 10:39	26/06/00 02:27	0 15:48
26/06/00 09:58	27/06/00 03:17	0 17:19
27/06/00 08:49	28/06/00 00:27	0 15:38
28/06/00 10:00	29/06/00 05:00	0 19:00

Annexe 7

L'appareil d'injection de traceur par
perforation de piézomètre

L'appareil d'injection de traceurs par perforation de piézomètre

A la suite de l'expérience de traçage entre les piézomètres Pf2 (alluvionnaire) et Pf1 (calcaire) montrant le passage rapide de traceurs de la nappe alluviale vers la nappe du calcaire en période de descente de la nappe, on a voulu réaliser l'expérience inverse consistant à injecter un traceur dans la nappe calcaire et à vérifier sa remontée dans les alluvions en période de remontée de la nappe.

Hélas, les piézomètres calcaires disponibles pour une telle expérience possédaient une crépine localisée trop en profondeur par rapport à la limite alluvions-calcaire. C'est pourquoi un appareil d'injection de traceur par perforation de piézomètre a été mis au point au Laboratoire Pierre Süe avec l'aide de Jim Hoarau. Le fonctionnement de cet appareil est contrôlé depuis la surface par des cordes en kevlar (élasticité nulle).

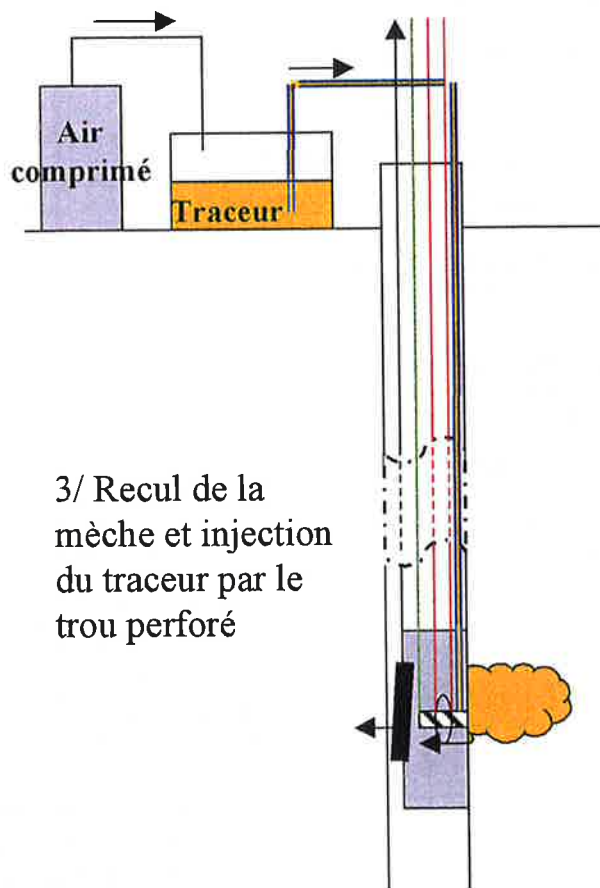
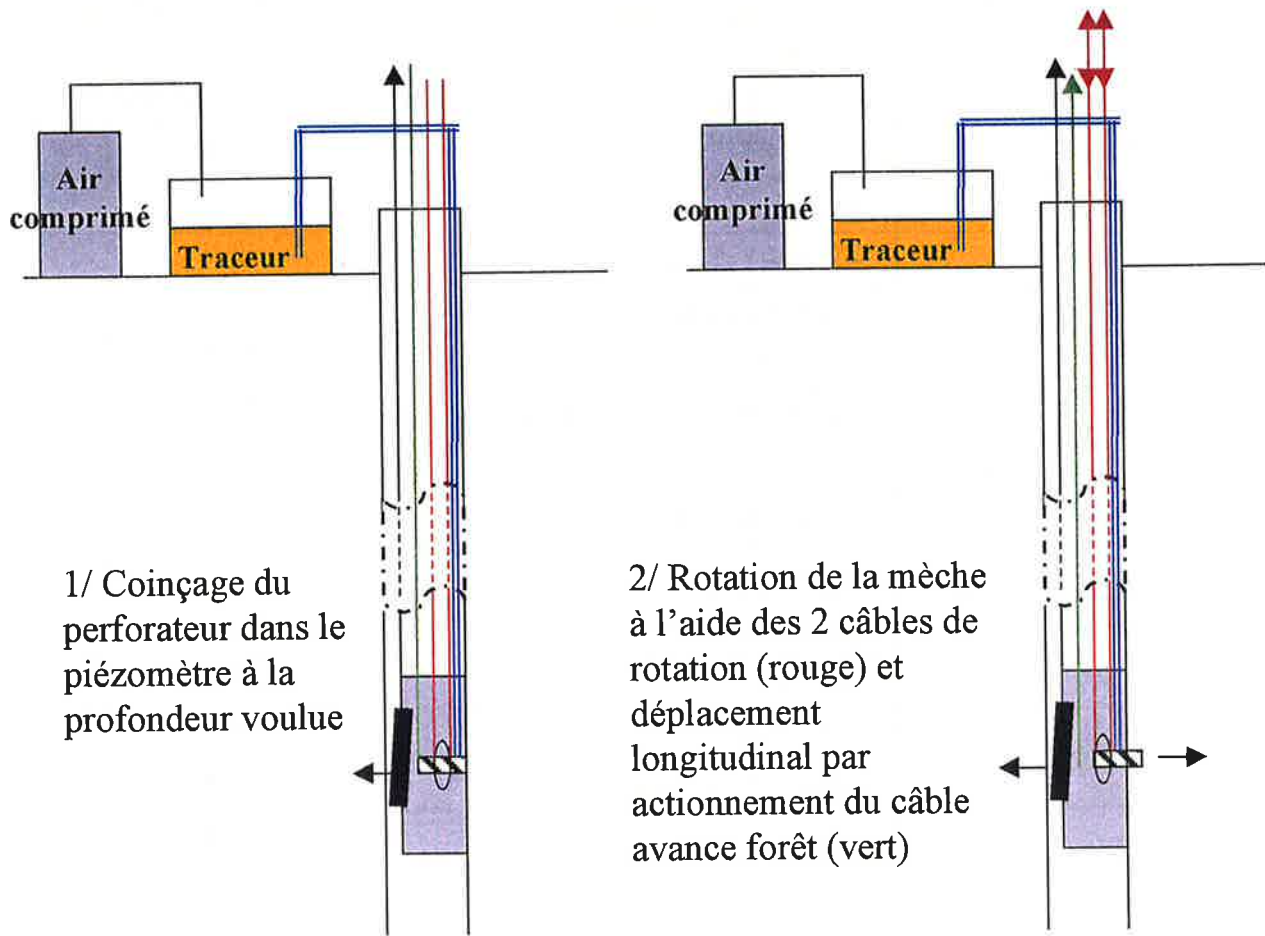
1/ Une fois descendu dans le piézomètre à la profondeur où l'injection doit être réalisée, cet appareil est coincé dans le piézomètre par l'écartement de la pièce 107 (cf. plan ci-après). Le corps cylindrique de l'appareil (pièce 101) est recouvert d'anti-dérapant (papier de verre).

2/ La perforation du tube s'effectue à l'aide d'une mèche (pièce 114) dont la rotation et le déplacement longitudinal est contrôlé par 3 cordes. Les deux premières (9) actionnent une courroie crantée (6) qui entraîne la rotation de la mèche. Il faut effectuer des va-et-vient à l'aide des deux cordes pour actionner la mèche dans un sens puis dans l'autre. Pendant qu'un des opérateurs s'occupe de cette tâche, l'autre tire sur la troisième corde (5) afin d'enfoncer la mèche. Une fois le trou perforé, la mèche est automatiquement extraite du trou par un ressort (110) plus éventuellement par rotation manuelle par les câbles de rotation en cas de coinçage.

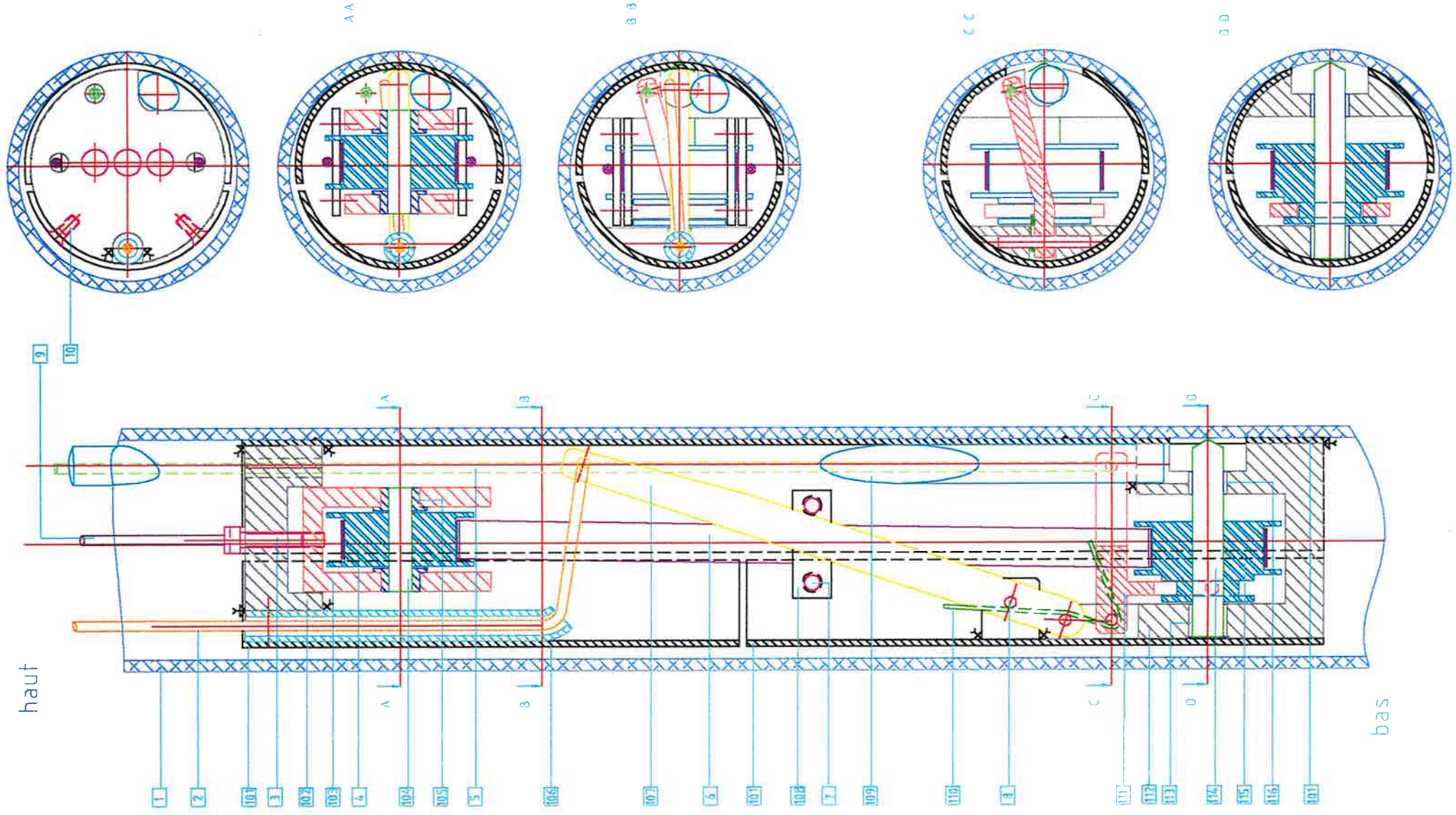
3/ L'injection du traceur s'effectue par la mise sous pression, à l'air comprimé, d'un bidon à moitié rempli de traceur.

4/ Une fois le traceur injecté, l'ensemble peut être remonté à la surface.

En pratique, cette expérience n'a pas fonctionné. Le tuyau d'injection du traceur (109) s'est détaché du corps principal du fait d'une trop forte pression appliquée lors de l'injection. De plus, l'ensemble est resté coincé au fond du piézomètre. Le système reste donc à perfectionner.



117	1	POULIE DENTEE HAUTE	EN AW6082	37T2.5/14
116	1	BAGUE	Cu	
115	1	POULIE DENTEE BASSE	EN AW6082	37T2.5/14
114	1	FORET $\phi 8$	INOX	
113	1	BAGUE	Cu	
112	1	SUPPORT INFERIEUR	INOX	
111	1	LEVIER AVANCE	INOX	
110	1	RESSORT	INOX	
109	1	TUYAU PRODUIT $\phi 10$ / long 320	INOX	
108	4	SERRE COURROIE	INOX	
107	1	LEVIER BLOPAGE	INOX	
106	1	TUBE	INOX	
105	2	BAGUE EPAULEE	Cu	
104	1	ARBRE	INOX	
103	1	TENDEUR	INOX	
102	1	SUPPORT SUPERIEUR	INOX	
101	1	TUBE	INOX	
10	2	VIS F HC M3-10		
9	2	CABLE ROTATION		Long 12 m
8	3	GOUPILLE FENDUE $\phi 3$		
7	4	VIS F Hc M4-10 + ECROU M4		
6	1	COURROIE CRANTEE SYNCHROFLEX	PU	T2.5/480
5	1	CABLE AVANCE FORET		Long 12 m
3	3	VIS CHC M4-20		
2	1	CABLE BLOPAGE		Long 12 m
1	1	TUYAU PVC		
Repère	Quantité	Description/remarque	Matière	Réf
Echelle	1:1		Nom	Date
PERCE_TUBE		Dessiné par	HOARAU J	28/03/2000
		Modifié par	HOARAU J	30/05/2000
		Approuvé par		
		Etat de surface général: Tolérance linéaire générale: Tolérance angulaire générale:		
LABORATOIRE PIERRE SUE CEA SACLAY 91191 GIF SUR YVETTE		Assemb. N°:00.03.100		
		NUMERO_DU_DESSIN		



Tolérances générales : ±0.5		Tolérances angulaires : ±0.5		Quantité 1	
Dessiné par HOARAU_J.		Vérifié par		Etat de surface générale: Ra	
Approuvé par - date		Nom de fichier		Date 28/03/2000	Echelle 1:1
LABORATOIRE PIERRE SUE CE SACLAY 91191 GIF SUR YVETTE CEDEX TEL : 01 69 28 47 01 FAX: 01 69 28 69 23				PERCE TUBE	
ASSEMB.00.03.100				Edition	A3

Annexe 8

Mesure des perméabilités
par slug test ou essai de débit

Mesure des perméabilités par essai de débit

Rappels théoriques (de Marsily, 1994)

a. Solution de Théis

La solution de l'équation de diffusivité pour un pompage ou une injection à débit constant dans un puits de rayon négligeable s'écrit :

$$h(r,t) = (Q/4\pi T)W(u)$$

- avec
- r = distance radiale au puits
 - t = temps de pompage ou d'injection à débit constant
 - h = charge de la nappe
 - Q = débit du pompage (Q<0) ou d'injection (Q>0)
 - T = transmissivité de la nappe
 - W(u) = fonction de Théis avec $u = 4Tt/r^2S$
 - S = coefficient d'emmagasinement de la nappe

b. Approximation de Jacob

Si t est grand (dès que $4Tt/r^2S > 100$ en pratique), on peut appliquer l'approximation de Jacob:

$$h(r,t) = (Q/4\pi T) \cdot \ln(2,25Tt/Sr^2) \quad \ln: \text{logarithme népérien}$$

$$\text{Soit } h(t) = (Q/4\pi T) \cdot \ln(2,25T/Sr^2) + (Q/4\pi T) \cdot \ln t$$

c. Pompage

Soit Q (>0) le débit du pompage, et s(t) le rabattement de la nappe:

$$s(t) = (Q/4\pi T) \cdot \ln(2,25T/Sr^2) + (Q/4\pi T) \cdot \ln t \quad (1)$$

Si l'on trace s(t) en fonction de $\ln t$, la droite de régression linéaire, $s = A \ln t + B$ permet d'obtenir $T = Q/4\pi A$ et $S = 2,25T/r^2 \cdot e^{-B/A}$

d. Arrêt du pompage

Arrêter le pompage revient à superposer au pompage initial une injection à débit égal à celui du pompage.

En utilisant l'approximation de Jacob, le rabattement de la nappe s'écrit :

$$s(t) = (Q/4\pi T) \cdot \ln[2,25T(t_0+t')/Sr^2] - (Q/4\pi T) \cdot \ln(2,25Tt'/Sr^2)$$

ce qui conduit à l'expression très simple: $s(t) = (Q/4\pi T) \cdot \ln(1+t_0/t')$ (2)

où t_0 est le temps au bout duquel le pompage est arrêté et t' , le temps compté à partir de l'arrêt du pompage.

Mesure des perméabilités par essai de débit

Application au calcul de la transmissivité de la nappe du calcaire de Pithiviers

a. Position du problème

Les deux pompes de l'installation technique de la carrière de Sandillon sont situées dans le calcaire, à une profondeur de 25 mètres dans des forages de 39 mètres. La limite inférieure de ces forages correspond approximativement au toit de la molasse du Gâtinais qui constitue la base imperméable du calcaire de Pithiviers. Le débit total des deux pompes est de $700 \text{ m}^3/\text{h}$. La distance entre les deux pompes étant faible devant la distance des pompes aux piézomètres où sont mesurés les rabattements, on assimile le système à une seule pompe.

Pendant l'expérience, le niveau de la nappe fluctue légèrement au cours du temps. Les rabattements sont donc calculés à partir de la tendance générale la nappe correspondant aux points reliant les cotes avant le début du pompage (fig.1).

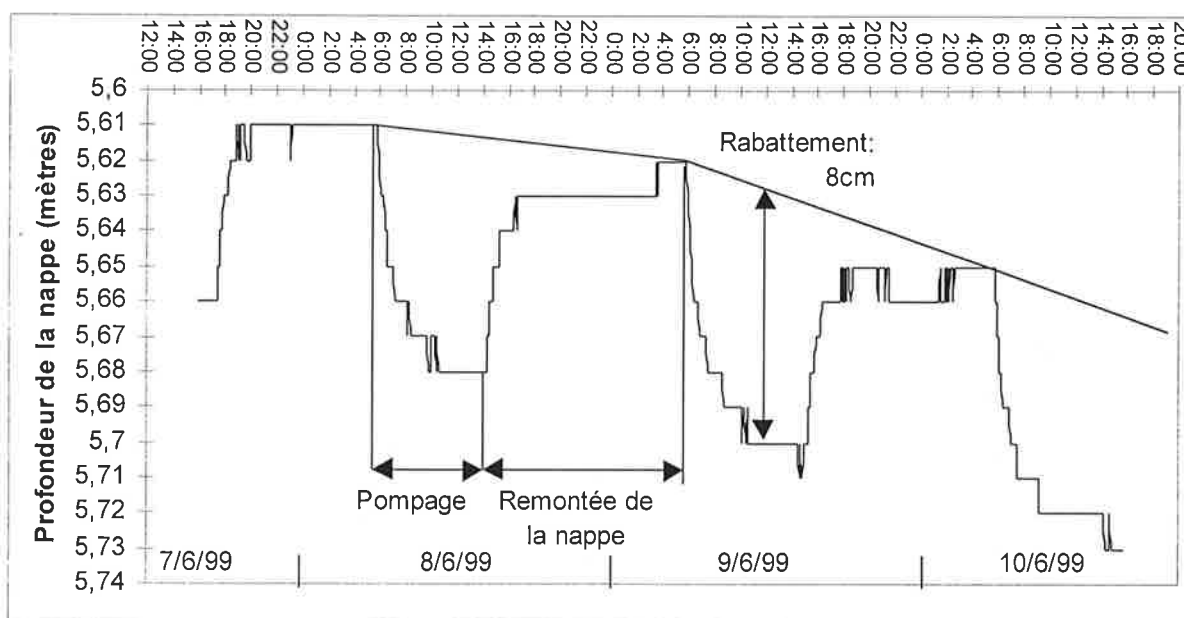


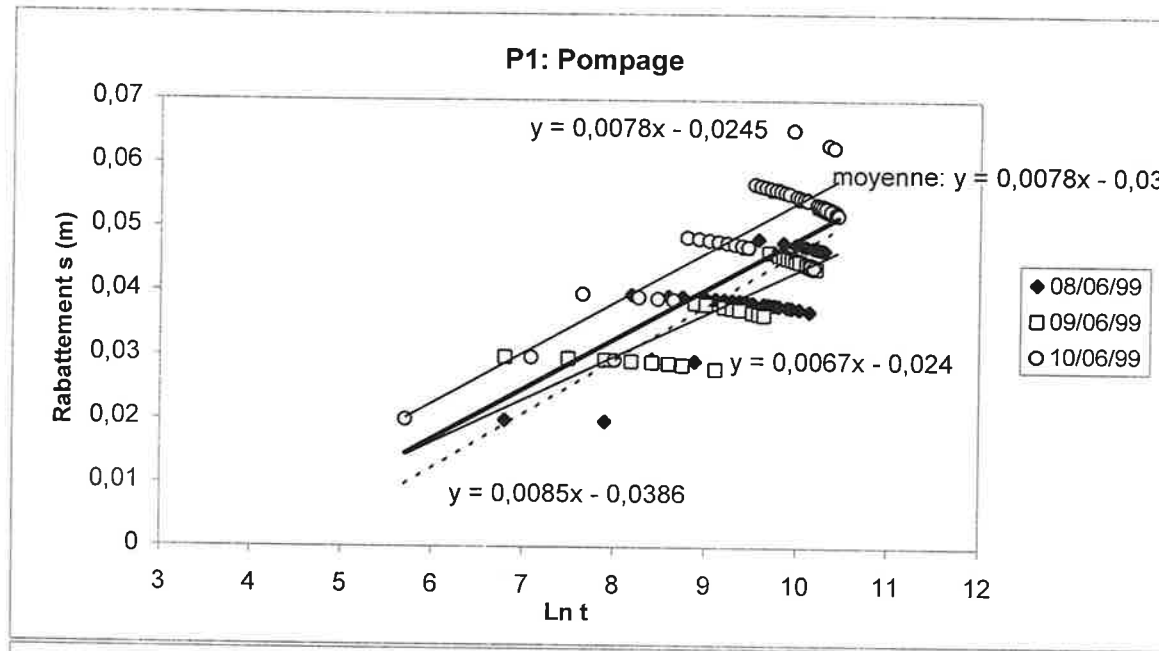
Figure 1: Evolution de la profondeur du niveau de la nappe du calcaire de Pithiviers, au cours du temps dans le piézomètre CB8. La cote de la nappe a été enregistrée toutes les 5 mn du 7/6/99 17h au 10/6/99 15h. Cette période englobe deux remontées de la nappe et trois pompages.

b. Calcul de T et S

La précision de l'enregistreur automatique de niveau étant de 1 cm, il est préférable de rassembler l'ensemble des trois pompages pour le calcul.

Les transmissivités T et coefficients d'emmagasinement S sont calculés en utilisant l'approximation logarithmique de Jacob. Les courbes de rabattement et les expressions (1) pendant le pompage et (2) après l'arrêt du pompage sont fournies, dans cette annexe pour chaque piézomètre.

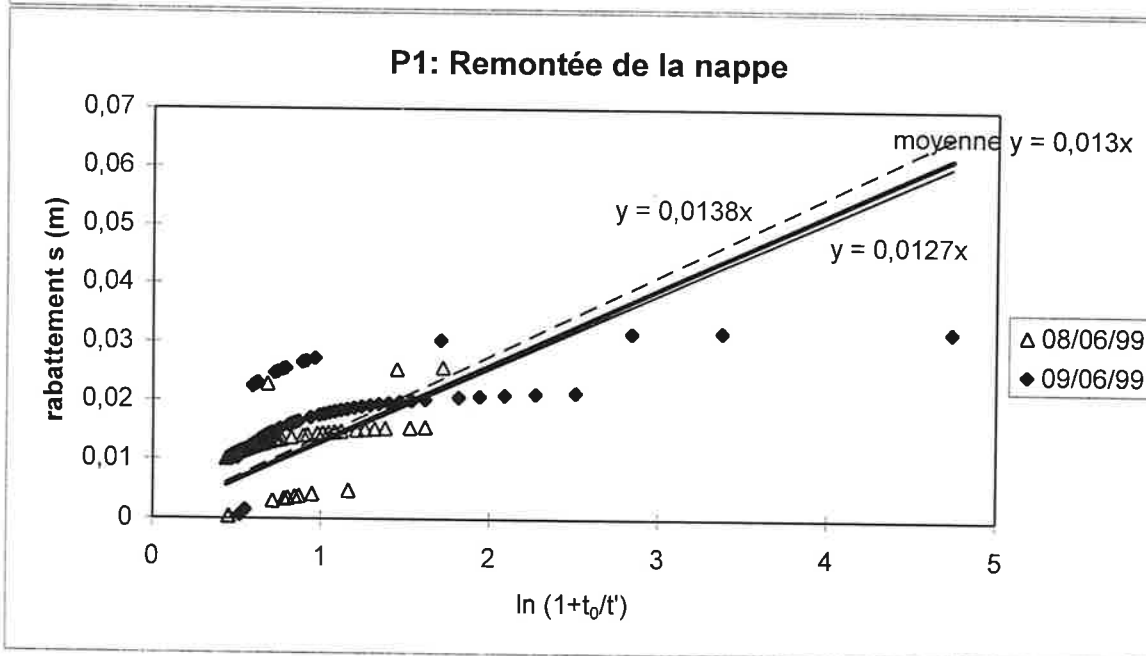
Calcul de la transmissivité T et du coefficient d'emmagasinement S par essai de débit dans le piézomètre calcaire P1



Pompage

Distance au pompage R= 260 mètres

	A	B	T (m ² /s)	S
08-juin	0,0067	-0,024	2,3	2,8E-03
09-juin	0,0085	-0,0386	1,8	5,7E-03
10-juin	0,0078	-0,0245	2,0	1,5E-03
moyenne	0,0078	-0,03	2,0	3,1E-03

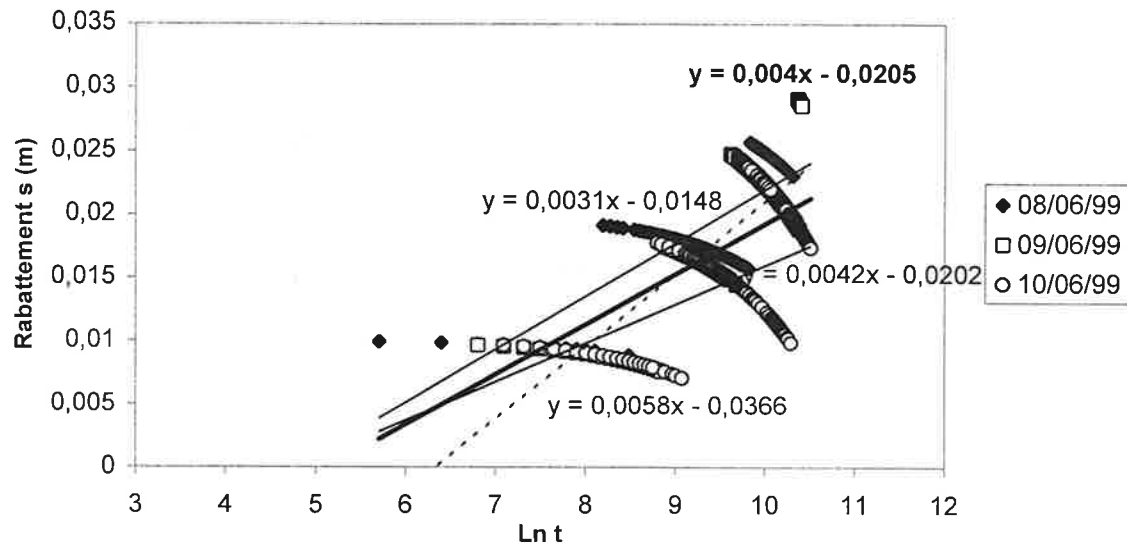


Remontée de la nappe

	A	T (m ² /s)
08-juin	0,0138	1,1
09-juin	0,0127	1,2
moyenne	0,013	1,2

Calcul de la transmissivité T et du coefficient d'emmagasinement S par essai de débit dans le piézomètre calcaire Pf1

Pf1: Pompage

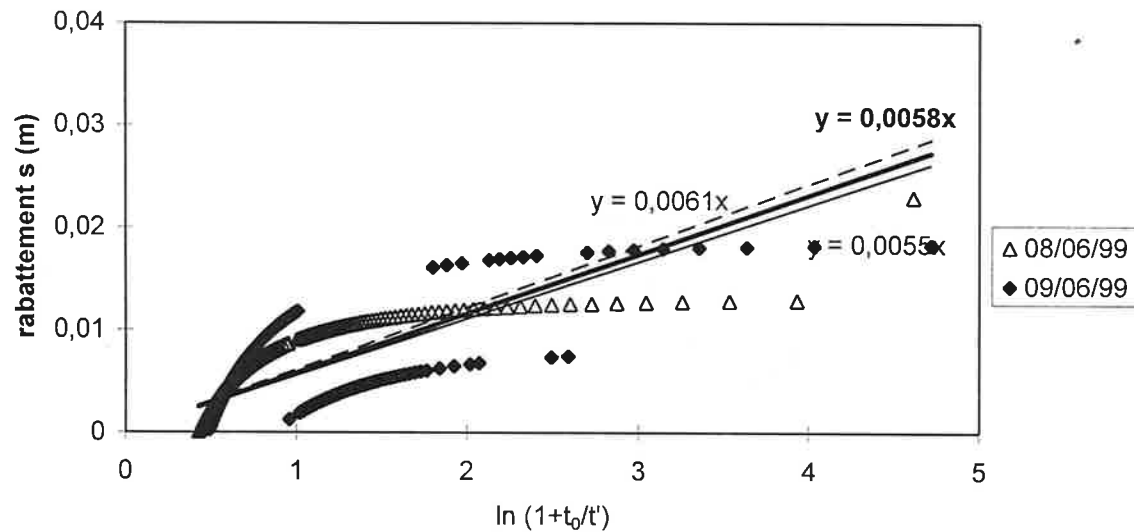


Pompage

Distance au pompage R= 1010 mètres

	A	B	T (m ² /s)	S
08-juin	0,0058	-0,0366	2,7	3,2E-03
09-juin	0,0031	-0,0148	5,0	1,3E-03
10-juin	0,0042	-0,0202	3,7	1,0E-03
moyenne	0,004	-0,0205	3,9	1,4E-03

Pf1: Remontée de la nappe

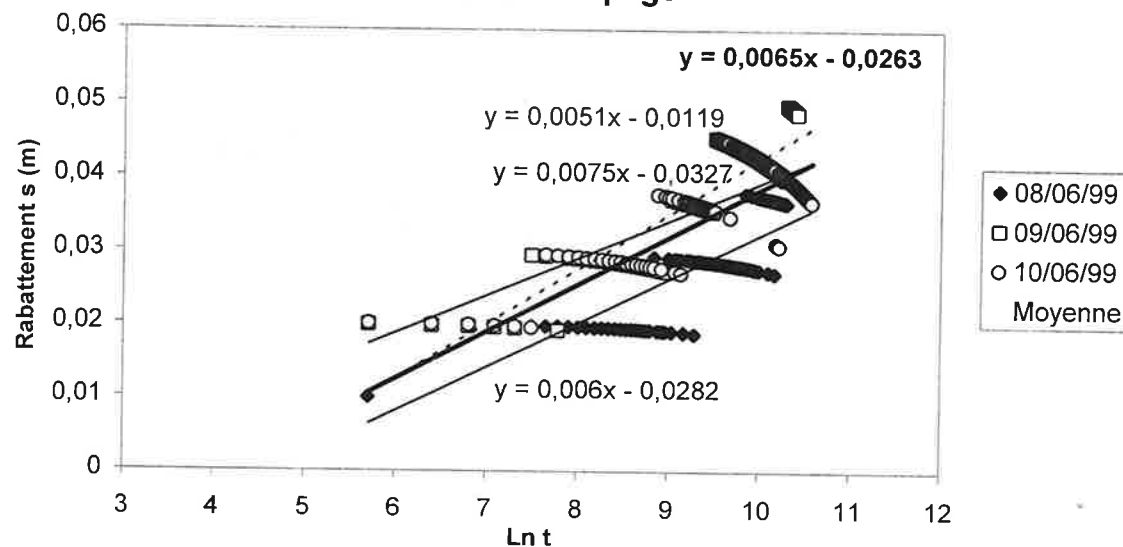


Remontée de la nappe

	A	T (m ² /s)
08-juin	0,0055	2,8
09-juin	0,0061	2,5
moyenne	0,0058	2,7

Calcul de la transmissivité T et du coefficient d'emmagasinement S par essai de débit dans le piézomètre calcaire CA1

CA1: Pompage

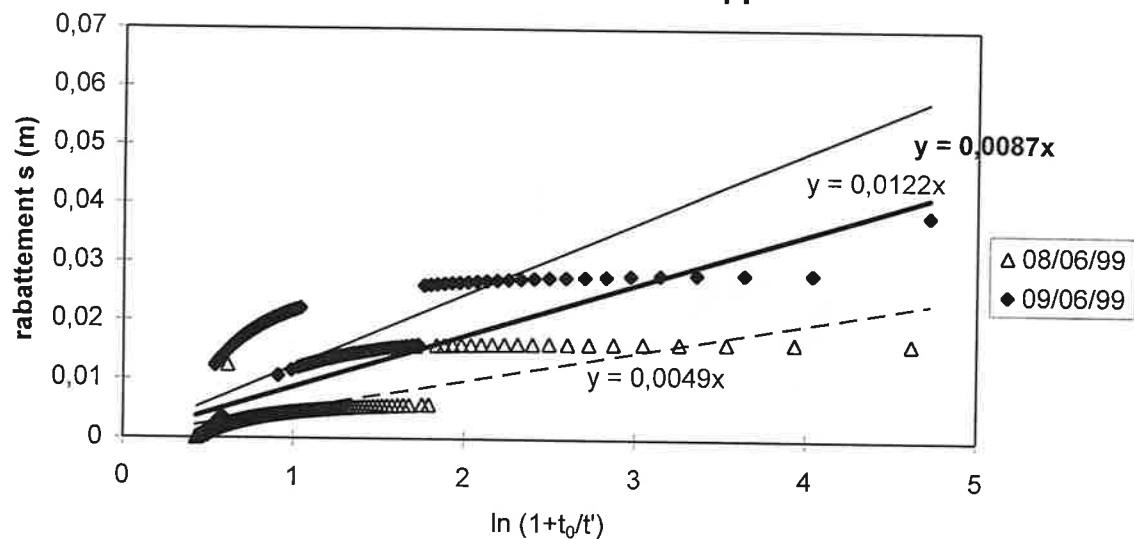


Pompage

Distance au pompage R= 850 mètres

	A	B	T (m ² /s)	S
08-juin	0,0075	-0,0327	2,1	5,0E-04
09-juin	0,006	-0,0282	2,6	8,8E-04
10-juin	0,0051	-0,0119	3,0	9,7E-05
moyenne	0,0065	-0,0263	2,4	4,2E-04

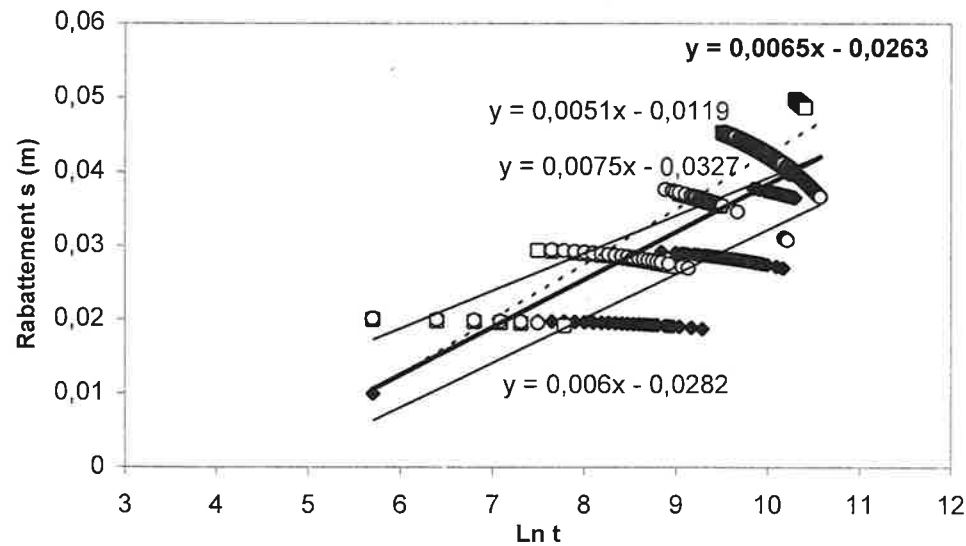
CA1: Remontée de la nappe



Remontée de la nappe

	A	T (m ² /s)
08-juin	0,0049	3,2
09-juin	0,0122	1,3
moyenne	0,0087	1,8

CA2: Pompage



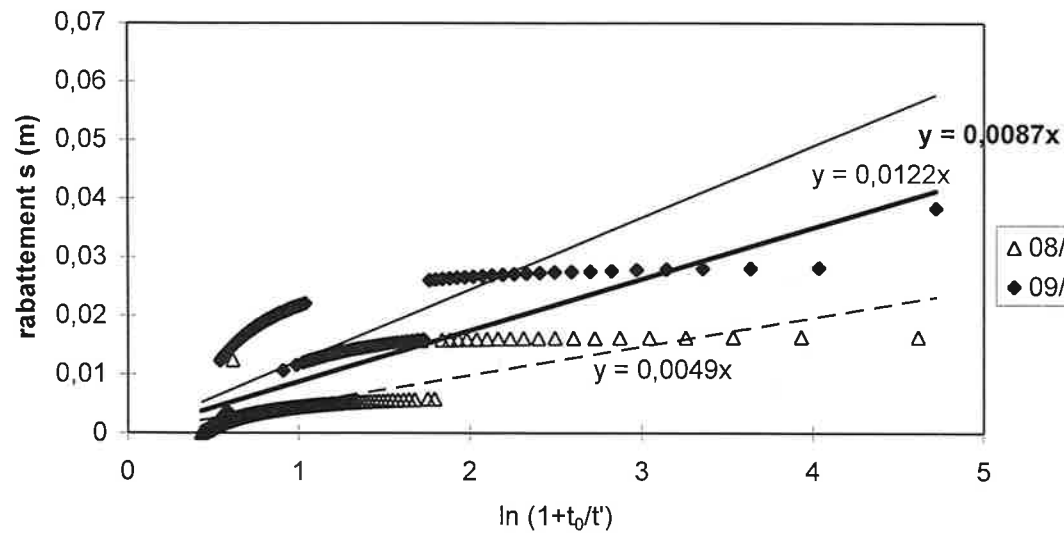
- ◆ 08/06/99
- 09/06/99
- 10/06/99

Pompage

Distance au pompage R= 860 mètres

	A	B	T (m ² /s)	S
08-juin	0,0075	-0,0327	2,1	4,9E-04
09-juin	0,006	-0,0282	2,6	8,6E-04
10-juin	0,0051	-0,0119	3,0	9,5E-05
moyenne	0,0065	-0,0263	2,4	4,1E-04

CA2: Remontée de la nappe

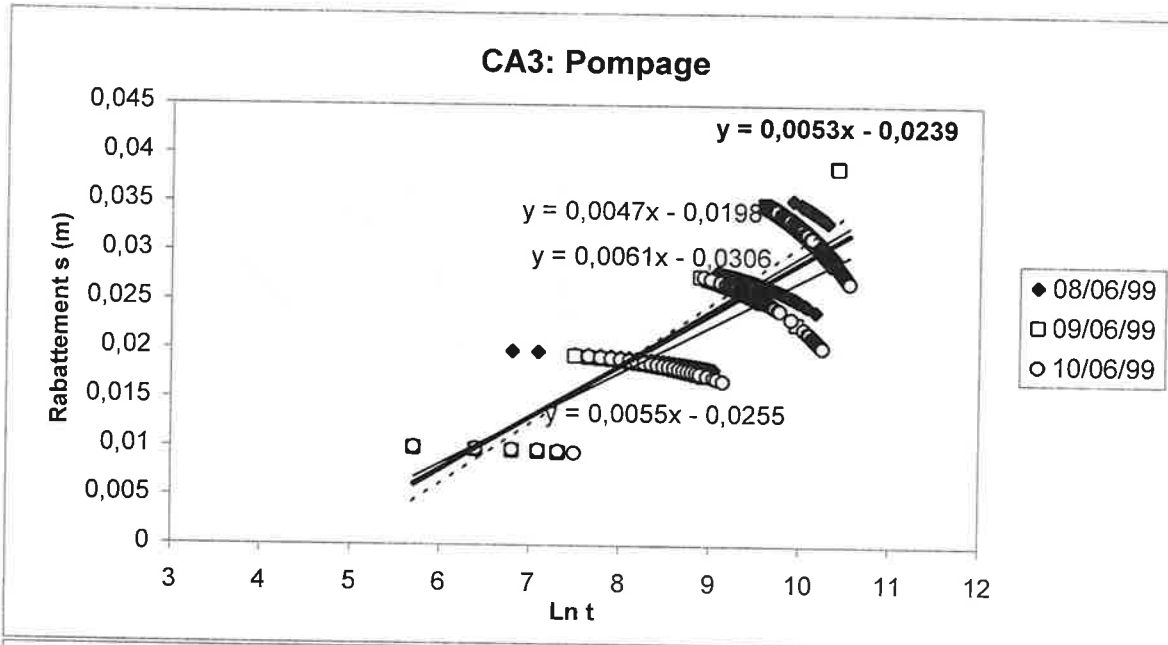


- △ 08/06/99
- ◆ 09/06/99

Remontée de la nappe

	A	T (m ² /s)
08-juin	0,0049	3,2
09-juin	0,0122	1,3
moyenne	0,0087	1,8

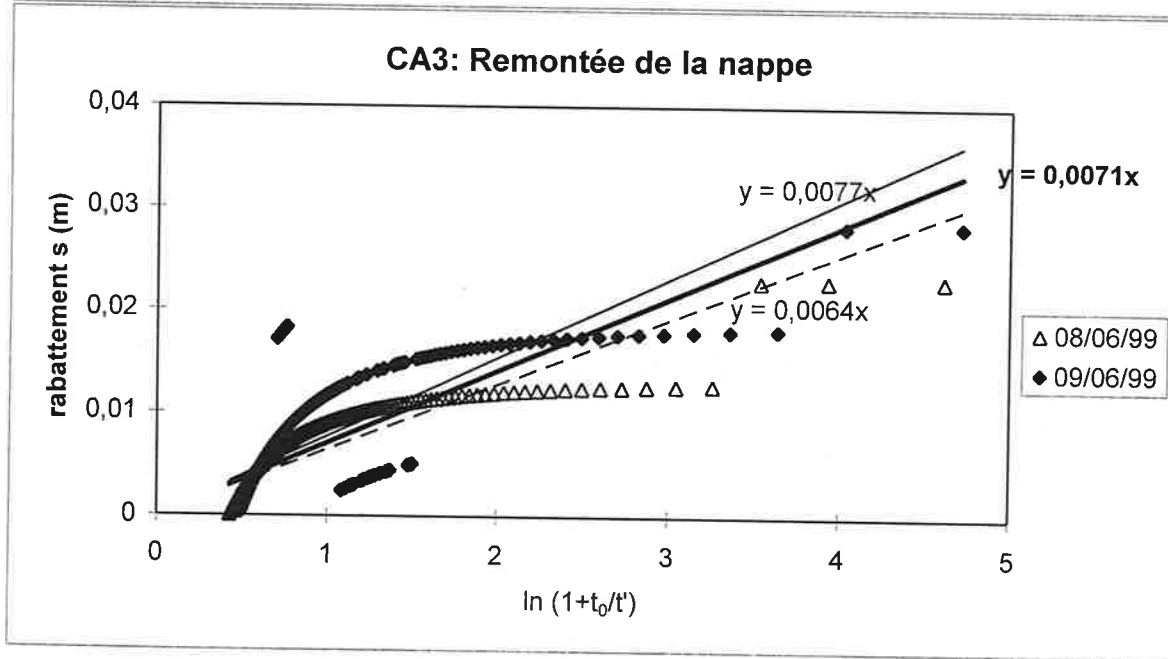
Calcul de la transmissivité T et du coefficient d'emmagasinement S par essai de débit dans le piézomètre calcaire CA3



Pompage

Distance au pompage R= 1090 mètres

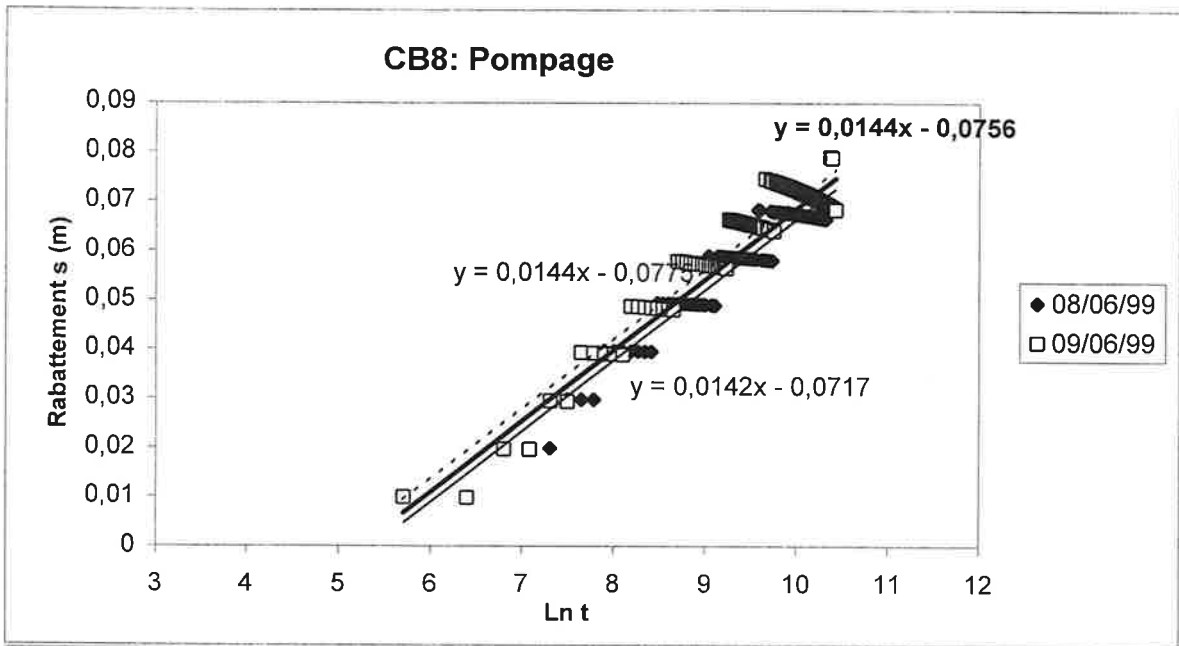
	A	B	T (m ² /s)	S
08-juin	0,0055	-0,0255	2,8	5,5E-04
09-juin	0,0061	-0,0306	2,5	7,3E-04
10-juin	0,0047	-0,0198	3,3	4,2E-04
moyenne	0,0053	-0,0239	2,9	5,0E-04



Remontée de la nappe

	A	T (m ² /s)
08-juin	0,0064	2,4
09-juin	0,0077	2,0
moyenne	0,0071	2,2

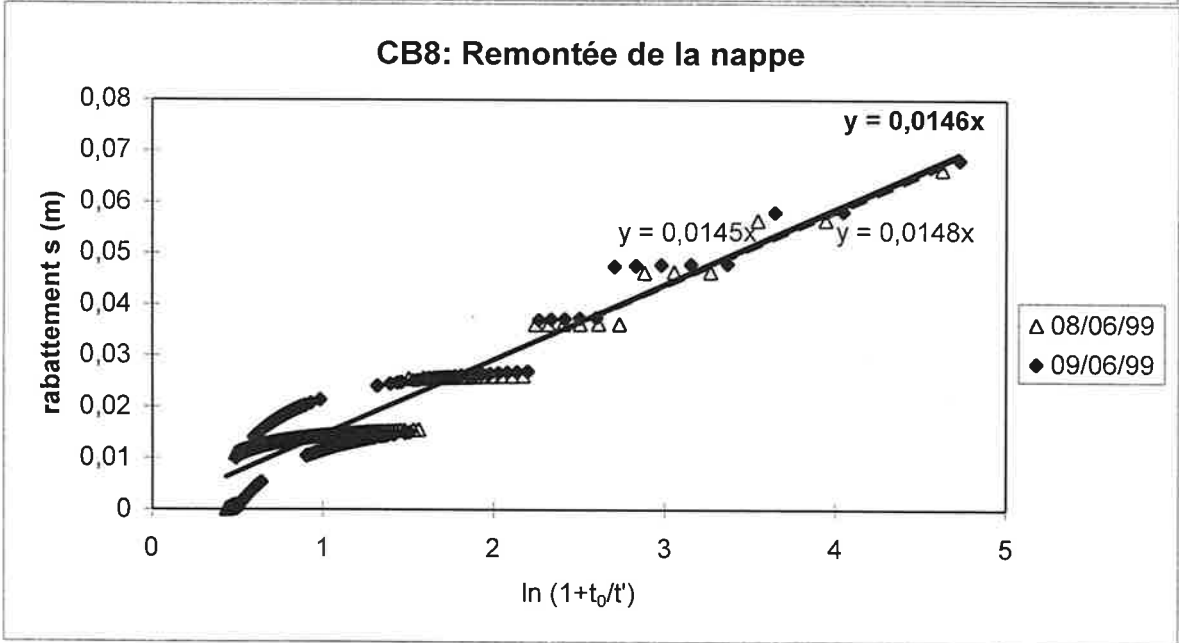
Calcul de la transmissivité T et du coefficient d'emmagasinement S par essai de débit dans le piézomètre calcaire CB8



Pompage

Distance au pompage R= 780 mètres

	A	B	T (m ² /s)	S
08-juin	0,0142	-0,0717	1,1	6,3E-04
09-juin	0,0144	-0,0775	1,1	8,6E-04
moyenne	0,0144	-0,0756	1,1	7,6E-04



Remontée de la nappe

	A	T (m ² /s)
08-juin	0,0145	1,1
09-juin	0,0148	1,0
moyenne	0,0146	1,1

Mesure des perméabilités par essai de débit

Application au calcul de la transmissivité au niveau des piézomètres alluvionnaires I et K

Deux expériences de pompage ont été réalisées dans les piézomètres I et K. Pour ces expériences, seule la transmissivité peut être calculée puisque $r=0$.

En utilisant les approximations de Jacob exposées précédemment pour les courbes de pompage et de remontée après arrêt du pompage (pour I seulement) :

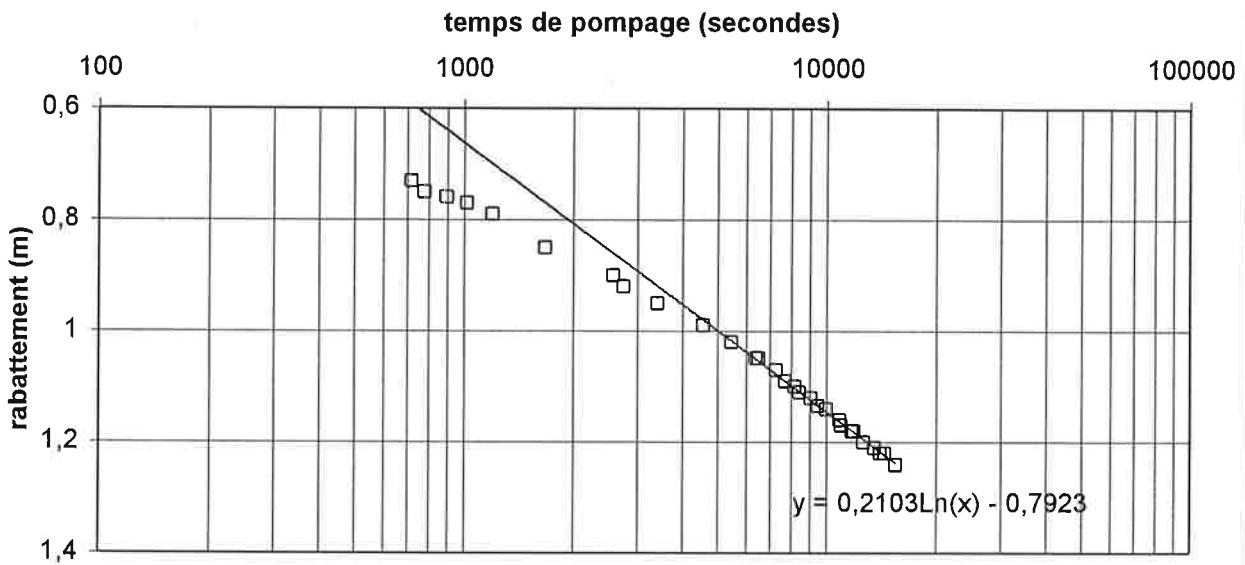
Piézomètre I

On trouve $T=1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ (pompage) et $T=2,15 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ (courbe de remontée)

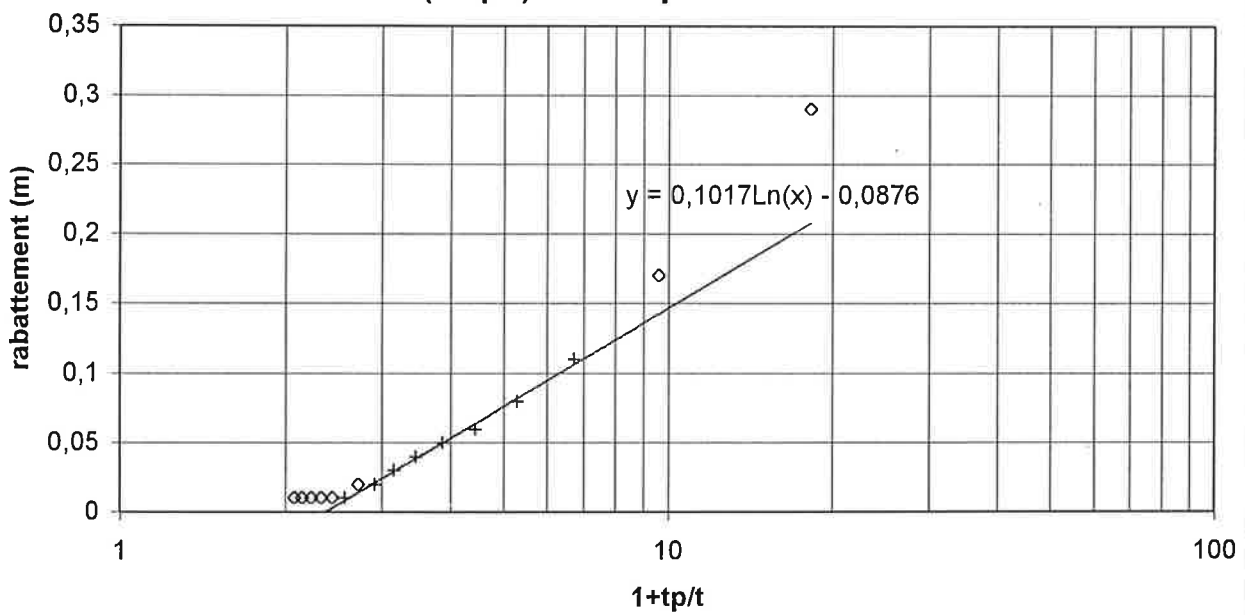
Piézomètre K

Par le pompage, on trouve $T=4,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Expérience de pompage à débit constant ($Q=2,74 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$) dans la nappe alluviale de Sandillon - méthode de Jacob - puits I

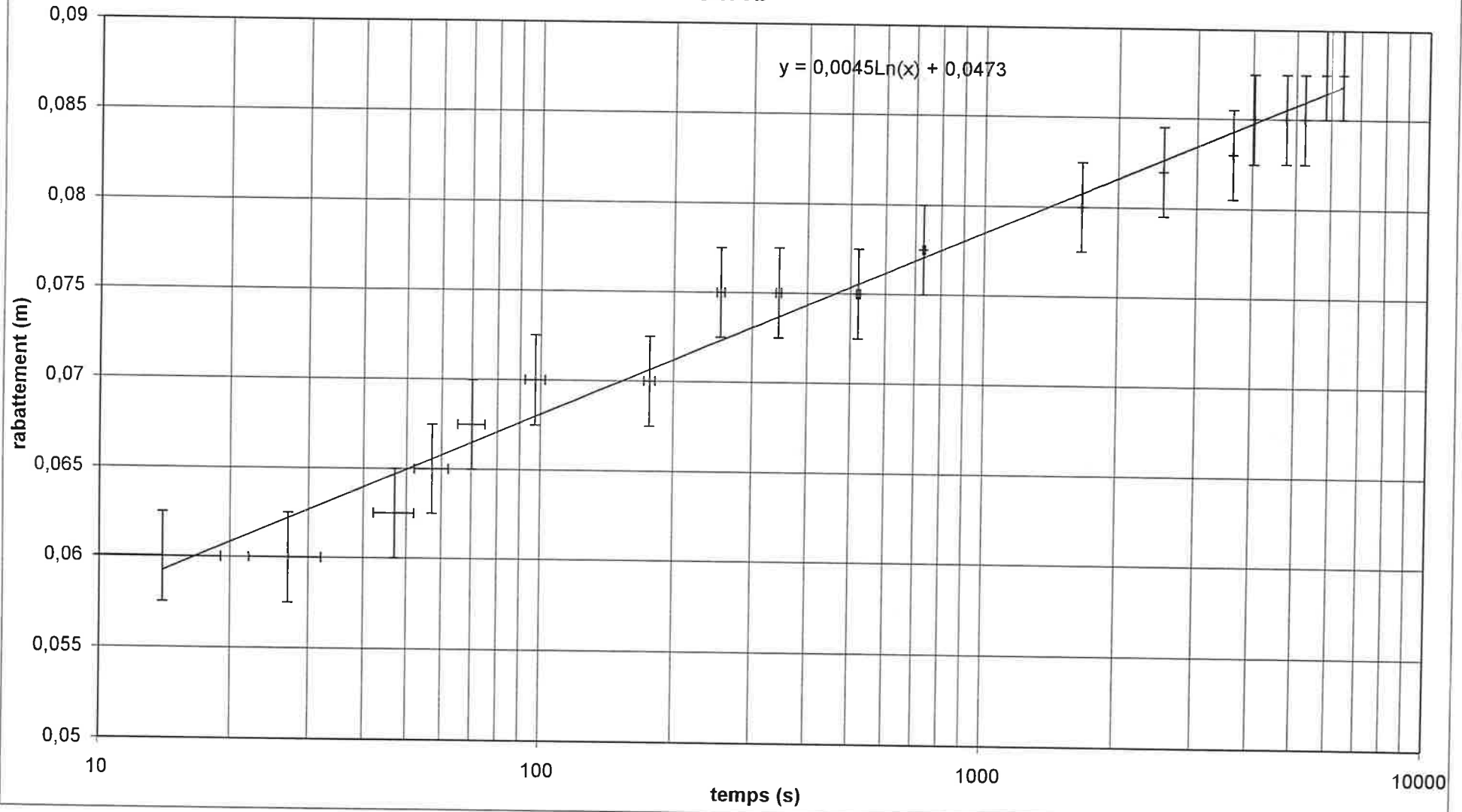


Interprétation de la courbe de remontée par la méthode en $\ln(1+tp/t)$ dans le piézomètre I



Piézomètre K

Essai de pompage dans le piézomètre K le 4/5/99 - $Q=2,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ - Interprétation par la méthode de Jacob



Mesure des perméabilités par choc hydraulique ("slug test")

Les essais par choc hydraulique consistent à engendrer une impulsion de pression très brève en un point d'une nappe, et à observer la réponse transitoire au même point. On en tire essentiellement la transmissivité de la nappe. Les expressions théoriques sont données par de Marsily (1994).

Description de l'expérience

Les slugs tests sont réalisés par injection quasi-instantanée d'un volume $V=30$ litres d'eau dans des piézomètres de 6 cm de diamètre. Le niveau doit donc monter d'une hauteur $h=V/\pi r^2=10,6$ m. Le seul piézomètre qui déborde lors de l'injection est PZ19.

L'injection dure entre 20 et 30s, le chronomètre démarre 15s après le début de l'injection. La profondeur de la nappe est mesurée avant et après l'injection aussi souvent que possible.

Traitement des données

Si F est la profondeur avant injection et f après l'injection, le rabattement h de la nappe est donné par $h=F-f$. A $t=0$, $h=h_0$. Le niveau descend trop rapidement au début pour permettre d'accéder directement à h_0 .

Sur du papier calque, je reporte en coordonnées bilogarithmiques h en fonction du temps. Les courbes obtenues sont déplacées sur une abaque où h/h_0 est tracée en fonction du temps réduit tT/r^2 (de Marsily, 1994). En prenant n'importe quel point (pas forcément sur la courbe), on possède deux couples de valeurs (t,h) et $(tT/r^2, h/h_0)$ qui permettent d'avoir à la fois T et h_0 . Pour de nombreuses courbes expérimentales, l'incertitude sur T et h est trop importante. Connaissant, par un essai de pompage, la valeur de T au piézomètre I ($T=10^{-4}$ m²/s), j'en déduit la valeur de h_0 . Je trouve $h_0=2,5$ m. J'émetts l'hypothèse que cette valeur de h_0 est valable pour tous les piézomètres. Je recalcule ainsi T pour chaque piézomètre.

Slug tests
Rabattement en fonction du temps

Forage	Temps (s)	Rabattement (m)	
I	40	0,865	
	65	0,205	
	105	0,095	
	165	0,055	
	195	0,045	
510	0,005		
K	45	0,0225	
	55	0,0125	
	75	-0,005	
L	45	0,4175	
	75	0,0275	
	135	0,0175	
	240	0,0075	
M	40	0,66	
	50	0,62	
	80	0,42	
	95	0,28	
	145	0,1	
	185	0,06	
	215	0,045	
	300	0,025	
	360	0,02	
	410	0,0175	
	435	0,015	
	480	0,01	
	N	30	0,995
		35	0,645
45		0,545	
120		0,205	
150		0,185	
180		0,1725	
210		0,15	
225		0,14	
240		0,1325	
270		0,125	
290		0,115	
315		0,11	
345		0,095	
360		0,09	
380		0,085	
415		0,075	
440		0,07	
465		0,065	
485	0,06		
510	0,055		
525	0,0525		
570	0,045		
630	0,04		
690	0,035		
750	0,03		
840	0,025		
960	0,0225		
1140	0,0175		
1500	0,0125		
2160	0,0125		

Forage	Temps (s)	Rabattement (m)
O	45	0,33
	90	0,21
	115	0,18
	135	0,15
	160	0,12
	180	0,1
	200	0,085
	220	0,07
	240	0,06
	260	0,055
	295	0,045
	320	0,04
	345	0,0375
	375	0,03
	415	0,0275
	445	0,02
	495	0,0175
515	0,015	
550	0,0125	
585	0,0125	
690	0,01	
990	0,01	
5490	0,01	
P	60	0,095
	75	0,035
	105	0,025
	135	0,015
	180	0,0125
	210	0,01
	300	0,005
Q	45	0,0575
	75	0,0375
	90	0,0275
	120	0,0225
	145	0,0175
	210	0,0125
	285	0,0075
	510	0,005
	645	0,0025
	1440	0,0025

Forage	Temps (s)	Rabattement (m)
Z18	45	1,02
	55	0,62
	85	0,34
	105	0,29
	120	0,26
	145	0,235
	165	0,215
	180	0,195
	205	0,18
	230	0,16
	250	0,145
	265	0,13
	280	0,12
	300	0,11
	325	0,1
	340	0,095
	360	0,085
	390	0,075
	410	0,07
	430	0,065
465	0,055	
490	0,05	
515	0,045	
545	0,04	
670	0,03	
790	0,02	
945	0,015	
1155	0,01	
2400	0,0025	

Forage	Temps (s)	Rabattement (m)
Z19	60	1,95
	75	1,15
	100	0,78
	115	0,62
	135	0,48
	185	0,2
	210	0,19
	240	0,14
	270	0,11
	300	0,09
	340	0,075
	375	0,065
	390	0,06
	420	0,055
	460	0,05
	510	0,045
	570	0,04
690	0,0275	
990	0,02	
1710	0,01	
2310	0	
Z20	35	2,06
	40	1,31
	65	0,34
	80	0,24
	100	0,17
	120	0,12
	145	0,1
	165	0,08
	185	0,07
	215	0,06
	240	0,05
	260	0,045
	285	0,04
320	0,03	
450	0,02	
540	0,0175	
675	0,0125	
910	0,01	
1560	0,0025	
Z24	35	0,72
	55	0,08
	90	0,01
	120	-0,02

Forage	Temps (s)	Rabattement (m)
Z25	45	2,29
	55	1,09
	80	0,29
	95	0,2
	115	0,14
	130	0,1
	150	0,08
	180	0,06
	205	0,05
	225	0,04
	285	0,03
	330	0,025
	390	0,0175
450	0,0125	
525	0,0075	
900	0,005	
Z26	55	1,87
	60	1,42
	85	0,6
	105	0,43
	110	0,38
	120	0,35
	130	0,3
	135	0,27
	145	0,24
	150	0,21
	165	0,18
	175	0,15
	185	0,14
200	0,12	
220	0,1	
225	0,09	
265	0,07	
275	0,06	
315	0,045	
335	0,04	
405	0,03	
600	0,02	
1050	0,01	
1800	0,01	
3000	0	
Z27	45	0,295
	55	0,015
	90	0,005
	165	0
Z28	50	0,02
	120	0
Z29	45	0
	115	-0,02
Z30	50	0,94
	55	-0,02

Annexe 9

Appareillage de mesure automatique de
température dans le piézomètre CA1

Sondes de températures du piézomètre CA1

Le 21/1/00 sont installés deux capteurs de températures dans le piézomètre CA1 :

T1 à 17,75 m de profondeur,

T2 à 24 m de profondeur.

Ce sont des capteurs de température de type LM35DZ qui fournissent un signal en tension continue proportionnel à la température (10 mV/°C). Les caractéristiques techniques du capteur LM35DZ sont données ci-dessous :

Gamme de température		: 0°C à +100°C		
Tension de sortie		: 0-1V		Tension d'alimentation : 0-5V (pile 4,5V)
Paramètres	Conditions	Valeur typique	Limite testée ⁽²⁾	Design limit ⁽³⁾
Exactitude ⁽¹⁾	T=0°C	±0,9°C	±1,5°C	±2,0°C
	T=25°C	±0,6°C		
	T=100°C	±0,9°C		
Non-linéarité	0°C<T<100°C	±0,2°C		±0,5°C
Pente moyenne	0°C<T<100°C	10,0 mV/°C		+9,8 mV/°C +10,2 mV/°C
Consommation en courant	V=+5V, +25°C	56 µA	80 µA	138 µA
	V=+5V	91 µA		
Temp. Minimale pour l'exactitude rapportée		+1,5°C		+2,0°C
Stabilité à long terme	T=100°C, 1000h	±0,08°C		

(1) Erreur entre la température calculée par la sonde et la température réelle à pleine échelle.

(2) Les limites testées sont garanties et testées à 100% lors de la fabrication.

(3) Les « design limits » sont garanties (mais non testées à 100% en laboratoire) sur la gamme de température indiquée.

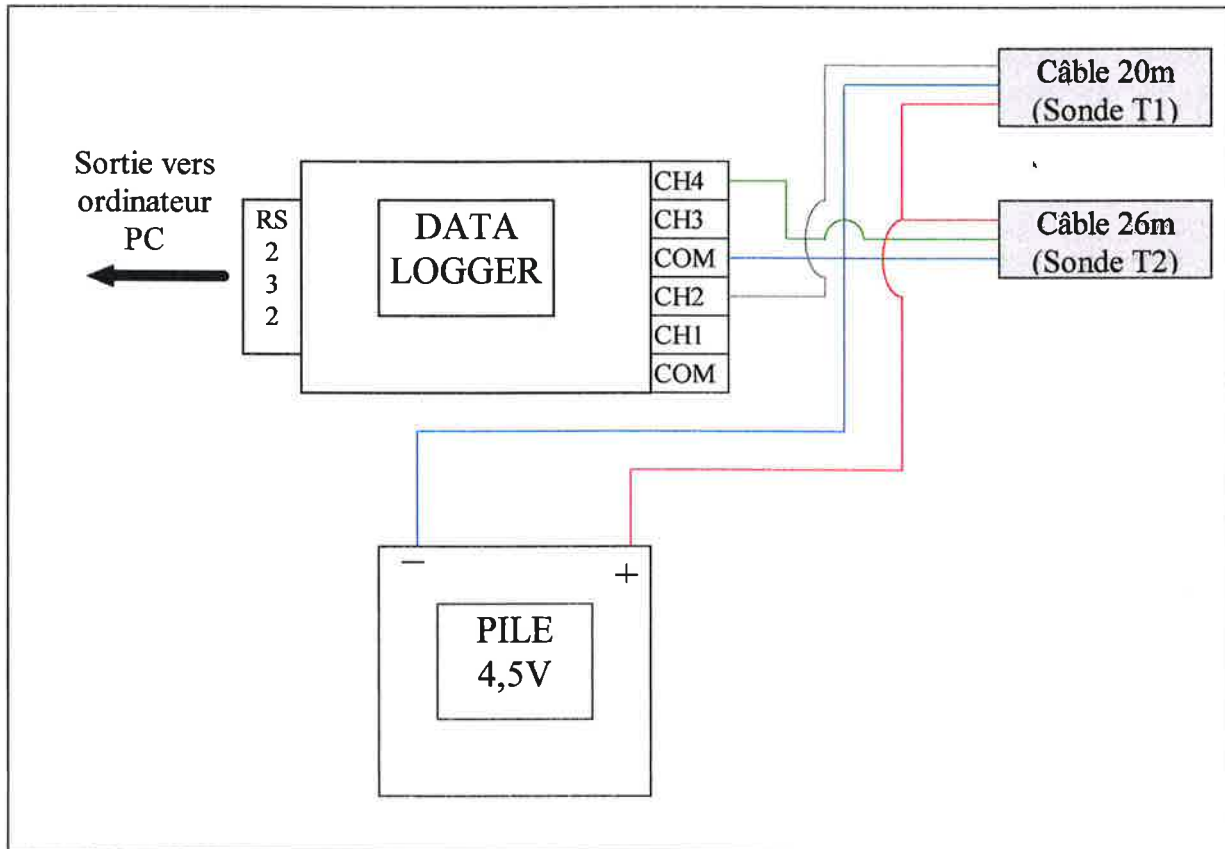
Les capteurs sont reliés par deux câbles à un data logger situé à la surface.

Les caractéristiques du data logger sont données ci-dessous :

<u>Marque</u>	: Omega	
<u>Modèle</u>	: OM-SP4000	<u>Prix HT</u> : 3860F
<u>Description</u>	: enregistreur à 5 voies : 2 entrées tension, 2 entrées 4-20mA, température ambiante	
<u>Conversion Analog/Digital</u>	: 12bits	
<u>Intervalle de mesure</u>	: de 10s à 24h par multiples de 10s	
<u>Mémoire</u>	: 21500 acquisitions	
<u>Alimentation interne</u>	: pile lithium 3.6V. Durée de vie de la pile : 10 ans à 1mesure/mn	
<u>Précision de l'horloge</u>	: ±1mn/mois à plein régime	
<u>Taille</u>	: 71x53x18mm	<u>Masse</u> : 62g
<u>Température ambiante acceptable</u>	: -40 à +70°C	<u>Humidité</u> : 0-95%
<u>Précision (exactitude)</u>	: 0,15% de la gamme de mesure	
<u>Résolution</u>	: 0,025% de la gamme de mesure	
<u>Entrées Tension</u>	: 0-1V ou 0-10V DC au choix.	Impédance>1M
<u>Entrées Courant</u>	: 0-22mA	Impédance : 50
	Protection surcharge : 30V (protection contre l'inversion de polarité)	
	Protection surcharge : 30V (protection contre l'inversion de polarité)	

Montage électrique sondes-datalogger

Le data logger permet l'enregistrement automatique des données en tension à un pas de temps allant de 10s à 24h. On le fixe à 30mn. Le data logger est programmé et les données récupérées sur un ordinateur relié au data logger par un câble RS232. Il est placé en surface dans un boîtier étanche IP66. La gamme de mesure choisie est 0-1V, et les données sont enregistrées sur 12 bits ce qui donne une précision égale à $1/2^{12}V = 0,244mV$ soit $0,0244^{\circ}C$. Le data logger possède également un capteur intégré de la température atmosphérique. Le montage électrique de l'ensemble data logger-sondes de températures est le suivant :



Les premières mesures de température ambiante, en comparaison avec un thermomètre à mercure, donnent $T1=T_{amb}$ et $T2=T_{amb}+1,9^{\circ}C$, ce qui n'est pas étonnant d'après les données techniques des sondes de température : exactitude : $\pm 1,5^{\circ}C$ pour chaque sonde.

THE HISTORY OF THE UNITED STATES OF AMERICA

The history of the United States of America is a story of a young nation that grew from a small group of colonies on the eastern coast of North America to a powerful superpower that spans across two continents. The story begins with the first European settlers in the early 17th century, who established colonies in Virginia, Massachusetts, and other parts of the eastern seaboard. These colonies were initially dependent on England for trade and protection, but as they grew, they began to assert their independence and demand more self-governance. This led to a series of conflicts with the British, culminating in the American Revolutionary War (1775-1783). The war resulted in the United States gaining its independence and becoming a sovereign nation. The new nation was founded on the principles of liberty, democracy, and the rule of law, as outlined in the Declaration of Independence (1776) and the Constitution (1787). The early years of the United States were marked by westward expansion, territorial acquisitions, and the struggle to define the role of the federal government. The Louisiana Purchase (1803) and the Texas Annexation (1845) significantly increased the size of the United States, but also led to the Mexican-American War (1846-1848) and the Civil War (1861-1865). The Civil War was a pivotal moment in American history, as it resolved the issue of slavery and established the United States as a single, unified nation. The Reconstruction era (1865-1877) followed, during which the federal government sought to rebuild the South and ensure civil rights for African Americans. The late 19th and early 20th centuries were characterized by industrialization, urbanization, and the rise of a powerful middle class. The United States emerged as a global superpower, with its influence extending across the world. The Spanish-American War (1898) and the acquisition of territories like Hawaii and the Philippines marked the beginning of the United States' imperialist era. The 20th century was a period of significant social and political change, including the Great Depression (1929-1939), the New Deal (1933-1939), and the rise of the United States as a world leader during World War II (1939-1945). The Cold War (1947-1991) followed, as the United States and the Soviet Union vied for global dominance. The end of the Cold War and the fall of the Soviet Union in 1991 marked the beginning of a new era of globalization and international cooperation. The United States continues to play a leading role in the world, facing new challenges and opportunities in the 21st century.

Annexe 10

Installation et fonctionnement de l'enregistreur
piézométrique Orphimèdes ®

ORPHIMEDES

enregistreur compact pour le suivi de nappe

ORPHIMEDES est un produit tout à fait original de OTT, qui combine les techniques mécaniques, électriques, pneumatiques et surtout électroniques, pour assurer la mesure et l'enregistrement du niveau des nappes d'eau souterraines.

Présentation

ORPHIMEDES se glisse dans un forage de 2" et comprend **deux parties reliées par une ligne d'air**:

- le **corps principal**, cylindrique, suspendu dans la partie haute du forage, qui contient dans son enveloppe transparente :
 - l'électronique de commande et d'acquisition des mesures,
 - un afficheur qui est activé dès qu'on sort l'appareil du forage,
 - l'interface optique pour le paramétrage et la lecture des données à travers le port série d'un PC portable équipé d'un adaptateur IRDA (la liaison s'opère sans câble, par faisceau infrarouge),
 - un compresseur miniature à piston, de conception entièrement nouvelle, assurant la continuité de la liaison pneumatique jusqu'à l'embouchure de prise de pression,
 - un capteur de type absolu mesurant alternativement la pression dans le tube de prise et la pression atmosphérique
 - les 4 piles 1.5 V assurant à l'appareil une autonomie de plus d'une année
- la **prise de pression**, suspendue par un câble en kevlar à la profondeur requise, et reliée au corps principal par un tube souple en Rilsan. La prise, munie à sa base d'ouvertures de communication avec l'eau du forage, est emplie d'air comme le tube souple. Elle présente un espace intérieur formant cloche pour limiter l'entrée d'eau lors de remontée de la nappe entre une injection d'air et une mesure de pression.

Principe de mesure

ORPHIMEDES fonctionne selon le **principe d'injection d'air, ou méthode "bulle à bulle"**, qui consiste à gonfler le tube en Rilsan et donc la cloche de prise jusqu'à une valeur égale à la pression hydrostatique de l'eau aux orifices de prise. Cette valeur est en pratique la hauteur d'eau à mesurer. L'air injecté une fois l'équilibre de pression atteint s'échappe de la prise sous forme de bulles, d'où le nom de la méthode.

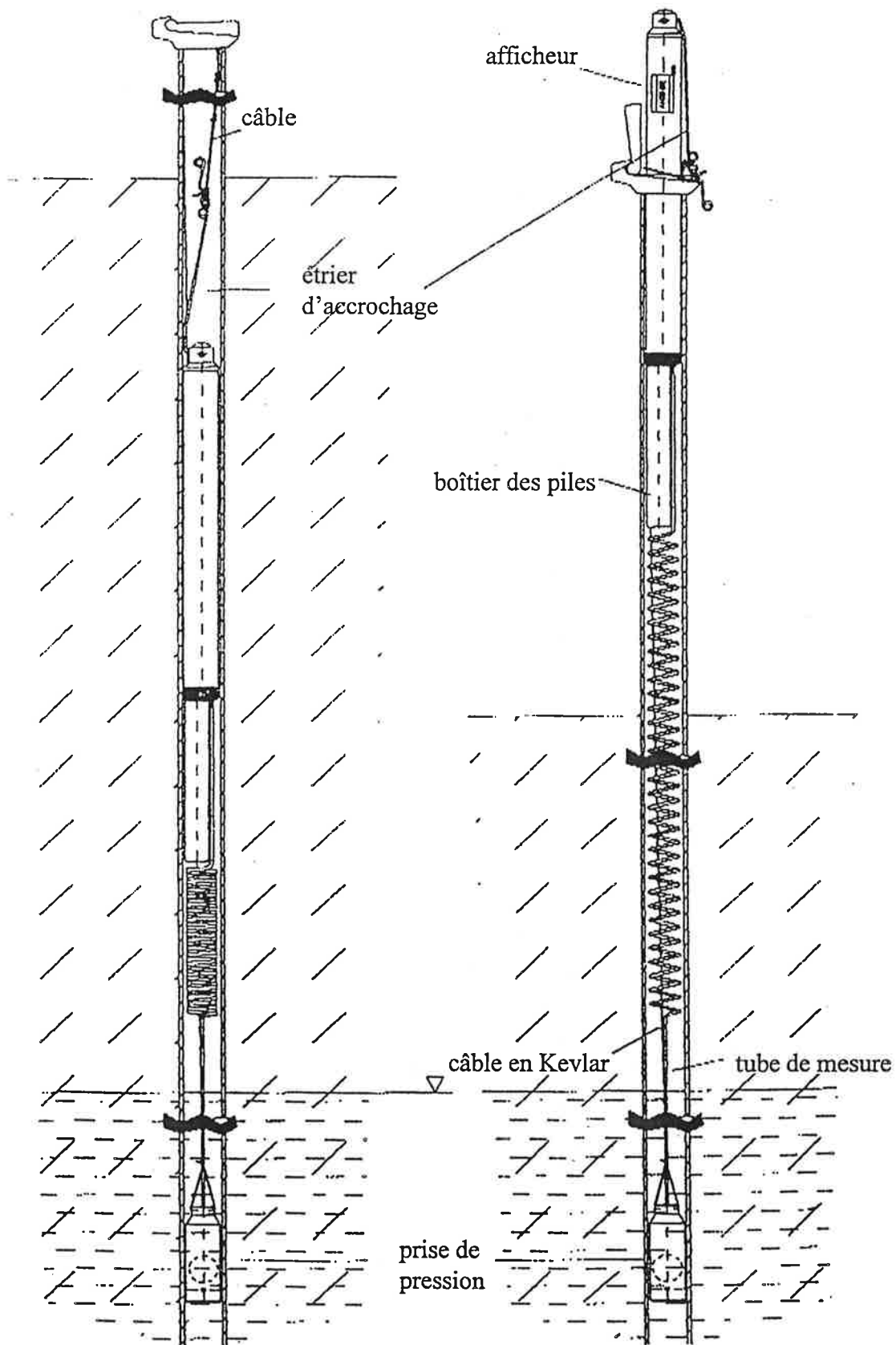
Le microcompresseur à piston, dans sa position de repos, met en communication le capteur de pression (capteur piézorésistif absolu au silicium) avec l'air ambiant et une mesure de la pression atmosphérique est ainsi effectuée avant chaque cycle de compression. Le micromoteur qui actionne le piston agit autant de fois qu'il est nécessaire pour que la pression dans le tube de mesure soit stabilisée, ce qui manifeste que l'air arrive bien au niveau de l'embouchure. L'intérieur du piston est pour cela mis en communication avec le capteur de pression à chaque fin de course. La hauteur d'eau au dessus de la prise de pression est directement issue des mesures ci-dessus.

Particularités

- Le corps principal peut être **sorti du forage** à tout moment sans modifier la position de la prise de pression grâce à une liaison extensible entre le corps et le tube de mesure (genre fil de téléphone torsadé)
- L'**afficheur** intérieur est alors automatiquement activé, et visible puisque tout l'ensemble est réalisé dans un matériau transparent. Il donne la hauteur instantanée, l'heure, la date et la consommation
- La lecture des données ou le paramétrage s'effectuent **sans câble**, par liaison infrarouge, avec un micro-ordinateur portable muni d'un port série IRDA (InfraRed Data Association) ou d'un adaptateur fourni par nous
- L'autonomie électrique dépasse **une année** avec un seul jeu de piles
- Le tube en Rilsan qui relie le corps principal et la prise de pression a un coût très faible et est **coupé à la longueur voulue par l'utilisateur**
- Une valve à balle de ping-pong logée dans la cloche de prise **empêche les remontées d'eau** dans le tube de mesure
- L'enregistreur intégré est bien sûr compatible avec nos autres systèmes et logiciels, et se configure donc à partir d'une **matrice utilisateur**

Caractéristiques techniques

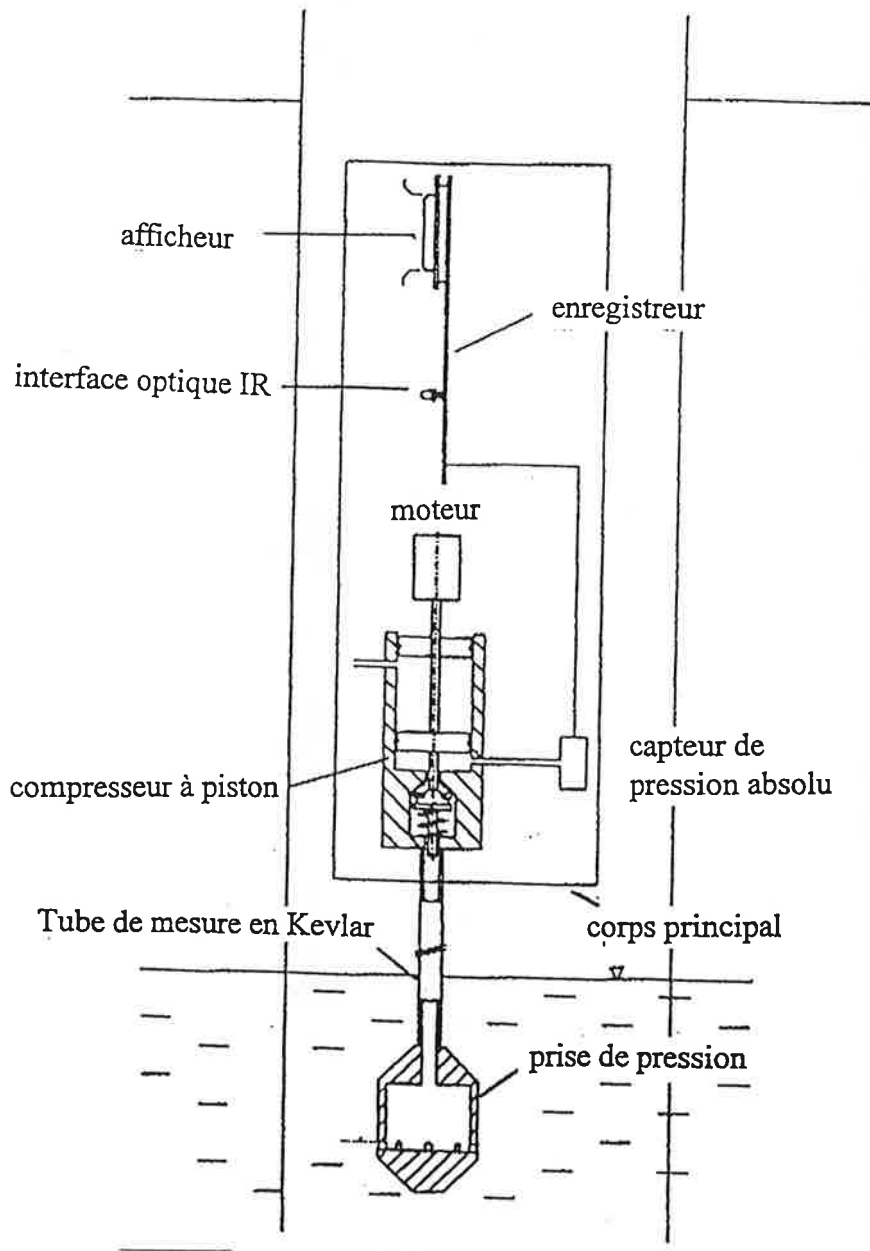
Plage de mesure :	10 m
Précision à long terme :	+/-1 cm
Diamètre d'installation :	2"
Longueur du tube de mesure :	100 m et plus
Température extérieure admise :	-30°C à +60°C
Alimentation :	4 piles 1.5 V
Autonomie électrique :	> 1 an
Capacité d'enregistrement :	11000 mesures
Intervalle de scrutation :	15 mn à 24 h
	Enregistrement sur événement



A gauche, Orphimedes en place

A droite, Orphimedes tiré du forage sans déplacement de la prise de pression

Schéma de présentation d'ORPHIMEDES



Annexe 11

Cotes de la Loire à Gien et à Orléans pour les
années 1997 à 2000.

Calcul de la cote à Sandillon, au niveau de la
carrière

L'annexe 11 comprend:

-Un tableau des cotes NGF des niveaux zéros aux échelles des différentes stations de surveillance du niveau de la Loire.

-Un exemple de tableau de relevés du niveau de la Loire fourni par la DDE du Loiret.

-Un profil en longueur du plan d'eau de la Loire entre Gien et Chateauneuf fourni par la DDE.

-Un tableau des cotes NGF de la Loire relevées quotidiennement à 8h00 à Gien et Orléans. Dans ce même tableau figurent également les cotes de la nappe au niveau du réseau piézométrique alluvionnaire ainsi que les cotes de la Loire à Sandillon (Ys) calculées à partir de la cote à Gien (Yg) selon les formules empiriques suivantes :

$$Yg < 121,26 \text{ mNGF}; Ys = 1,642142Yg - 103,996$$

$$Yg > 121,26 \text{ mNGF}; Ys = 0,753690Yg + 3,734$$

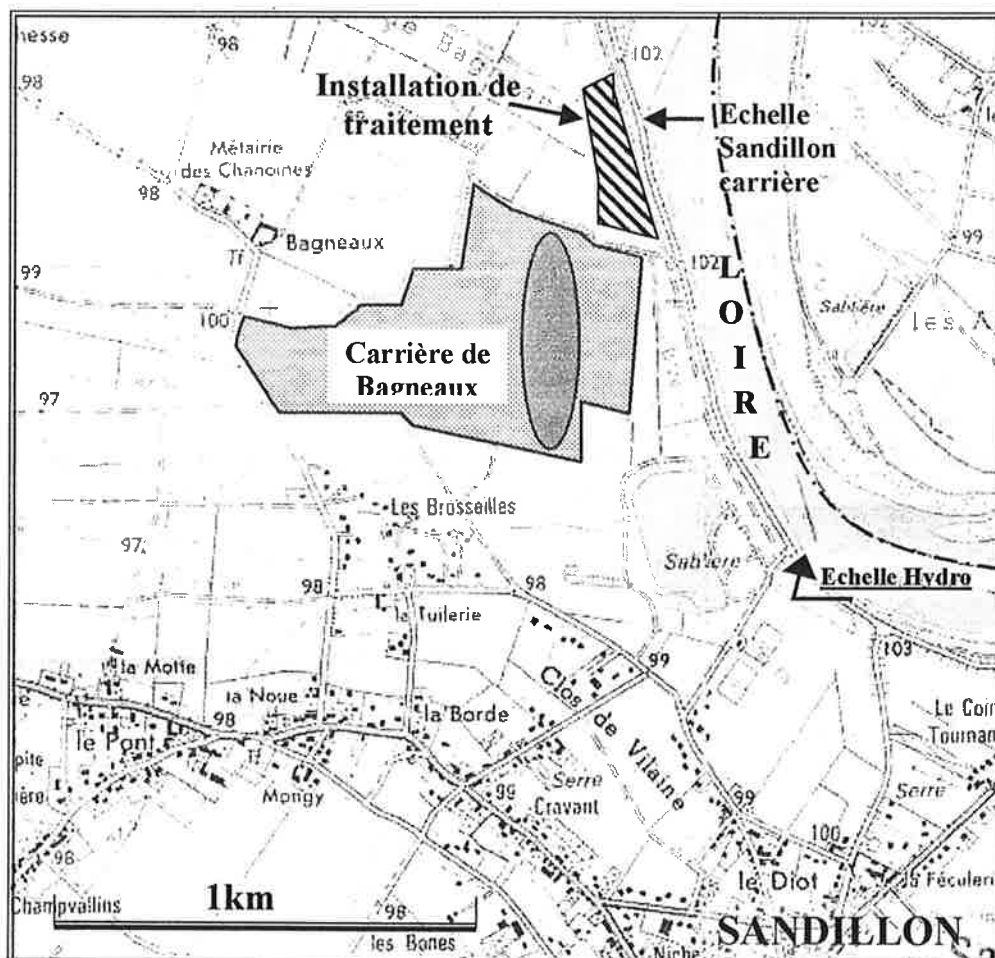
L'heure où ces cotes s'appliquent dépend du régime de la Loire:

Si $Yg < 122,71$ mNGF, la cote à Sandillon est calculée à 20h le même jour.

Si $Yg > 122,71$ mNGF, la cote à Sandillon est calculée à 16h le même jour.

L'endroit exact où la cote de la Loire est calculée a pour coordonnées dans le système Lambert: X=576746,25 m et Y=318316,608 m.

Ce point est localisé au niveau de l'échelle Sandillon carrière sur la figure ci-dessous.



LA LOIRE

Situation des échelles

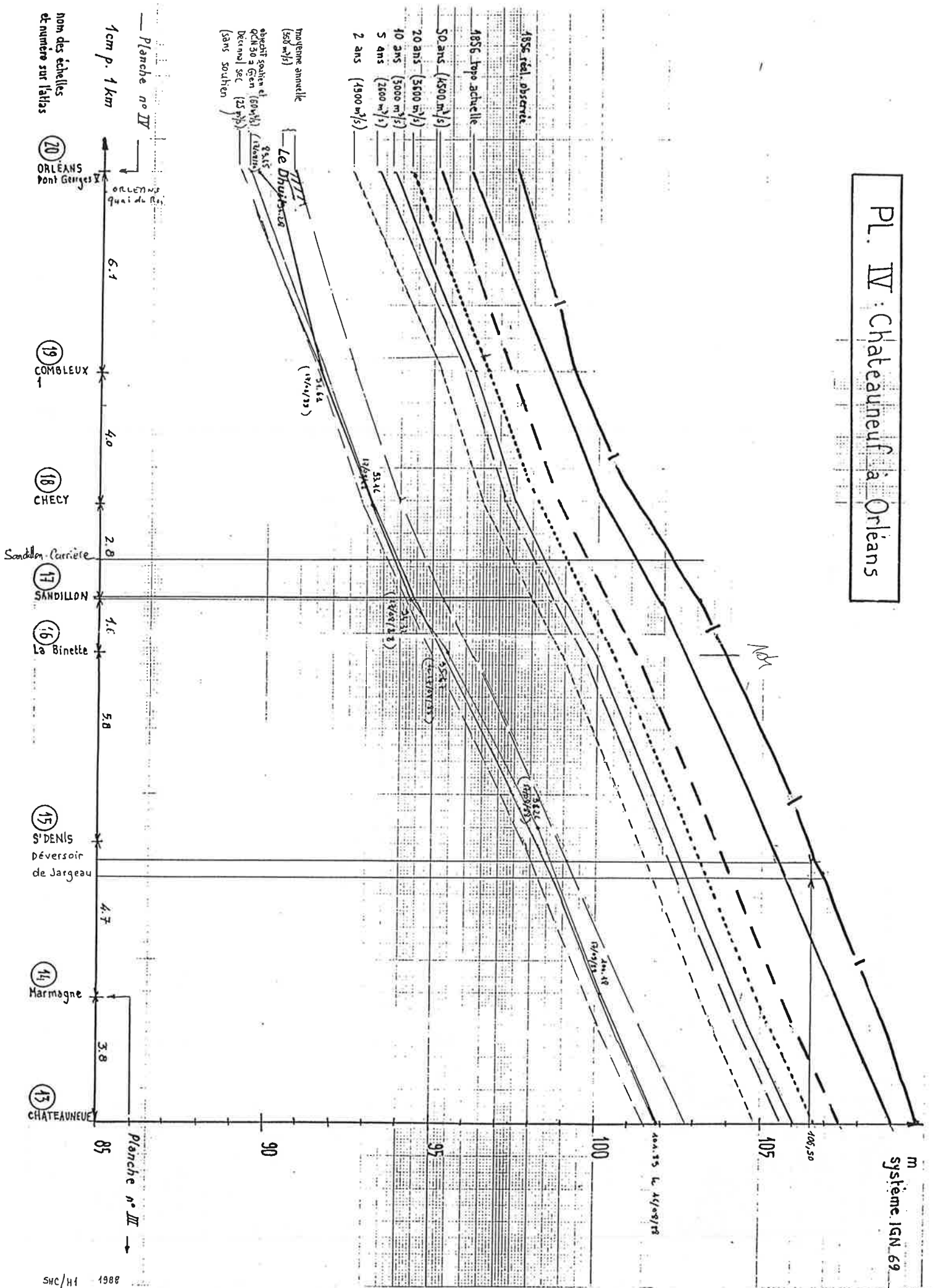
Zéro NGF de l'échelle	Rive droite	Rive gauche	Distance depuis l'océan en kms	Emplacement des échelles
90,17	X		364,4	Orléans - Pont Georges V
				Saint Loup
	X			Saint Jean de Braye
91,38	X		370,5	Combleux
94,12	X		374,5	Chécy
95,58		X	377,3	Sandillon <i>zéro : 95,87 IGN 69</i>
98,65	X		384,7	Jargeau
102,34	X		393,2	Châteauneuf sur Loire
106,8	X		403	Saint Benoit
107,79		X	405,2	Bouteille
110,85	X		412,9	Saint Père sur Loire
115		X	422,9	Cresson
116,53		X	425,9	Ronce
120,76	X		436,2	Gien - Vieux Pont
125,1	X		445,1	Briare - Baraban
125,91	X		446,1	Briare - Pont
127,66	X		450,4	Ecluse
128,11		X	451,2	Châtillon sur Loire - Pont
140,06	X		476,8	Cosne sur Loire
144,26		X	486,1	Saint Thibault
149,35	X		495,6	Pouilly sur Loire
155,08	X		509,5	La Charité sur Loire
164,29 p.b		X	531	Givry
164,33 p.h		X	"	"
disparu			531,5	Fourchambault
168,25		X	537,3	Bec d'Allier

Mois :

OCTOBRE 97

Jours	Heures	Loire			Allier			Loire					Cher		Indre	
		VILVEREST	BIGON	GILLY	ST-YORRE	CHATEL	GIVRY	CHATELON	GIEN	ORLÉANS	BLOIS	TOURNAI	NOYERS	TOURS	MONTBAZON	
16	8	0,17	0,32	1,29	0,47	1,10	1,05	1,00	0,48	-	0,93	1,08		2,18		0,68
	12						-1,04	1,05			1,08					
	16						-1,06	1,04	0,28		1,08					
17	8	0,17	0,34	1,35	0,53	1,07	1,00	1,00	0,45	-0,82	1,08		2,14		0,67	
	12						-0,97				1,08					
	16						-0,90	0,37			1,08					
18	8	0,17	0,35	1,35	0,48	1,06	0,90	0,34	0,43	-0,80	1,08		2,13		0,58	
	12						-0,95				1,08					
	16						-0,95				1,08					
19	8	0,17	0,34	1,28	0,43	1,13	0,98	0,32	0,41	0,76	1,08		2,12		0,64	
	12						0,98				1,08					
	16						-0,97	0,32			1,07					
20	8	0,17	0,33	1,25	0,41	1,17	1,04	0,28	0,43	-0,74	1,05		2,10		0,66	
	12						-1,04				1,05					
	16						-1,04	0,28			1,05					
21	8	0,17	0,32	1,24	0,40	1,19	1,10	0,34	0,45	0,76	1,04		2,36		0,67	
	12						1,10				1,05					
	16						-1,11	0,34			1,05					
22	8	0,16	0,32	1,23	0,40	1,19	1,12	0,29	0,49	0,90	1,06		2,37		0,65	
	12						-1,12				1,07					
	16						-1,11	0,29			1,07					
23	8	0,16	0,32	1,22	0,42	1,19	1,15	0,24	0,50	0,83	1,08		2,41		0,67	
	12						-1,15				1,07					
	16						-1,13	0,24			1,07					
24	8	0,16	0,34	1,20	0,37	1,15	1,16	0,24	0,53	-0,86	1,08		2,13		0,66	
	12						-1,16				1,08					
	16						-1,16	0,24			1,08					
25	8	0,16	0,31	1,20	0,34	1,16	1,17	0,23	0,53	0,87	1,08		2,45		0,66	
	12						-1,16				1,08					
	16						-1,15	0,23			1,08					
26	8	0,16	0,31	1,18	0,36	1,16	1,17	0,22	0,54	0,88	1,10		2,47		0,66	
	12						-1,17				1,10					
	16						-1,17	0,22			1,10					
27	8	0,16	0,31	1,18	0,33	1,16	1,18	0,23	0,54	0,90	1,10		2,48		0,67	
	12						-1,17				1,00					
	16						-1,16	0,23			0,80					
28	8	0,17	0,30	1,18	0,32	1,19	1,18	0,21	0,55	0,90	1,10		2,47		0,59	
	12						-1,17				1,10					
	16						-1,18	0,21			1,10					
29	8	0,20	0,31	1,18	0,31	1,20	1,20	0,21	0,55	0,90	1,11		2,48		0,67	
	12						-1,20				1,11					
	16						-1,20	0,21			1,11					
30	8	0,20	0,32	1,20	0,30	1,20	1,20	0,20	0,56	0,91	1,11		2,52		0,68	
	12						-1,20				1,11					
	16						-1,20	0,20			1,11					
31	8	0,20	0,33	1,20	0,30	1,20	1,20	0,19	0,57	-0,92	1,11		2,49		0,59	
	12						-1,19				1,11					
	16						-1,18	0,19			1,11					

Pl. IV : Chateauneuf à Orléans



nom des échelles et numéro sur lattes

1cm p. 1 km

Planche n° IV

Planche n° III

Cotes de la Loire à Gien, Orléans et Sandillon. Cotes de la nappe à Sandillon au niveau du réseau piézométrique alluvionnaire

janvier-97				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	121,59	90,81	95,38	
2	121,53	90,78	95,33	
3	121,49	90,75	95,30	
4	121,39	90,68	95,22	
5	121,35	90,61	95,19	
6	121,33	90,59	95,18	
7	121,30	90,56	95,16	
8	121,17	90,47	94,98	
9	121,24	90,44	95,10	
10	121,22	90,47	95,06	
11	121,30	90,48	95,16	
12	121,51	90,69	95,31	
13	121,49	90,77	95,30	
14	121,45	90,74	95,27	
15	121,37	90,67	95,21	
16	121,29	90,59	95,15	
17	121,23	90,51	95,08	
18	121,20	90,47	95,03	
19	121,21	90,45	95,05	
20	121,49	90,65	95,30	
21	122,16	90,93	95,80	
22	122,38	91,07	95,97	
23	122,92	91,16	96,38	
24	123,21	91,42	96,60	
25	123,15	91,47	96,55	
26	122,81	91,29	96,29	
27	122,46	91,16	96,03	
28	122,33	91,09	95,93	
29	122,09	91,00	95,75	
30	121,99	90,95	95,68	
31	121,83	90,92	95,56	

février-97				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	121,70	90,87	95,46	
2	121,61	90,82	95,39	
3	121,46	90,77	95,28	
4	121,49	90,74	95,30	
5	121,42	90,71	95,25	
6	121,39	90,67	95,22	
7	121,31	90,62	95,16	92,46
8	121,34	90,55	95,19	92,43
9	121,28	90,55	95,14	92,42
10	121,29	90,61	95,15	
11	121,24	90,53	95,10	92,34
12	121,14	90,47	94,93	
13	121,19	90,39	95,02	92,31
14	121,15	90,45	94,95	92,31
15	121,28	90,45	95,14	92,33
16	121,69	90,64	95,45	92,46
17	121,95	90,91	95,65	92,52
18	121,91	90,99	95,62	92,58
19	121,75	90,91	95,50	92,55
20	121,66	90,87	95,43	92,50
21	121,64	90,85	95,41	
22	121,54	90,79	95,34	92,52
23	121,49	90,73	95,30	92,51
24	121,41	90,71	95,24	92,46
25	121,28	90,63	95,14	
26	121,40	90,75	95,23	92,53
27	121,39	90,79	95,22	92,54
28	121,57	90,78	95,36	92,58

mars-97				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	121,65	90,83	95,42	92,60
2	121,55	90,84	95,35	
3	121,44	90,77	95,26	92,52
4	121,35	90,69	95,19	92,51
5	121,25	90,60	95,11	
6	121,15	90,50	94,95	92,45
7	121,09	90,41	94,85	
8	121,06	90,38	94,80	92,40
9	121,01	90,29	94,72	
10	120,97	90,25	94,65	
11	120,94	90,22	94,60	
12	120,89	90,17	94,52	
13	120,85	90,10	94,46	
14	120,84	90,04	94,44	
15	120,78	90,02	94,34	
16	120,77	90,00	94,33	
17	120,77	89,97	94,33	
18	120,75	89,95	94,29	
19	120,73	89,95	94,26	
20	120,67	89,89	94,16	
21	120,65	89,84	94,13	
22	120,65	89,81	94,13	
23	120,63	89,79	94,10	
24	120,67	89,81	94,16	
25	120,71	89,88	94,23	
26	120,63	89,84	94,10	
27	120,57	89,76	94,00	
28	120,58	89,72	94,01	
29	120,56	89,71	93,98	
30	120,54	89,74	93,95	91,80
31	120,58	89,72	94,01	

avril-97				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,54	89,72	93,95	91,73
2	120,55	89,70	93,96	
3	120,50	89,66	93,88	91,71
4	120,47	89,59	93,83	
5	120,44	89,57	93,78	91,66
6	120,45	89,55	93,80	
7	120,41	89,54	93,73	
8	120,46	89,54	93,82	
9	120,46	89,53	93,82	
10	120,41	89,52	93,73	
11	120,36	89,51	93,65	
12	120,39	89,49	93,70	91,50
13	120,38	89,48	93,69	
14	120,36	89,47	93,65	
15	120,34	89,46	93,62	
16	120,32	89,44	93,59	
17	120,30	89,41	93,55	
18	120,31	89,40	93,57	
19	120,30	89,38	93,55	
20	120,29	89,37	93,54	91,39
21	120,28	89,37	93,52	
22	120,28	89,35	93,52	
23	120,27	89,34	93,50	
24	120,25	89,32	93,47	
25	120,25	89,31	93,47	
26	120,25	89,32	93,47	
27	120,28	89,34	93,52	91,30
28	120,29	89,36	93,54	
29	120,30	89,37	93,55	
30	120,34	89,38	93,62	

mai-97				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,36	89,39	93,65	
2	120,35	89,41	93,64	91,33
3	120,34	89,41	93,62	91,36
4	120,32	89,40	93,59	91,36
5	120,30	89,38	93,55	
6	120,33	89,39	93,60	
7	120,36	89,42	93,65	
8	120,46	89,47	93,82	91,41
9	120,51	89,56	93,90	91,41
10	120,56	89,64	93,98	91,45
11	120,55	89,69	93,96	91,48
12	120,60	89,69	94,05	
13	120,63	89,74	94,10	
14	120,66	89,80	94,14	
15	120,68	89,82	94,18	
16	120,70	89,84	94,21	91,56
17	120,66	89,85	94,14	91,58
18	120,58	89,78	94,01	91,58
19	120,52	89,69	93,91	91,57
20	120,49	89,63	93,87	
21	120,47	89,61	93,83	
22	120,54	89,61	93,95	
23	120,55	89,69	93,96	
24	120,50	89,67	93,88	
25	120,46	89,61	93,82	91,50
26	120,42	89,56	93,75	
27	120,40	89,52	93,72	
28	120,38	89,49	93,69	
29	120,36	89,47	93,65	
30	120,30	89,42	93,55	
31	120,28	89,39	93,52	91,33

juin-97				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,26	89,37	93,49	91,32
2	120,25	89,35	93,47	
3	120,24	89,32	93,46	
4	120,26	89,31	93,49	
5	120,29	89,34	93,54	
6	120,34	89,39	93,62	91,22
7	120,32	89,42	93,59	91,23
8	120,31	89,39	93,57	
9	120,32	89,37	93,59	
10	120,32	89,37	93,59	
11	120,34	89,40	93,62	
12	120,31	89,41	93,57	
13	120,29	89,38	93,54	
14	120,28	89,35	93,52	91,22
15	120,26	89,33	93,49	91,22
16	120,28	89,32	93,52	91,19
17	120,25	89,33	93,47	91,18
18	120,22	89,34	93,42	
19	120,20	89,30	93,39	
20	120,24	89,28	93,46	
21	120,22	89,31	93,42	91,20
22	120,25	89,30	93,47	91,21
23	120,27	89,31	93,50	
24	120,27	89,34	93,50	
25	120,24	89,35	93,46	
26	120,34	89,38	93,62	
27	120,34	89,44	93,62	
28	120,38	89,45	93,69	91,27
29	120,38	89,46	93,69	91,30
30	120,44	89,47	93,78	

(1) Cote à l'échelle Sandillon-Carrière calculée à partir de Gien

(2) Piézomètres B,E,Z33,Q,O,CA1,Y,Z

Cotes de la Loire à Gien, Orléans et Sandillon. Cotes de la nappe à Sandillon au niveau du réseau piézométrique alluvionnaire

juillet-97				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,48	89,60	93,85	
2	120,52	89,67	93,91	
3	120,62	89,75	94,08	
4	120,65	89,84	94,13	
5	120,67	89,84	94,16	91,62
6	120,65	89,84	94,13	91,63
7	120,62	89,78	94,08	
8	120,62	89,76	94,08	
9	120,58	89,75	94,01	
10	120,52	89,69	93,91	
11	120,48	89,62	93,85	91,54
12	120,43	89,56	93,77	91,55
13	120,37	89,51	93,67	91,54
14	120,44	89,47	93,78	91,52
15	120,45	89,58	93,80	
16	120,42	89,55	93,75	
17	120,39	89,48	93,70	
18	120,36	89,46	93,65	
19	120,32	89,44	93,59	
20	120,29	89,40	93,54	91,36
21	120,27	89,36	93,50	
22	120,27	89,31	93,50	
23	120,25	89,30	93,47	
24	120,24	89,30	93,46	
25	120,23	89,28	93,44	
26	120,20	89,28	93,39	
27	120,20	89,27	93,39	
28	120,20	89,27	93,39	
29	120,22	89,26	93,42	
30	120,25	89,26	93,47	
31	120,23	89,26	93,44	

août-97				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,20	89,27	93,39	
2	120,20	89,26	93,39	
3	120,38	89,26	93,69	
4	120,16	89,25	93,32	
5	120,16	89,20	93,32	
6	120,15	89,23	93,31	
7	120,23	89,27	93,44	
8	120,29	89,28	93,54	
9	120,39	89,38	93,70	
10	120,37	89,47	93,67	
11	120,32	89,46	93,59	
12	120,25	89,37	93,47	
13	120,20	89,32	93,39	
14	120,22	89,27	93,42	
15	120,22	89,25	93,42	
16	120,17	89,25	93,34	
17	120,16	89,24	93,32	
18	120,19	89,20	93,37	91,09
19	120,17	89,20	93,34	91,07
20	120,21	89,20	93,41	91,06
21	120,23	89,26	93,44	91,07
22	120,22	89,26	93,42	91,07
23	120,23	89,25	93,44	91,07
24	120,19	89,24	93,37	91,07
25	120,17	89,22	93,34	91,06
26	120,19	89,20	93,37	
27	120,23	89,23	93,44	91,04
28	120,28	89,29	93,52	91,09
29	120,37	89,35	93,67	91,08
30	120,38	89,45	93,69	
31	120,46	89,47	93,82	

sept-97				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,45	89,53	93,80	
2	120,45	89,54	93,80	
3	120,38	89,48	93,69	
4	120,35	89,43	93,64	
5	120,43	89,42	93,77	
6	120,47	89,52	93,83	
7	120,41	89,54	93,73	91,28
8	120,37	89,47	93,67	91,26
9	120,36	89,43	93,65	
10	120,31	89,41	93,57	
11	120,29	89,37	93,54	
12	120,27	89,34	93,50	
13	120,27	89,33	93,50	91,25
14	120,26	89,31	93,49	91,25
15	120,26	89,32	93,49	
16	120,28	89,31	93,52	
17	120,27	89,32	93,50	
18	120,27	89,32	93,50	
19	120,25	89,32	93,47	
20	120,23	89,30	93,44	
21	120,21	89,27	93,41	
22	120,19	89,25	93,37	91,14
23	120,18	89,25	93,36	
24	120,17	89,21	93,34	
25	120,16	89,19	93,32	
26	120,16	89,19	93,32	
27	120,16	89,20	93,32	91,12
28	120,18	89,19	93,36	91,12
29	120,14	89,21	93,29	91,12
30	120,17	89,23	93,34	

oct-97				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,18	89,23	93,36	
2	120,18	89,24	93,36	
3	120,18	89,24	93,36	
4	120,17	89,22	93,34	91,12
5	120,16	89,23	93,32	
6	120,19	89,24	93,37	
7	120,21	89,26	93,41	91,13
8	120,23	89,23	93,44	91,14
9	120,23	89,24	93,44	91,14
10	120,24	89,25	93,46	
11	120,23	89,27	93,44	91,19
12	120,23	89,27	93,44	91,19
13	120,24	89,28	93,46	
14	120,24	89,29	93,46	
15	120,28	89,29	93,52	91,16
16	120,28	89,34	93,52	
17	120,31	89,35	93,57	91,20
18	120,33	89,37	93,60	
19	120,35	89,41	93,64	
20	120,33	89,43	93,60	
21	120,31	89,41	93,57	
22	120,27	89,37	93,50	91,24
23	120,26	89,34	93,49	
24	120,23	89,31	93,44	
25	120,23	89,30	93,44	
26	120,22	89,29	93,42	
27	120,22	89,27	93,42	
28	120,21	89,27	93,41	
29	120,21	89,27	93,41	91,20
30	120,20	89,26	93,39	
31	120,19	89,25	93,37	

nov-97				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,20	89,25	93,39	91,20
2	120,20	89,25	93,39	91,20
3	120,21	89,25	93,41	
4	120,21	89,26	93,41	91,16
5	120,23	89,27	93,44	91,18
6	120,27	89,30	93,50	91,19
7	120,39	89,39	93,70	91,25
8	120,48	89,47	93,85	91,35
9	120,67	89,64	94,16	91,39
10	120,71	89,81	94,23	91,45
11	120,80	89,88	94,37	91,47
12	120,84	90,00	94,44	91,52
13	120,84	90,02	94,44	91,57
14	120,85	90,04	94,46	91,62
15	120,84	90,03	94,44	91,61
16	120,79	90,00	94,36	91,58
17	120,72	89,95	94,24	91,58
18	120,66	89,87	94,14	91,55
19	120,62	89,80	94,08	91,52
20	120,61	89,77	94,06	91,51
21	120,60	89,77	94,05	91,55
22	120,59	89,77	94,03	91,55
23	120,65	89,77	94,13	91,55
24	120,65	89,79	94,13	91,48
25	120,62	89,81	94,08	91,47
26	120,58	89,77	94,01	91,46
27	120,54	89,72	93,95	91,47
28	120,53	89,68	93,93	91,44
29	120,54	89,67	93,95	91,47
30	120,53	89,67	93,93	91,47

déc-97				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,59	89,68	94,03	91,47
2	120,63	89,76	94,10	91,47
3	120,67	89,79	94,16	91,51
4	120,76	89,84	94,31	91,52
5	120,84	89,95	94,44	
6	120,87	90,05	94,49	
7	120,83	90,04	94,42	
8	120,76	89,99	94,31	
9	120,74	89,95	94,28	
10	120,68	89,88	94,18	
11	120,68	89,85	94,18	91,59
12	120,77	89,87	94,33	91,62
13	120,86	89,99	94,47	
14	121,00	90,13	94,70	91,75
15	121,14	90,30	94,93	
16	121,04	90,35	94,77	91,84
17	120,96	90,27	94,64	
18	120,96	90,27	94,64	91,81
19	120,99	90,25	94,69	
20	121,09	90,29	94,85	91,83
21	121,30	90,41	95,16	91,84
22	121,64	90,59	95,41	
23	121,84	90,85	95,56	
24	121,68	90,85	95,44	
25	121,48	90,75	95,29	
26	121,36	90,67	95,20	
27	121,27	90,59	95,13	
28	121,23	90,51	95,08	
29	121,31	90,45	95,16	92,01
30	121,50	90,67	95,31	92,04
31	121,46	90,70	95,28	92,07

(1) Cote à l'échelle Sandillon-Carrière calculée à partir de Gien
 (2) Piézomètres B,E,Z33,Q,O,CA1,Y,Z

Cotes de la Loire à Gien, Orléans et Sandillon. Cotes de la nappe à Sandillon au niveau du réseau piézométrique alluvionnaire

janvier-98				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	121,40	90,65	95,23	92,09
2	121,34	90,64	95,19	92,12
3	121,43	90,57	95,25	92,13
4	121,69	90,75	95,45	92,18
5	121,84	90,84	95,56	
6	122,03	90,92	95,71	
7	122,07	90,97	95,74	92,40
8	122,14	90,98	95,79	
9	122,26	91,01	95,88	
10	122,02	91,01	95,70	
11	121,77	90,91	95,51	
12	121,65	90,81	95,42	
13	121,53	90,75	95,33	
14	121,38	90,67	95,22	
15	121,28	90,59	95,14	
16	121,37	90,57	95,21	
17	121,48	90,71	95,29	92,31
18	121,67	90,75	95,44	92,40
19	122,03	90,88	95,71	
20	122,21	91,01	95,84	
21	122,55	91,08	96,10	
22	123,00	91,27	96,44	92,81
23	122,79	91,35	96,28	
24	122,31	91,11	95,92	92,82
25	122,11	91,01	95,77	92,76
26	121,98	90,95	95,67	
27	121,83	90,91	95,56	92,68
28	121,66	90,81	95,43	
29	121,62	90,80	95,40	
30	121,49	90,75	95,30	
31	121,38	90,68	95,22	92,44

février-98				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	121,34	90,62	95,19	
2	121,28	90,57	95,14	92,35
3	121,19	90,51	95,02	92,25
4	121,14	90,45	94,93	
5	121,14	90,41	94,93	
6	121,09	90,37	94,85	
7	121,03	90,32	94,75	92,09
8	121,03	90,28	94,75	92,08
9	120,99	90,27	94,69	
10	120,94	90,21	94,60	
11	120,87	90,14	94,49	
12	120,83	90,09	94,42	
13	120,83	90,05	94,42	
14	120,93	90,07	94,59	
15	120,91	90,12	94,56	91,92
16	120,90	90,11	94,54	91,88
17	120,79	90,08	94,36	
18	120,77	89,98	94,33	
19	120,75	89,95	94,29	
20	120,73	89,92	94,26	91,71
21	120,72	89,89	94,24	91,90
22	120,71	89,87	94,23	91,86
23	120,74	89,89	94,28	91,82
24	120,80	89,97	94,37	91,79
25	120,87	90,04	94,49	91,79
26	120,93	90,11	94,59	91,82
27	120,93	90,12	94,59	91,87
28	120,89	90,19	94,52	91,92

mars-98				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,84	90,08	94,44	91,97
2	120,89	90,08	94,52	91,88
3	120,83	90,05	94,42	91,87
4	120,78	89,99	94,34	91,74
5	120,79	89,95	94,36	91,74
6	120,77	89,96	94,33	91,74
7	120,75	89,94	94,29	91,76
8	120,75	89,95	94,29	91,78
9	120,71	89,95	94,23	91,74
10	120,83	89,93	94,42	
11	121,09	90,15	94,85	91,82
12	121,13	90,39	94,92	91,93
13	121,25	90,40	95,11	92,01
14	121,41	90,57	95,24	92,08
15	121,56	90,71	95,35	92,19
16	121,41	90,71	95,24	92,19
17	121,31	90,61	95,16	92,18
18	121,21	90,53	95,05	
19	121,09	90,41	94,85	
20	121,09	90,34	94,85	92,04
21	121,07	90,37	94,82	
22	121,04	90,31	94,77	
23	120,99	90,27	94,69	
24	120,95	90,21	94,62	
25	120,83	90,15	94,42	
26	120,79	90,01	94,36	
27	120,83	89,99	94,42	
28	120,73	90,00	94,26	
29	120,77	89,98	94,33	
30	120,74	89,98	94,28	
31	120,70	89,92	94,21	

avril-98				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,67	89,87	94,16	
2	120,62	89,83	94,08	
3	120,62	89,79	94,08	
4	120,69	89,83	94,19	
5	120,77	89,93	94,33	
6	120,89	90,03	94,52	91,76
7	120,94	90,12	94,60	
8	121,09	90,37	94,85	
9	121,43	90,57	95,25	
10	121,54	90,72	95,34	
11	121,54	90,77	95,34	
12	121,36	90,71	95,20	
13	121,29	90,63	95,15	
14	121,19	90,54	95,02	92,12
15	121,27	90,49	95,13	
16	121,29	90,57	95,15	
17	121,46	90,61	95,28	
18	121,87	90,85	95,59	92,34
19	122,10	90,95	95,76	92,45
20	122,26	91,03	95,88	
21	122,23	91,05	95,86	
22	122,06	91,03	95,73	92,69
23	121,93	90,95	95,63	
24	121,86	90,92	95,58	
25	121,67	90,85	95,44	
26	121,59	90,79	95,38	
27	121,66	90,79	95,43	
28	122,78	90,94	96,27	
29	123,81	91,65	97,05	
30	124,46	92,35	97,54	

mai-98				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	124,51	92,67	97,58	93,63
2	123,81	92,40	97,05	
3	123,60	91,80	96,89	
4	123,56	91,78	96,86	
5	123,31	91,59	96,67	
6	123,02	91,32	96,45	
7	122,64	91,17	96,17	
8	122,43	91,12	96,01	
9	122,17	91,01	95,81	
10	121,98	90,95	95,67	
11	121,87	90,88	95,59	
12	121,73	90,82	95,48	93,14
13	121,63	90,77	95,41	
14	121,49	90,75	95,30	
15	121,38	90,67	95,22	
16	121,32	90,55	95,17	
17	121,27	90,52	95,13	
18	121,27	90,50	95,13	
19	121,13	90,43	94,92	92,70
20	120,97	90,28	94,65	92,66
21	120,92	90,16	94,57	92,60
22	120,89	90,08	94,52	92,54
23	120,87	90,07	94,49	92,49
24	120,85	90,04	94,46	92,45
25	120,78	90,00	94,34	92,37
26	120,74	89,93	94,28	92,31
27	120,70	89,87	94,21	92,26
28	120,66	89,84	94,14	92,23
29	120,68	89,81	94,18	92,18
30	120,67	89,83	94,16	92,18
31	120,70	89,84	94,21	92,16

juin-98				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,89	89,99	94,52	92,18
2	121,00	90,23	94,70	92,21
3	121,08	90,22	94,83	92,22
4	121,23	90,36	95,08	92,28
5	121,15	90,43	94,95	92,31
6	121,07	90,32	94,82	92,33
7	121,17	90,28	94,98	92,33
8	121,09	90,39	94,85	92,33
9	120,89	90,23	94,52	92,28
10	120,90	90,04	94,54	92,22
11	120,89	90,08	94,52	92,19
12	120,83	90,06	94,42	92,16
13	120,83	89,99	94,42	92,15
14	120,83	89,99	94,42	92,14
15	120,84	89,98	94,44	92,10
16	120,79	90,00	94,36	92,11
17	120,79	89,97	94,36	92,07
18	120,76	89,95	94,31	92,05
19	120,71	89,88	94,23	92,02
20	120,67	89,85	94,16	92,02
21	120,66	89,85	94,14	92,00
22	120,57	89,75	94,00	91,95
23	120,54	89,65	93,95	91,88
24	120,50	89,64	93,88	91,85
25	120,46	89,59	93,82	91,81
26	120,40	89,53	93,72	91,76
27	120,37	89,47	93,67	91,75
28	120,35	89,45	93,64	91,72
29	120,35	89,43	93,64	91,64
30	120,36	89,43	93,65	91,61

(1) Cote à l'échelle Sandillon-Carrière calculée à partir de Gien
 (2) Piézomètres B,E,Z33,Q,O,CA1,Y,Z

Cotes de la Loire à Gien, Orléans et Sandillon. Cotes de la nappe à Sandillon au niveau du réseau piézométrique alluvionnaire

juillet-98				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,62	89,59	94,08	91,61
2	120,52	89,71	93,91	91,68
3	120,43	89,63	93,77	91,67
4	120,50	89,51	93,88	91,66
5	120,52	89,62	93,91	91,66
6	120,70	89,68	94,21	91,64
7	120,72	89,83	94,24	91,66
8	120,58	89,79	94,01	91,66
9	120,48	89,65	93,85	91,63
10	120,43	89,55	93,77	91,59
11	120,42	89,49	93,75	91,57
12	120,36	89,45	93,65	91,54
13	120,35	89,43	93,64	91,52
14	120,34	89,41	93,62	91,52
15	120,27	89,41	93,50	91,46
16	120,29	89,36	93,54	91,43
17	120,27	89,34	93,50	91,41
18	120,26	89,34	93,49	91,40
19	120,25	89,31	93,47	91,39
20	120,23	89,30	93,44	91,35
21	120,20	89,28	93,39	91,33
22	120,22	89,26	93,42	91,29
23	120,19	89,27	93,37	91,26
24	120,17	89,27	93,34	91,24
25	120,18	89,25	93,36	91,23
26	120,17	89,23	93,34	91,20
27	120,16	89,23	93,32	91,16
28	120,17	89,23	93,34	91,14
29	120,18	89,23	93,36	91,13
30	120,23	89,23	93,44	91,13
31	120,26	89,29	93,49	91,12

août-98				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,24	89,27	93,46	91,16
2	120,23	89,28	93,44	91,19
3	120,23	89,28	93,44	91,19
4	120,27	89,28	93,50	91,17
5	120,32	89,33	93,59	91,19
6	120,30	89,37	93,55	91,17
7	120,28	89,35	93,52	91,15
8	120,24	89,31	93,46	91,16
9	120,22	89,28	93,42	91,14
10	120,19	89,27	93,37	91,09
11	120,17	89,24	93,34	91,06
12	120,16	89,20	93,32	91,03
13	120,15	89,18	93,31	91,01
14	120,12	89,17	93,26	91,02
15	120,13	89,17	93,27	91,01
16	120,17	89,16	93,34	91,02
17	120,19	89,22	93,37	91,01
18	120,16	89,19	93,32	90,99
19	120,17	89,17	93,34	90,95
20	120,17	89,21	93,34	90,96
21	120,17	89,20	93,34	90,95
22	120,17	89,22	93,34	91,01
23	120,18	89,23	93,36	91,02
24	120,22	89,25	93,42	91,01
25	120,23	89,28	93,44	91,02
26	120,23	89,28	93,44	91,02
27	120,23	89,27	93,44	91,02
28	120,23	89,28	93,44	91,01
29	120,21	89,27	93,41	91,03
30	120,23	89,27	93,44	91,03
31	120,21	89,24	93,41	90,99

sept-98				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,21	89,25	93,41	91,00
2	120,21	89,26	93,41	90,99
3	120,22	89,26	93,42	91,00
4	120,21	89,26	93,41	91,04
5	120,23	89,27	93,44	91,07
6	120,24	89,29	93,46	91,08
7	120,24	89,30	93,46	91,06
8	120,27	89,31	93,50	91,08
9	120,27	89,34	93,50	91,09
10	120,26	89,33	93,49	91,09
11	120,24	89,31	93,46	91,09
12	120,24	89,30	93,46	91,13
13	120,26	89,31	93,49	91,14
14	120,31	89,34	93,57	91,10
15	120,32	89,38	93,59	91,11
16	120,35	89,40	93,64	91,13
17	120,34	89,42	93,62	91,14
18	120,33	89,41	93,60	91,16
19	120,31	89,41	93,57	91,17
20	120,31	89,39	93,57	91,17
21	120,27	89,38	93,50	91,17
22	120,25	89,34	93,47	91,16
23	120,23	89,31	93,44	91,15
24	120,21	89,29	93,41	91,14
25	120,21	89,29	93,41	91,13
26	120,20	89,27	93,39	91,13
27	120,20	89,27	93,39	91,14
28	120,21	89,27	93,41	91,11
29	120,23	89,28	93,44	91,11
30	120,29	89,31	93,54	91,11

oct-98				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,34	89,37	93,62	91,11
2	120,40	89,42	93,72	91,13
3	120,43	89,47	93,77	91,16
4	120,45	89,55	93,80	91,19
5	120,47	89,55	93,83	91,19
6	120,50	89,59	93,88	91,17
7	120,58	89,64	94,01	91,20
8	120,57	89,71	94,00	91,23
9	120,58	89,69	94,01	91,25
10	120,69	89,74	94,19	91,27
11	120,65	89,83	94,13	91,32
12	120,67	89,83	94,16	91,33
13	120,68	89,83	94,18	91,34
14	120,71	89,87	94,23	91,36
15	120,67	89,85	94,16	91,37
16	120,66	89,85	94,14	91,39
17	120,66	89,83	94,14	91,41
18	120,59	89,79	94,03	91,41
19	120,59	89,75	94,03	91,41
20	120,55	89,73	93,96	91,38
21	120,53	89,71	93,93	91,38
22	120,50	89,67	93,88	91,37
23	120,47	89,64	93,83	91,38
24	120,47	89,63	93,83	91,41
25	120,53	89,67	93,93	91,45
26	120,51	89,71	93,90	91,48
27	120,59	89,68	94,03	91,47
28	120,66	89,78	94,14	91,47
29	120,66	89,90	94,14	91,50
30	120,84	89,99	94,44	91,54
31	120,84	90,04	94,44	91,58

nov-98				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,77	90,11	94,33	91,62
2	120,96	90,15	94,64	91,66
3	120,99	90,22	94,69	91,70
4	121,04	90,31	94,77	91,72
5	121,04	90,28	94,77	91,73
6	121,07	90,27	94,82	91,75
7	121,07	90,30	94,82	91,78
8	120,99	90,26	94,69	91,79
9	120,96	90,23	94,64	91,79
10	120,89	90,19	94,52	91,79
11	120,83	90,08	94,42	91,75
12	120,83	90,02	94,42	91,74
13	120,99	90,11	94,69	91,72
14	121,11	90,31	94,88	91,74
15	120,99	90,31	94,69	91,76
16	121,03	90,25	94,75	91,74
17	121,03	90,29	94,75	91,74
18	121,00	90,28	94,70	91,76
19	120,97	90,25	94,65	91,75
20	120,96	90,20	94,64	91,72
21	120,91	90,19	94,56	91,70
22	120,89	90,15	94,52	91,70
23	120,85	90,11	94,46	91,68
24	120,84	90,06	94,44	91,65
25	120,74	90,04	94,28	91,64
26	120,69	89,94	94,19	91,59
27	120,65	89,87	94,13	91,57
28	120,71	89,88	94,23	91,55
29	120,78	89,94	94,34	91,54
30	120,89	90,04	94,52	91,54

déc-98				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	121,04	90,21	94,77	91,56
2	121,29	90,40	95,15	91,61
3	121,35	90,65	95,19	91,68
4	121,24	90,57	95,10	91,72
5	121,14	90,47	94,93	91,73
6	121,07	90,39	94,82	91,73
7	121,03	90,32	94,75	91,71
8	120,94	90,24	94,60	91,68
9	120,89	90,19	94,52	91,66
10	120,87	90,14	94,49	91,64
11	120,84	90,08	94,44	91,62
12	120,81	90,05	94,39	91,60
13	120,99	90,11	94,69	91,59
14	121,25	90,35	95,11	91,62
15	121,26	90,59	95,13	
16	121,27	90,57	95,13	91,72
17	121,19	90,50	95,02	91,75
18	121,15	90,46	94,95	91,76
19	121,13	90,42	94,92	91,75
20	121,09	90,40	94,85	91,77
21	121,07	90,42	94,82	91,78
22	121,23	90,44	95,08	91,81
23	121,25	90,55	95,11	91,84
24	121,21	90,56	95,05	91,84
25	121,09	90,53	94,85	91,85
26	121,08	90,43	94,83	91,85
27	121,10	90,42	94,87	
28	121,01	90,39	94,72	
29	120,96	90,31	94,64	
30	120,94	90,27	94,60	
31	120,93	90,23	94,59	

(1) Cote à l'échelle Sandillon-Carrière calculée à partir de Gien

(2) Piézomètres B,E,Z33,Q,O,CA1,Y,Z

Cotes de la Loire à Gien, Orléans et Sandillon. Cotes de la nappe à Sandillon au niveau du réseau piézométrique alluvionnaire

janvier-99				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,94	90,20	94,60	
2	120,95	90,23	94,62	
3	121,06	90,21	94,80	
4	121,06	90,46	94,80	
5	121,11	90,43	94,88	
6	121,24	90,43	95,10	91,88
7	121,24	90,55	95,10	91,91
8	121,19	90,51	95,02	
9	121,25	90,48	95,11	
10	121,16	90,53	94,97	
11	121,26	90,51	95,13	
12	121,24	90,59	95,10	
13	121,13	90,50	94,92	
14	121,19	90,43	95,02	91,95
15	121,49	90,63	95,30	
16	121,94	90,83	95,64	
17	122,23	91,05	95,86	
18	122,09	91,06	95,75	
19	121,87	90,97	95,59	
20	122,19	90,95	95,83	92,37
21	122,52	91,14	96,08	
22	122,24	91,13	95,87	
23	122,07	91,02	95,74	
24	121,89	90,95	95,60	
25	121,76	90,87	95,50	
26	121,71	90,85	95,47	92,49
27	121,60	90,82	95,38	92,52
28	121,55	90,76	95,35	92,50
29	121,86	90,83	95,58	92,47
30	122,11	90,96	95,77	92,56
31	122,43	91,07	96,01	92,64

février-99				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	122,44	91,15	96,02	92,72
2	122,13	91,07	95,78	92,72
3	121,83	90,96	95,56	92,70
4	121,76	90,85	95,50	92,63
5	121,74	90,85	95,49	92,61
6	121,61	90,81	95,39	92,62
7	121,59	90,76	95,38	92,60
8	121,55	90,77	95,35	92,55
9	121,58	90,77	95,37	92,56
10	122,04	90,87	95,71	92,57
11	123,14	91,17	96,54	92,72
12	123,46	91,80	96,78	92,91
13	123,06	91,75	96,48	93,04
14	122,51	91,17	96,07	93,01
15	122,24	91,07	95,87	92,95
16	121,99	90,97	95,68	92,91
17	121,89	90,93	95,60	92,84
18	121,86	90,87	95,58	92,78
19	122,10	90,97	95,76	92,81
20	122,27	90,99	95,89	92,89
21	122,89	91,19	96,35	93,02
22	123,61	91,71	96,90	93,18
23	124,12	92,25	97,28	93,34
24	124,30	92,50	97,42	93,55
25	124,11	92,47	97,27	93,60
26	123,84	92,20	97,07	93,66
27	123,34	91,76	96,69	93,65
28	122,99	91,42	96,43	93,57

mars-99				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	122,71	91,21	96,22	93,53
2	122,56	91,14	96,11	93,49
3	122,49	91,11	96,05	93,50
4	122,39	91,08	95,98	93,49
5	122,34	91,05	95,94	93,42
6	122,49	91,07	96,05	93,41
7	122,53	91,11	96,08	93,44
8	122,49	91,11	96,05	93,45
9	122,51	91,15	96,07	93,45
10	122,57	91,15	96,11	93,47
11	122,65	91,19	96,17	93,50
12	122,50	91,17	96,06	93,52
13	122,39	91,14	95,98	93,49
14	122,14	91,05	95,79	93,43
15	121,99	90,97	95,68	93,36
16	121,85	90,93	95,57	93,32
17	121,73	90,87	95,48	93,26
18	121,71	90,85	95,47	93,21
19	121,61	90,82	95,39	93,17
20	121,53	90,77	95,33	93,14
21	121,51	90,72	95,31	93,12
22	121,45	90,67	95,27	93,06
23	121,34	90,62	95,19	93,00
24	121,31	90,59	95,16	92,96
25	121,31	90,55	95,16	92,93
26	121,39	90,60	95,22	92,91
27	121,33	90,58	95,18	92,89
28	121,39	90,57	95,22	92,84
29	121,49	90,67	95,30	92,84
30	121,40	90,70	95,23	92,82
31	121,27	90,57	95,13	92,80

avril-99				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	121,22	90,55	95,06	92,80
2	121,24	90,51	95,10	92,73
3	121,24	90,51	95,10	92,73
4	121,20	90,47	95,03	92,72
5	121,20	90,42	95,03	92,69
6	121,20	90,47	95,03	92,67
7	121,14	90,42	94,93	92,65
8	120,88	90,32	94,51	92,59
9	121,04	90,26	94,77	92,56
10	121,19	90,35	95,02	92,54
11	121,24	90,49	95,10	92,56
12	121,16	90,46	94,97	92,58
13	121,14	90,42	94,93	92,55
14	121,04	90,45	94,77	92,53
15	121,09	90,39	94,85	92,51
16	121,36	90,57	95,20	92,52
17	121,29	90,65	95,15	92,58
18	121,33	90,58	95,18	92,54
19	121,34	90,62	95,19	92,54
20	121,21	90,61	95,05	92,57
21	121,14	90,52	94,93	92,57
22	121,09	90,35	94,85	92,54
23	121,29	90,42	95,15	92,54
24	121,25	90,57	95,11	92,55
25	121,29	90,58	95,15	92,53
26	121,23	90,60	95,08	92,55
27	121,17	90,53	94,98	92,51
28	121,07	90,49	94,82	92,50
29	121,04	90,34	94,77	92,48
30	121,19	90,39	95,02	92,46

mai-99				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	121,16	90,46	94,97	92,48
2	121,16	90,47	94,97	92,48
3	121,08	90,46	94,83	92,47
4	121,01	90,32	94,72	92,45
5	120,94	90,25	94,60	92,42
6	120,89	90,22	94,52	92,38
7	120,99	90,22	94,69	92,34
8	121,09	90,30	94,85	92,37
9	121,04	90,36	94,77	92,39
10	121,07	90,28	94,82	92,40
11	121,10	90,35	94,87	92,39
12	121,00	90,37	94,70	92,43
13	120,97	90,27	94,65	92,40
14	121,01	90,27	94,72	92,40
15	120,99	90,29	94,69	92,39
16	121,00	90,27	94,70	92,37
17	120,94	90,27	94,60	92,37
18	120,99	90,24	94,69	92,36
19	120,94	90,28	94,60	92,37
20	121,24	90,37	95,10	92,36
21	122,50	90,92	96,06	92,56
22	122,93	91,39	96,39	92,96
23	122,88	91,43	96,35	93,13
24	122,94	91,35	96,39	93,23
25	122,75	91,34	96,25	93,30
26	122,37	91,14	95,96	93,28
27	122,08	91,03	95,74	93,24
28	121,91	90,92	95,62	93,16
29	121,69	90,86	95,45	93,13
30	121,54	90,78	95,34	93,06
31	121,43	90,72	95,25	92,99

juin-99				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	121,34	90,67	95,19	92,93
2	121,25	90,59	95,11	92,90
3	121,13	90,52	94,92	92,83
4	121,05	90,40	94,79	92,76
5	120,99	90,35	94,69	92,72
6	120,93	90,28	94,59	92,70
7	120,93	90,22	94,59	92,64
8	121,01	90,26	94,72	92,61
9	120,95	90,24	94,62	92,59
10	120,99	90,25	94,69	92,55
11	120,97	90,27	94,65	92,54
12	120,88	90,19	94,51	92,51
13	120,79	90,03	94,36	92,46
14	120,76	89,99	94,31	92,41
15	120,70	89,95	94,21	92,38
16	120,64	89,85	94,11	92,33
17	120,61	89,81	94,06	92,28
18	120,61	89,77	94,06	92,22
19	120,55	89,75	93,96	92,18
20	120,51	89,68	93,90	92,14
21	120,52	89,67	93,91	92,10
22	120,45	89,65	93,80	92,04
23	120,42	89,59	93,75	91,99
24	120,42	89,54	93,75	91,93
25	120,38	89,54	93,69	91,90
26	120,37	89,48	93,67	91,87
27	120,33	89,47	93,60	91,86
28	120,40	89,47	93,72	91,86
29	120,37	89,43	93,67	91,85
30	120,41	89,43	93,73	91,82

(1) Cote à l'échelle Sandillon-Carrière calculée à partir de Gien

(2) Piézomètres B, E, Z33, Q, O, CA1, Y, Z

Cotes de la Loire à Gien, Orléans et Sandillon. Cotes de la nappe à Sandillon au niveau du réseau piézométrique alluvionnaire

juillet-99				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,51	89,55	93,90	91,80
2	120,47	89,63	93,83	91,80
3	120,39	89,54	93,70	91,77
4	120,33	89,47	93,60	91,74
5	120,34	89,44	93,62	91,75
6	120,38	89,45	93,69	91,74
7	120,38	89,49	93,69	91,71
8	120,39	89,47	93,70	91,66
9	120,42	89,50	93,75	91,64
10	120,53	89,59	93,93	91,62
11	120,48	89,63	93,85	91,64
12	120,39	89,57	93,70	91,65
13	120,34	89,49	93,62	91,62
14	120,37	89,47	93,67	91,66
15	120,37	89,48	93,67	91,66
16	120,36	89,47	93,65	91,63
17	120,51	89,47	93,90	91,61
18	120,52	89,69	93,91	91,62
19	120,44	89,66	93,78	91,62
20	120,39	89,53	93,70	91,58
21	120,32	89,47	93,59	91,55
22	120,30	89,38	93,55	91,50
23	120,32	89,37	93,59	91,46
24	120,30	89,37	93,55	91,43
25	120,27	89,36	93,50	91,40
26	120,23	89,36	93,44	91,38
27	120,24	89,34	93,46	91,33
28	120,22	89,33	93,42	91,30
29	120,22	89,30	93,42	91,26
30	120,23	89,30	93,44	91,25
31	120,24	89,31	93,46	91,23

août-99				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,22	89,30	93,42	91,21
2	120,21	89,28	93,41	91,20
3	120,21	89,28	93,41	91,16
4	120,20	89,27	93,39	91,13
5	120,20	89,27	93,39	91,15
6	120,22	89,26	93,42	91,13
7	120,25	89,29	93,47	91,16
8	120,31	89,35	93,57	91,16
9	120,36	89,40	93,65	91,20
10	120,45	89,48	93,80	91,23
11	120,51	89,57	93,90	91,27
12	120,44	89,60	93,78	91,29
13	120,39	89,51	93,70	91,29
14	120,32	89,44	93,59	91,28
15	120,29	89,39	93,54	91,28
16	120,25	89,37	93,47	91,26
17	120,27	89,34	93,50	91,23
18	120,27	89,35	93,50	91,21
19	120,25	89,34	93,47	91,20
20	120,25	89,31	93,47	91,17
21	120,25	89,33	93,47	91,15
22	120,26	89,33	93,49	91,14
23	120,26	89,32	93,49	91,13
24	120,27	89,33	93,50	91,11
25	120,24	89,34	93,46	91,10
26	120,23	89,30	93,44	91,09
27	120,25	89,29	93,47	91,07
28	120,25	89,31	93,47	91,07
29	120,24	89,31	93,46	91,07
30	120,22	89,30	93,42	91,07
31	120,22	89,28	93,42	91,04

sept-99				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,18	89,27	93,36	91,03
2	120,19	89,25	93,37	91,03
3	120,18	89,24	93,36	91,00
4	120,20	89,22	93,39	90,99
5	120,22	89,24	93,42	90,99
6	120,23	89,26	93,44	91,01
7	120,21	89,26	93,41	91,02
8	120,21	89,24	93,41	91,02
9	120,29	89,28	93,54	91,00
10	120,31	89,37	93,57	91,02
11	120,33	89,38	93,60	91,05
12	120,32	89,40	93,59	91,07
13	120,45	89,41	93,80	91,09
14	120,53	89,63	93,93	91,18
15	120,57	89,67	94,00	91,25
16	120,59	89,70	94,03	91,29
17	120,56	89,69	93,98	91,32
18	120,45	89,63	93,80	91,33
19	120,34	89,54	93,62	91,32
20	120,32	89,48	93,59	91,33
21	120,28	89,42	93,52	91,31
22	120,27	89,36	93,50	91,31
23	120,35	89,37	93,64	91,30
24	120,38	89,47	93,69	91,31
25	120,39	89,49	93,70	91,32
26	120,52	89,53	93,91	91,34
27	120,47	89,61	93,83	91,37
28	120,56	89,67	93,98	91,38
29	120,57	89,78	94,00	91,41
30	120,59	89,81	94,03	91,51

oct-99				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,62	89,79	94,08	91,59
2	120,65	89,79	94,13	91,60
3	120,65	89,73	94,13	91,57
4	120,65	89,85	94,13	91,59
5	120,54	89,85	93,95	91,59
6	120,55	89,69	93,96	91,56
7	120,56	89,71	93,98	91,55
8	120,53	89,69	93,93	91,55
9	120,58	89,70	94,01	91,55
10	120,51	89,72	93,90	91,56
11	120,43	89,65	93,77	91,55
12	120,42	89,56	93,75	91,52
13	120,40	89,55	93,72	91,52
14	120,36	89,54	93,65	91,50
15	120,33	89,50	93,60	91,50
16	120,32	89,46	93,59	91,48
17	120,31	89,45	93,57	91,47
18	120,31	89,43	93,57	91,46
19	120,31	89,44	93,57	91,43
20	120,29	89,45	93,54	91,44
21	120,30	89,43	93,55	91,43
22	120,31	89,43	93,57	91,42
23	120,34	89,45	93,62	91,45
24	120,52	89,48	93,91	91,47
25	121,36	90,02	95,20	91,51
26	121,84	90,72	95,56	91,79
27	121,67	90,79	95,44	91,97
28	121,51	90,75	95,31	92,01
29	121,37	90,69	95,21	92,01
30	121,18	90,54	95,00	92,01
31	121,12	90,41	94,90	91,96

nov-99				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	121,06	90,37	94,80	91,96
2	120,99	90,33	94,69	91,94
3	120,95	90,31	94,62	92,00
4	120,83	90,15	94,42	92,00
5	120,81	90,04	94,39	91,93
6	120,93	89,97	94,59	91,91
7	120,98	90,14	94,67	91,90
8	120,90	90,18	94,54	91,91
9	120,97	90,15	94,65	91,90
10	120,99	90,26	94,69	91,91
11	120,95	90,26	94,62	91,92
12	120,90	90,19	94,54	91,91
13	120,89	90,14	94,52	91,90
14	120,96	90,15	94,64	91,88
15	120,93	90,19	94,59	91,88
16	121,00	90,16	94,70	91,86
17	121,05	90,29	94,79	91,88
18	121,07	90,31	94,82	91,89
19	120,93	90,29	94,59	91,90
20	121,03	90,24	94,75	91,85
21	121,53	90,41	95,33	91,87
22	121,77	90,79	95,51	92,03
23	121,64	90,82	95,41	92,13
24	121,45	90,76	95,27	92,11
25	121,40	90,67	95,23	92,09
26	121,29	90,62	95,15	92,09
27	121,29	90,49	95,15	92,05
28	121,28	90,55	95,14	92,06
29	121,25	90,57	95,11	92,06
30	121,25	90,50	95,11	92,04

déc-99				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	121,19	90,48	95,02	92,04
2	121,17	90,45	94,98	92,03
3	121,16	90,43	94,97	92,03
4	121,03	90,39	94,75	92,03
5	120,97	90,11	94,65	92,00
6	120,96	90,09	94,64	91,97
7	120,93	90,24	94,59	91,95
8	120,93	90,18	94,59	91,93
9	120,88	90,18	94,51	91,93
10	120,91	90,14	94,56	91,90
11	120,94	90,17	94,60	91,92
12	121,06	90,29	94,80	91,98
13	121,16	90,41	94,97	92,02
14	121,27	90,53	95,13	92,06
15	121,43	90,65	95,25	92,09
16	121,55	90,72	95,35	92,12
17	121,73	90,81	95,48	92,18
18	121,76	90,86	95,50	92,27
19	121,69	90,87	95,45	92,37
20	121,83	90,85	95,56	92,37
21	122,25	90,96	95,87	92,45
22	122,43	91,07	96,01	92,59
23	122,16	91,05	95,80	92,65
24	121,86	90,97	95,58	92,62
25	121,76	90,90	95,50	92,60
26	121,81	90,87	95,54	92,61
27	121,91	90,91	95,62	92,69
28	122,40	91,04	95,99	92,81
29	123,11	91,30	96,52	93,00
30	123,74	91,95	97,00	93,19
31	124,02	92,35	97,21	93,40

(1) Cote à l'échelle Sandillon-Carrière calculée à partir de Gien

(2) Piézomètres B,E,Z33,Q,O,CA1,Y,Z

Cotes de la Loire à Gien, Orléans et Sandillon. Cotes de la nappe à Sandillon au niveau du réseau piézométrique alluvionnaire

janvier-00				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	123,61	92,32	96,90	93,50
2	122,99	91,67	96,43	93,46
3	122,79	91,33	96,28	93,39
4	122,61	91,17	96,14	93,37
5	122,45	91,15	96,02	93,34
6	122,31	91,07	95,92	93,34
7	122,19	91,03	95,83	93,28
8	122,06	90,99	95,73	93,27
9	122,00	90,96	95,68	93,22
10	121,93	90,94	95,63	93,16
11	121,86	90,90	95,58	93,12
12	121,87	90,88	95,59	93,09
13	121,90	90,91	95,61	93,09
14	121,81	90,88	95,54	93,07
15	121,70	90,85	95,46	93,01
16	121,66	90,83	95,43	92,96
17	121,59	90,81	95,38	92,91
18	121,49	90,79	95,30	92,88
19	121,36	90,66	95,20	92,83
20	121,35	90,62	95,19	92,77
21	121,37	90,66	95,21	92,74
22	121,34	90,61	95,19	92,72
23	121,30	90,59	95,16	92,68
24	121,26	90,55	95,13	92,64
25	121,17	90,48	94,98	92,59
26	121,09	90,38	94,85	92,52
27	121,13	90,29	94,92	92,48
28	121,15	90,45	94,95	92,48
29	121,01	90,37	94,72	92,48
30	121,04	90,25	94,77	92,43
31	121,05	90,27	94,79	92,41

février-00				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	121,09	90,30	94,85	92,42
2	121,09	90,35	94,85	92,43
3	121,23	90,44	95,08	92,42
4	121,29	90,55	95,15	92,46
5	121,46	90,59	95,28	92,47
6	121,56	90,71	95,35	92,53
7	121,44	90,74	95,26	92,55
8	121,34	90,65	95,19	92,53
9	121,33	90,64	95,18	92,50
10	121,49	90,65	95,30	92,52
11	121,79	90,82	95,53	92,56
12	121,82	90,90	95,55	92,64
13	121,73	90,87	95,48	92,67
14	121,76	90,85	95,50	92,66
15	121,65	90,84	95,42	92,68
16	121,69	90,81	95,45	92,71
17	121,76	90,86	95,50	92,77
18	121,86	90,89	95,58	92,81
19	121,93	90,92	95,63	92,83
20	122,11	90,96	95,77	92,85
21	122,40	91,05	95,99	92,94
22	122,52	91,14	96,08	93,03
23	122,29	91,07	95,90	93,07
24	122,17	91,04	95,81	93,05
25	121,96	90,95	95,65	93,03
26	121,92	90,92	95,62	92,97
27	121,80	90,89	95,53	92,97
28	121,69	90,85	95,45	92,95
29	121,66	90,83	95,43	92,91

mars-00				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	121,63	90,82	95,41	92,93
2	121,79	90,83	95,53	92,90
3	122,24	90,95	95,87	92,98
4	122,66	91,15	96,18	93,12
5	122,51	91,21	96,07	93,25
6	122,33	91,07	95,93	93,24
7	122,18	91,04	95,82	93,20
8	122,03	91,01	95,71	93,18
9	121,89	90,93	95,60	93,14
10	121,75	90,85	95,50	93,09
11	121,58	90,82	95,37	93,04
12	121,54	90,75	95,34	92,98
13	121,47	90,73	95,28	92,94
14	121,39	90,69	95,22	92,91
15	121,31	90,61	95,16	92,86
16	121,19	90,54	95,02	92,81
17	121,24	90,49	95,10	92,77
18	121,18	90,48	95,00	92,74
19	121,16	90,43	94,97	92,70
20	121,07	90,39	94,82	92,67
21	121,01	90,32	94,72	92,63
22	120,98	90,28	94,67	92,58
23	120,93	90,24	94,59	92,56
24	120,97	90,22	94,65	92,52
25	120,91	90,20	94,56	92,49
26	120,93	90,15	94,59	92,47
27	120,96	90,21	94,64	92,46
28	120,97	90,20	94,65	92,44
29	120,95	90,24	94,62	92,42
30	120,99	90,25	94,69	92,40
31	121,09	90,30	94,85	92,39

avril-00				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	121,18	90,43	95,00	92,42
2	121,17	90,48	94,98	92,46
3	121,15	90,45	94,95	92,45
4	121,09	90,43	94,85	92,46
5	120,97	90,28	94,65	92,40
6	120,96	90,21	94,64	92,34
7	121,21	90,30	95,05	92,30
8	121,20	90,50	95,03	92,37
9	121,19	90,44	95,02	92,40
10	121,20	90,47	95,03	92,41
11	121,09	90,39	94,85	92,40
12	121,00	90,35	94,70	92,38
13	120,94	90,25	94,60	92,33
14	121,12	90,27	94,90	92,32
15	121,11	90,35	94,88	92,37
16	121,20	90,41	95,03	92,37
17	121,13	90,45	94,92	92,41
18	121,29	90,46	95,15	92,47
19	121,39	90,63	95,22	92,50
20	121,45	90,66	95,27	92,52
21	121,37	90,67	95,21	92,54
22	121,30	90,60	95,16	92,57
23	121,30	90,61	95,16	92,61
24	121,41	90,71	95,24	92,64
25	121,34	90,67	95,19	92,67
26	121,38	90,65	95,22	92,67
27	121,41	90,65	95,24	92,65
28	121,39	90,71	95,22	92,68
29	121,31	90,65	95,16	92,68
30	121,28	90,59	95,14	92,68

mai-00				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	121,35	90,60	95,19	92,67
2	121,29	90,62	95,15	92,67
3	121,19	90,54	95,02	92,65
4	121,13	90,45	94,92	92,63
5	121,19	90,46	95,02	92,64
6	121,22	90,45	95,06	92,64
7	121,24	90,51	95,10	92,64
8	121,16	90,51	94,97	92,62
9	121,09	90,41	94,85	92,61
10	121,13	90,45	94,92	92,60
11	121,04	90,45	94,77	92,63
12	121,09	90,34	94,85	92,60
13	121,33	90,49	95,18	92,62
14	121,31	90,60	95,16	92,64
15	121,39	90,61	95,22	92,65
16	121,25	90,65	95,11	92,65
17	121,26	90,51	95,13	92,63
18	121,26	90,59	95,13	92,64
19	121,17	90,53	94,98	92,63
20	121,14	90,44	94,93	92,67
21	121,14	90,42	94,93	92,66
22	121,08	90,40	94,83	92,61
23	121,02	90,32	94,74	92,58
24	120,92	90,26	94,57	92,56
25	120,81	90,15	94,39	92,54
26	120,80	90,05	94,37	92,49
27	120,82	90,08	94,41	92,44
28	120,78	90,03	94,34	92,46
29	120,74	89,97	94,28	92,39
30	120,68	89,91	94,18	92,36
31	120,72	89,95	94,24	92,33

juin-00				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,71	89,92	94,23	92,31
2	120,65	89,86	94,13	92,31
3	120,67	89,80	94,16	92,29
4	120,69	89,83	94,19	92,27
5	120,63	89,91	94,10	92,26
6	120,67	89,87	94,16	92,24
7	120,71	89,87	94,23	92,22
8	120,72	89,95	94,24	92,22
9	120,68	89,93	94,18	92,21
10	120,67	89,88	94,16	92,19
11	120,62	89,85	94,08	92,20
12	120,59	89,82	94,03	92,17
13	120,70	89,79	94,21	92,16
14	121,74	90,33	95,49	92,15
15	121,69	90,85	95,45	92,34
16	121,39	90,74	95,22	92,45
17	121,17	90,52	94,98	92,46
18	121,07	90,41	94,82	92,46
19	120,93	90,27	94,59	92,44
20	120,86	90,09	94,47	92,39
21	120,79	90,07	94,36	92,34
22	120,69	89,99	94,19	92,30
23	120,59	89,87	94,03	92,25
24	120,56	89,78	93,98	92,20
25	120,52	89,72	93,91	92,15
26	120,48	89,67	93,85	92,11
27	120,48	89,64	93,85	92,06
28	120,44	89,59	93,78	92,01
29	120,41	89,55	93,73	91,96
30	120,37	89,49	93,67	91,92

(1) Cote à l'échelle Sandillon-Carrière calculée à partir de Gien
 (2) Piézomètres B, E, Z33, Q, O, CA1, Y, Z

Cotes de la Loire à Gien, Orléans et Sandillon. Cotes de la nappe à Sandillon au niveau du réseau piézométrique alluvionnaire

juillet-00				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,36	89,47	93,65	91,88
2	120,34	89,46	93,62	91,85
3	120,33	89,45	93,60	91,82
4	120,32	89,47	93,59	91,79
5	120,36	89,47	93,65	91,79
6	120,47	89,48	93,83	91,78
7	120,56	89,69	93,98	91,79
8	120,56	89,78	93,98	91,79
9	120,47	89,71	93,83	91,82
10	120,47	89,68	93,83	91,84
11	120,48	89,65	93,85	91,84
12	120,48	89,64	93,85	91,82
13	120,52	89,64	93,91	91,80
14	120,58	89,68	94,01	91,80
15	120,61	89,73	94,06	91,81
16	120,61	89,75	94,06	91,81
17	120,61	89,75	94,06	91,81
18	120,63	89,76	94,10	91,80
19	120,64	89,79	94,11	91,80
20	120,54	89,75	93,95	91,79
21	120,46	89,68	93,82	91,76
22	120,41	89,57	93,73	91,74
23	120,40	89,49	93,72	91,72
24	120,37	89,53	93,67	91,70
25	120,37	89,49	93,67	91,69
26	120,35	89,47	93,64	91,69
27	120,39	89,47	93,70	91,67
28	120,39	89,48	93,70	91,66
29	120,45	89,50	93,80	91,66
30	120,41	89,55	93,73	91,66
31	120,37	89,53	93,67	91,66

août-00				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,33	89,44	93,60	91,64
2	120,31	89,46	93,57	91,61
3	120,28	89,44	93,52	91,59
4	120,27	89,38	93,50	91,56
5	120,27	89,42	93,50	91,53
6	120,27	89,40	93,50	91,50
7	120,26	89,39	93,49	91,48
8	120,27	89,37	93,50	91,44
9	120,31	89,37	93,57	91,42
10	120,29	89,41	93,54	91,39
11	120,24	89,37	93,46	91,37
12	120,22	89,34	93,42	91,35
13	120,20	89,32	93,39	91,33
14	120,18	89,29	93,36	91,31
15	120,17	89,27	93,34	91,29
16	120,25	89,27	93,47	91,27
17	120,24	89,32	93,46	91,25
18	120,24	89,31	93,46	91,24
19	120,26	89,33	93,49	91,23
20	120,27	89,36	93,50	91,23
21	120,26	89,36	93,49	91,27
22	120,27	89,35	93,50	91,26
23	120,27	89,35	93,50	91,26
24	120,33	89,37	93,60	91,25
25	120,37	89,45	93,67	91,26
26	120,35	89,48	93,64	91,29
27	120,32	89,45	93,59	91,30
28	120,28	89,42	93,52	91,29
29	120,26	89,35	93,49	91,26
30	120,27	89,35	93,50	91,22
31	120,29	89,35	93,54	91,24

sept-00				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,33	89,38	93,60	91,23
2	120,34	89,41	93,62	91,25
3	120,41	89,43	93,73	91,25
4	120,41	89,48	93,73	91,28
5	120,36	89,48	93,65	91,28
6	120,28	89,44	93,52	91,27
7	120,29	89,41	93,54	91,26
8	120,29	89,41	93,54	91,24
9	120,29	89,39	93,54	91,23
10	120,28	89,38	93,52	91,22
11	120,29	89,35	93,54	91,22
12	120,30	89,35	93,55	91,21
13	120,30	89,33	93,55	91,20
14	120,41	89,42	93,73	91,20
15	120,44	89,57	93,78	91,25
16	120,54	89,61	93,95	91,29
17	120,56	89,65	93,98	91,32
18	120,49	89,68	93,87	91,35
19	120,33	89,55	93,60	91,34
20	120,32	89,46	93,59	91,32
21	120,31	89,44	93,57	91,30
22	120,32	89,39	93,59	91,28
23	120,33	89,44	93,60	91,27
24	120,30	89,45	93,55	91,27
25	120,28	89,45	93,52	91,26
26	120,25	89,39	93,47	91,24
27	120,23	89,36	93,44	91,22
28	120,24	89,35	93,46	91,21
29	120,26	89,36	93,49	91,21
30	120,35	89,41	93,64	91,21

oct-00				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,49	89,48	93,87	91,23
2	120,89	89,66	94,52	91,27
3	121,29	90,22	95,15	91,37
4	121,07	90,47	94,82	91,50
5	120,96	90,27	94,64	91,55
6	120,84	90,02	94,44	91,57
7	120,76	89,94	94,31	91,57
8	120,74	89,89	94,28	91,58
9	120,73	89,94	94,26	91,58
10	120,73	89,96	94,26	91,58
11	120,64	89,95	94,11	91,60
12	120,69	89,88	94,19	91,60
13	120,83	89,95	94,42	91,58
14	120,98	90,11	94,67	91,61
15	121,02	90,32	94,74	91,66
16	120,96	90,27	94,64	91,70
17	121,64	90,26	95,41	91,75
18	121,84	90,92	95,56	91,87
19	121,86	90,87	95,58	92,01
20	121,70	90,85	95,46	92,11
21	121,52	90,77	95,32	92,15
22	121,42	90,72	95,25	92,16
23	121,29	90,63	95,15	92,17
24	121,17	90,53	94,98	92,16
25	121,10	90,43	94,87	92,15
26	121,07	90,35	94,82	92,12
27	120,99	90,29	94,69	92,09
28	120,95	90,21	94,62	92,08
29	120,95	90,15	94,62	92,06
30	120,89	90,13	94,52	92,06
31	120,89	90,10	94,52	

nov-00				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	120,82	90,06	94,41	
2	120,85	90,05	94,46	
3	120,94	90,09	94,60	
4	120,94	90,16	94,60	
5	120,88	90,14	94,51	
6	121,04	90,21	94,77	
7	121,15	90,32	94,95	
8	121,23	90,39	95,08	
9	121,39	90,53	95,22	
10	121,57	90,69	95,36	
11	121,53	90,72	95,33	
12	121,47	90,69	95,28	
13	121,36	90,66	95,20	
14	121,34	90,61	95,19	
15	121,52	90,60	95,32	
16	122,04	90,82	95,71	
17	122,15	90,97	95,80	
18	121,90	90,92	95,61	
19	121,71	90,83	95,47	
20	121,59	90,77	95,38	
21	121,49	90,72	95,30	
22	121,46	90,69	95,28	
23	121,55	90,72	95,35	
24	121,76	90,78	95,50	
25	122,02	90,86	95,70	
26	122,41	90,98	95,99	
27	122,47	91,09	96,04	
28	122,54	91,11	96,09	
29	122,58	91,14	96,12	
30	122,37	91,12	95,96	

déc-00				
	Gien	Orléans	Sandillon ¹	Nappe ²
1	122,34	91,04	95,94	
2	122,20	91,00	95,83	
3	122,00	90,95	95,68	
4	121,89	90,90	95,60	
5	121,87	90,89	95,59	
6	121,83	90,86	95,56	
7	121,71	90,85	95,47	
8	121,63	90,85	95,41	
9	121,62	90,79	95,40	92,85
10	121,65	90,80	95,42	92,84
11	121,69	90,80	95,45	92,84
12	121,64	90,79	95,41	
13	121,53	90,76	95,33	
14	121,46	90,75	95,28	
15	121,38	90,69	95,22	92,78
16	121,32	90,64	95,17	92,77
17	121,44	90,67	95,26	92,75
18	121,34	90,73	95,19	92,75
19	121,30	90,61	95,16	92,72
20	121,21	90,58	95,05	92,70
21	121,13	90,47	94,92	
22	121,21	90,44	95,05	
23	121,19	90,48	95,02	
24	121,12	90,43	94,90	
25	121,12	90,38	94,90	
26	121,11	90,42	94,88	92,55
27	121,04	90,37	94,77	
28	121,14	90,44	94,93	
29	121,26	90,50	95,13	
30	121,33	90,58	95,18	
31	121,29	90,62	95,15	

(1) Cote à l'échelle Sandillon-Carrière calculée à partir de Gien
 (2) Piézomètres B, E, Z33, Q, O, CA1, Y, Z

Annexe 12

Analyses corrélatoires croisées entre les cotes de la nappe au niveau du site de la carrière de Sandillon et les cotes de la Loire à Gien et Orléans

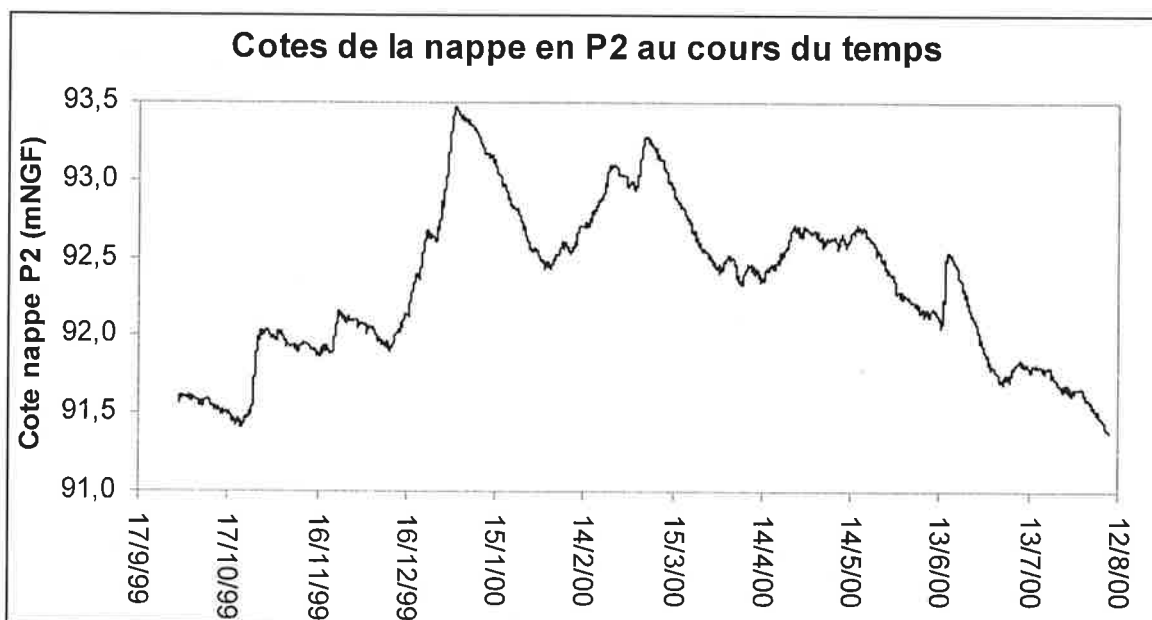
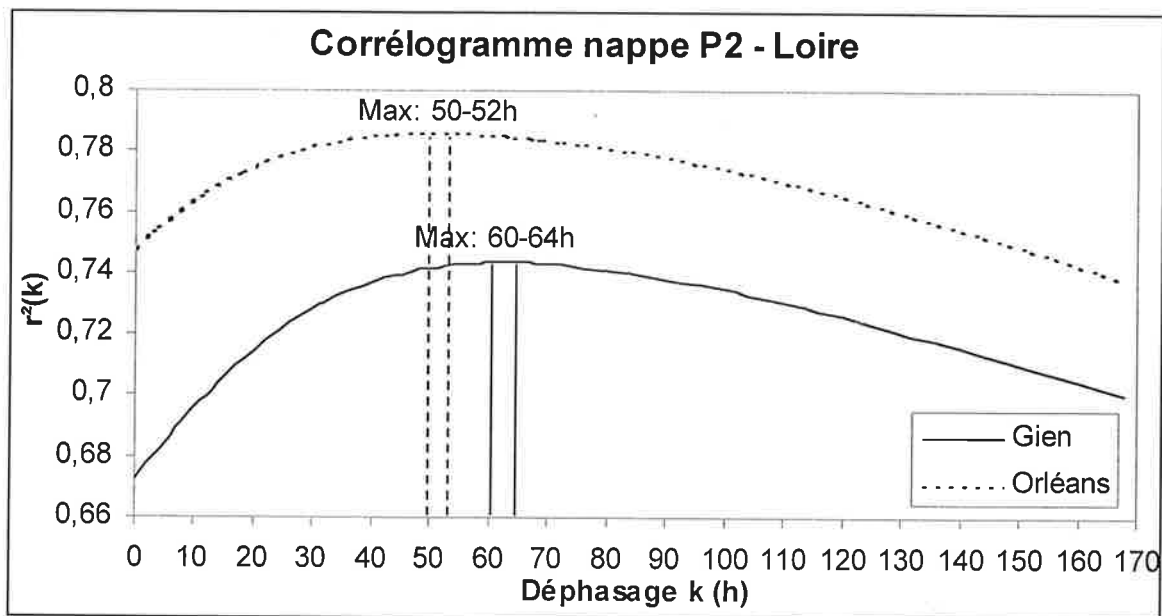
Etude des temps de réponse moyens de la nappe de Sandillon aux fluctuations de la Loire sur un cycle hydrologique

Piézomètres P2 (alluvionnaire), Pf1 et CA1 (calcaires)

P2 et CA1 sont les seuls piézomètres qui ont été équipés suffisamment longtemps pour enregistrer des cycles hydrologiques complets. Pf1 est également donné à titre de comparaison mais l'enregistrement des battements de la nappe n'a duré que 8 mois.

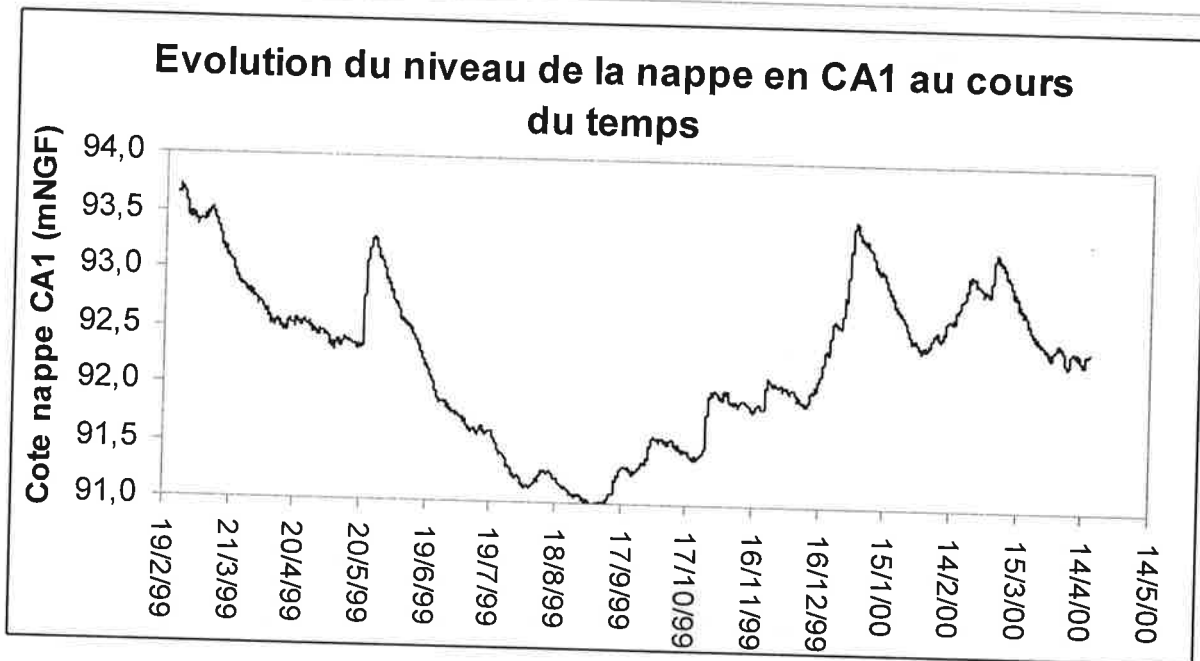
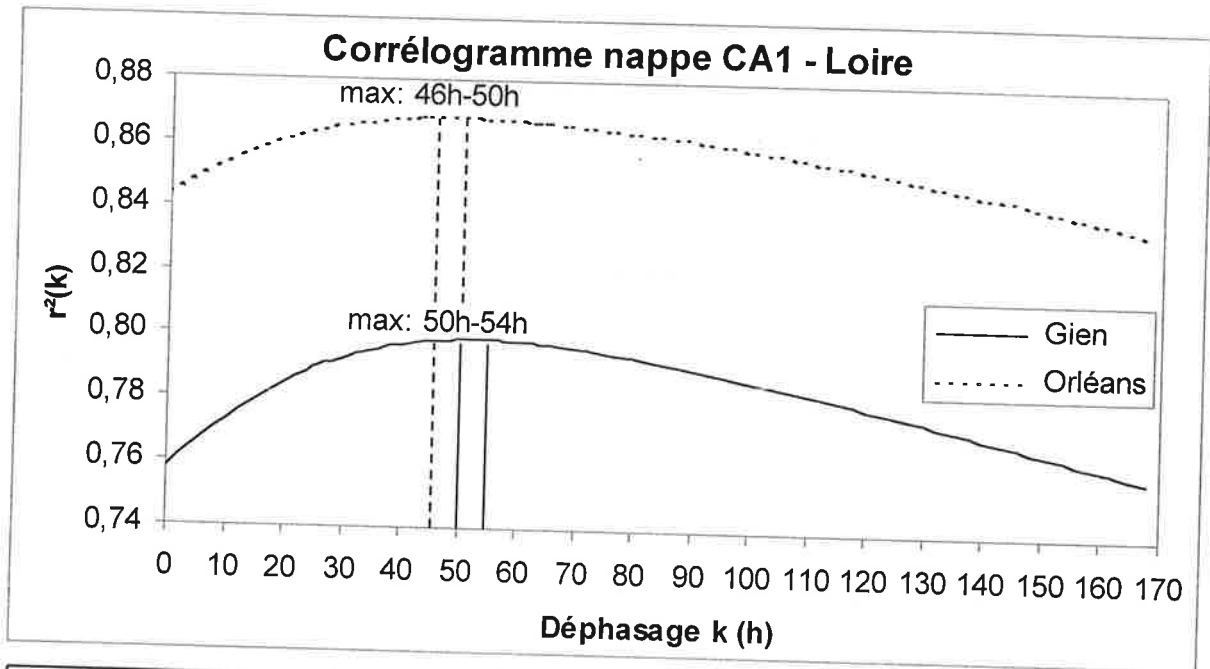
Les périodes enregistrées ne sont pas les mêmes et les temps de réponse obtenus ne sont donc a priori pas comparables entre les deux piézomètres. Cependant, on peut considérer comme reproductible d'une année à l'autre l'ensemble des événements (crues, descentes, basses eaux, remontées) pris en compte par l'analyse corrélatrice croisée. Dans ce cas-là, l'ensemble des événements enregistrés par la nappe en CA1 et P2 est à peu de chose identique. Il n'est donc pas absurde de comparer CA1 et P2.

On remarque alors que CA1 réagit plus vite que P2 aux fluctuations de la Loire à Gien. CA1 est plus éloigné de la Loire que P2, mais il intercepte un axe karstique alors que P2 est alluvionnaire. CA1 étant en liaison directe avec la Loire, il est logique que la nappe réponde plus vite en CA1 qu'en P2. Etant situé dans les alluvions et le plus loin de la Loire, Pf2 est le piézomètre qui réagit le plus lentement des trois.



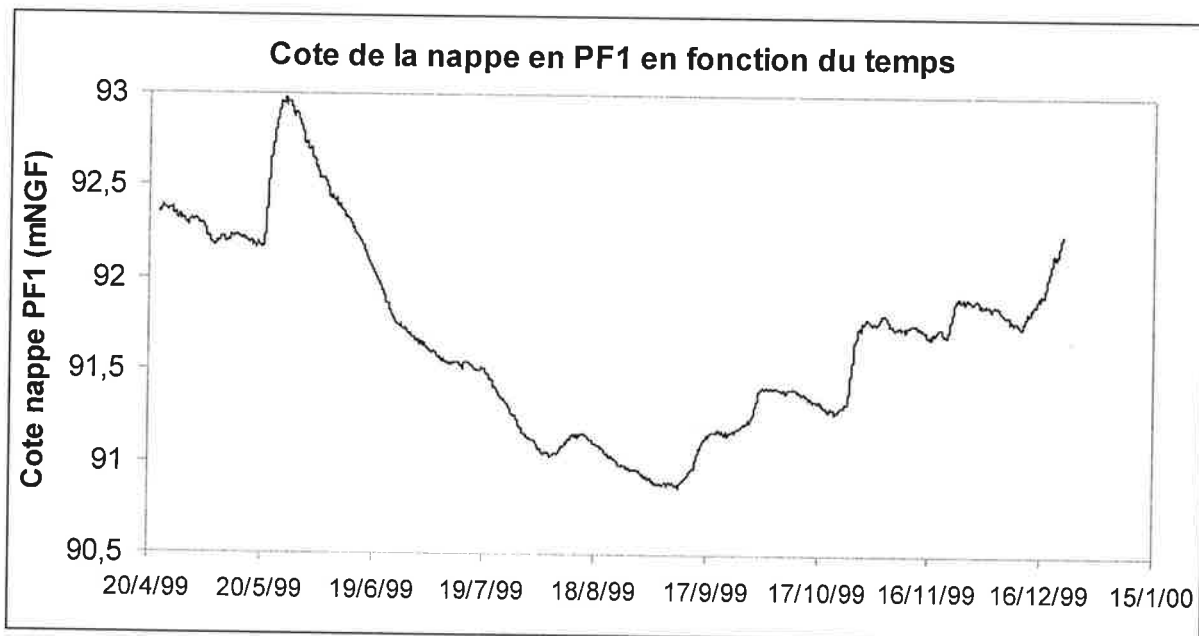
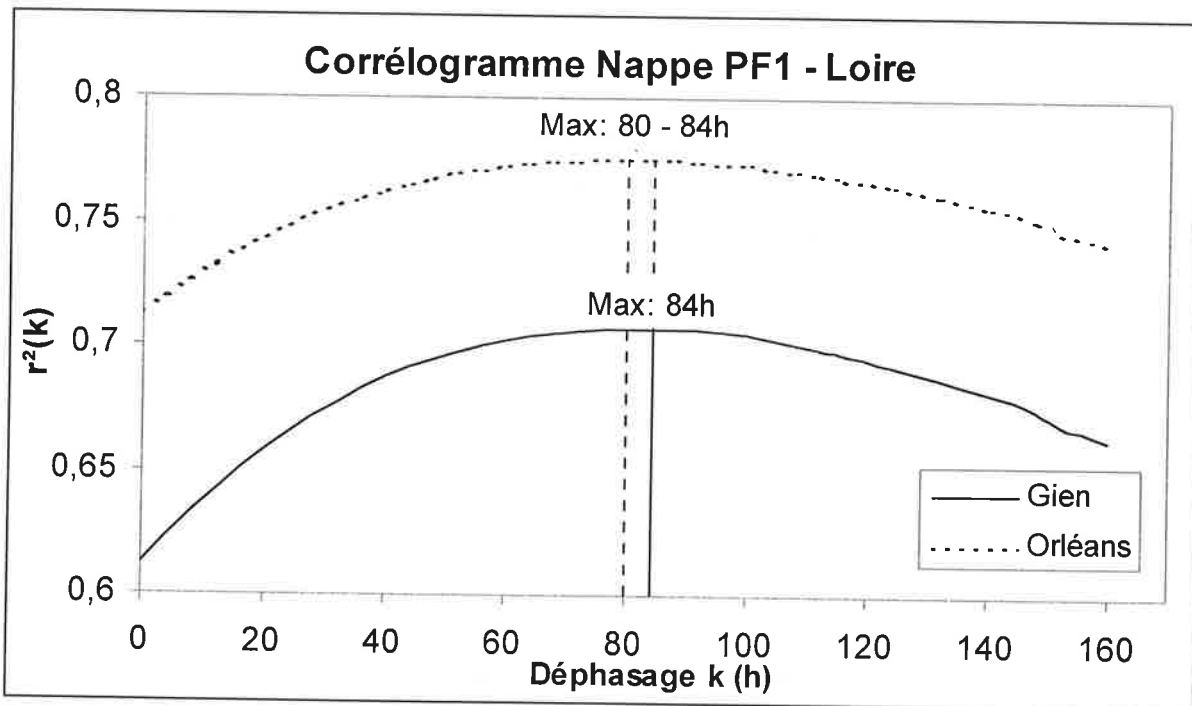
Piézomètre P2: Etude du temps de réponse de la nappe alluviale aux fluctuations de la Loire.

Le corrélogramme croisé (graphique du haut) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans est réalisé sur la période du 30/9/99 au 9/8/00 c'est à dire sur un cycle hydrologique presque complet (graphique du bas) à partir de 7531 données horaires pour chaque série.



Piézomètre CA1: Etude du temps de réponse de la nappe calcaire aux fluctuations de la Loire.

Le corrélogramme croisé (graphique du haut) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans est réalisé sur la période du 24/2/99 au 17/4/00 c'est à dire sur plus d'un cycle hydrologique (graphique du bas) à partir de 10024 données horaires pour chaque série.



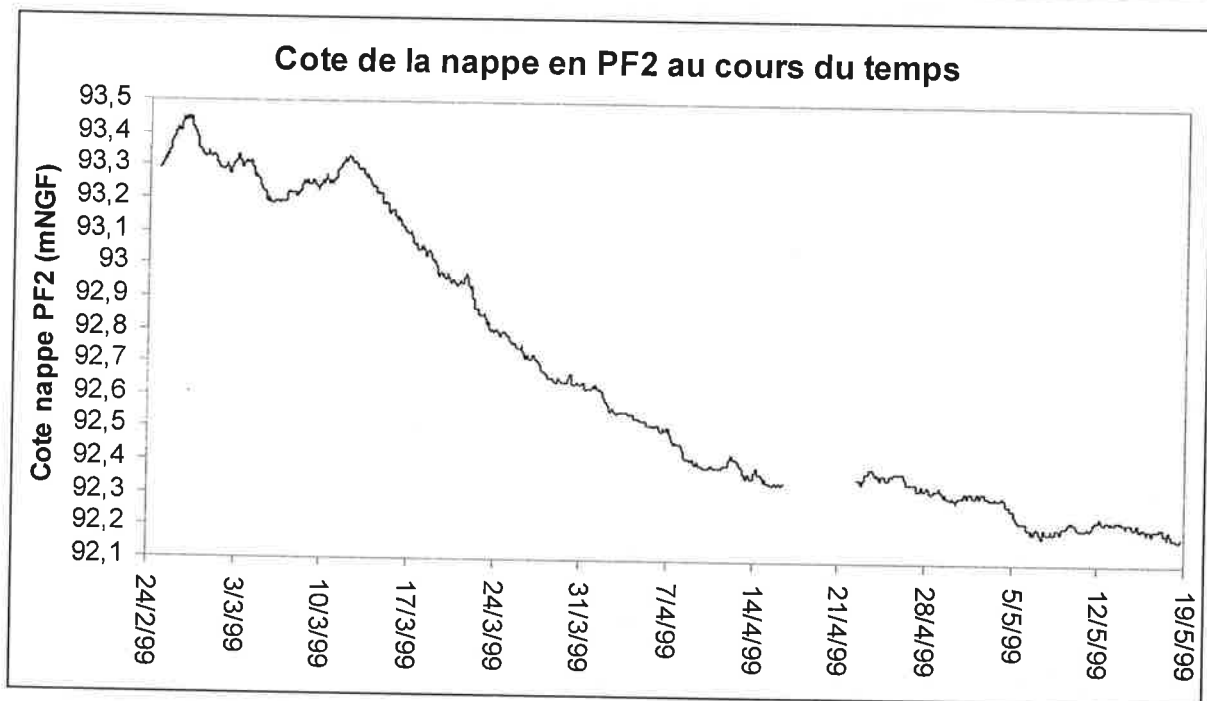
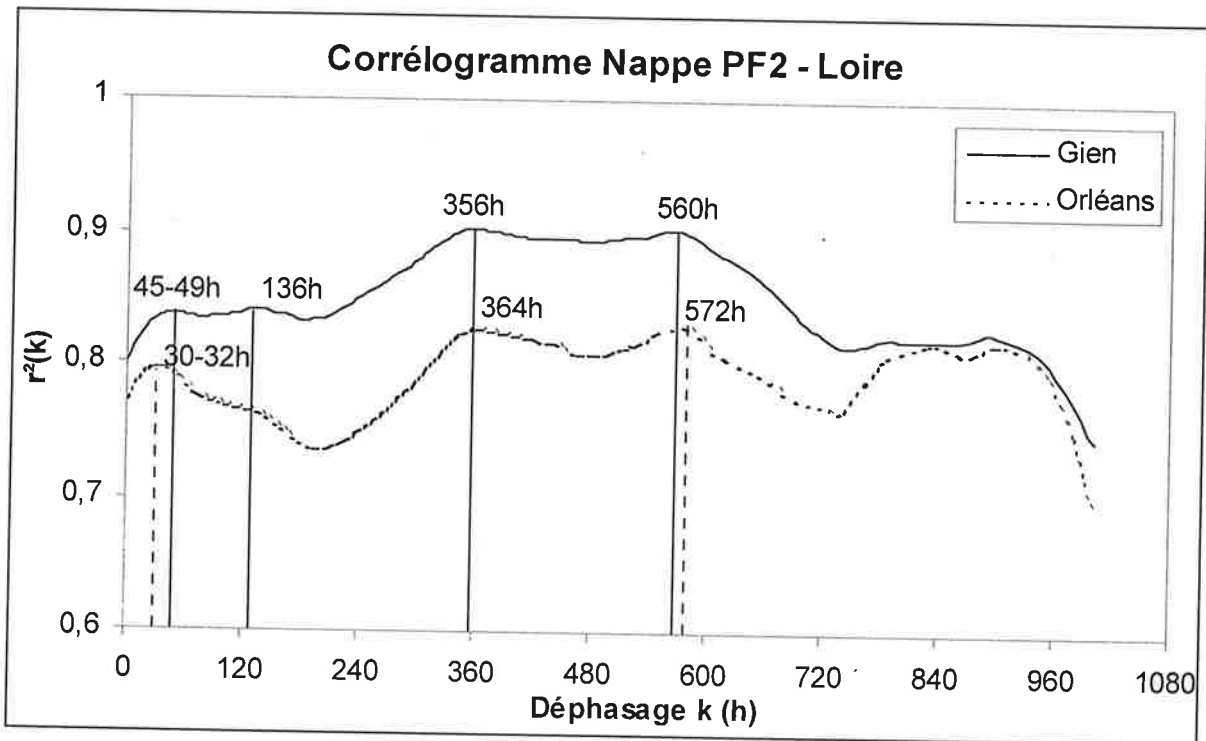
Piézomètre PF1: Etude du temps de réponse de la nappe calcaire aux fluctuations de la Loire.

Le corrélogramme croisé (graphique du haut) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans est réalisé sur la période du 22/4/99 au 21/12/99 (graphique du bas) à partir de 5836 données horaires pour chaque série.

Etude des temps de réponse de la nappe de Sandillon aux fluctuations de la Loire en période de descente et basses eaux
Piézomètres Z33 (calcaire), Pf1 (calcaire) et Pf2 (alluvionnaire)

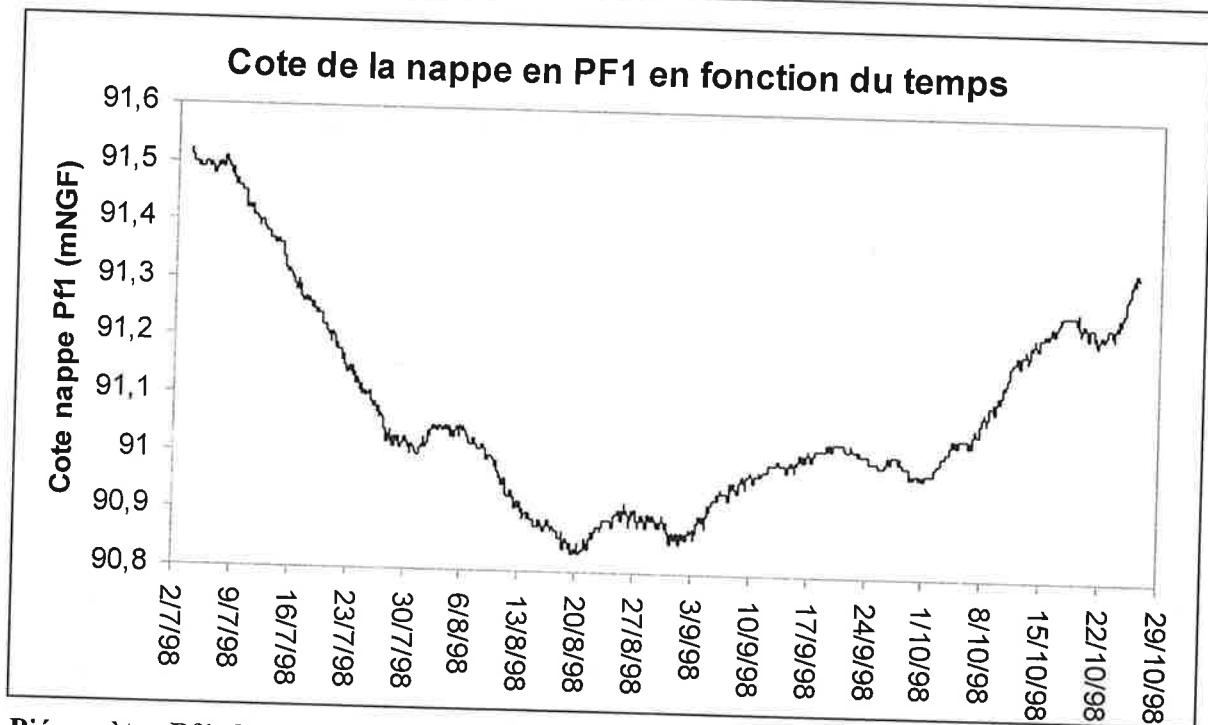
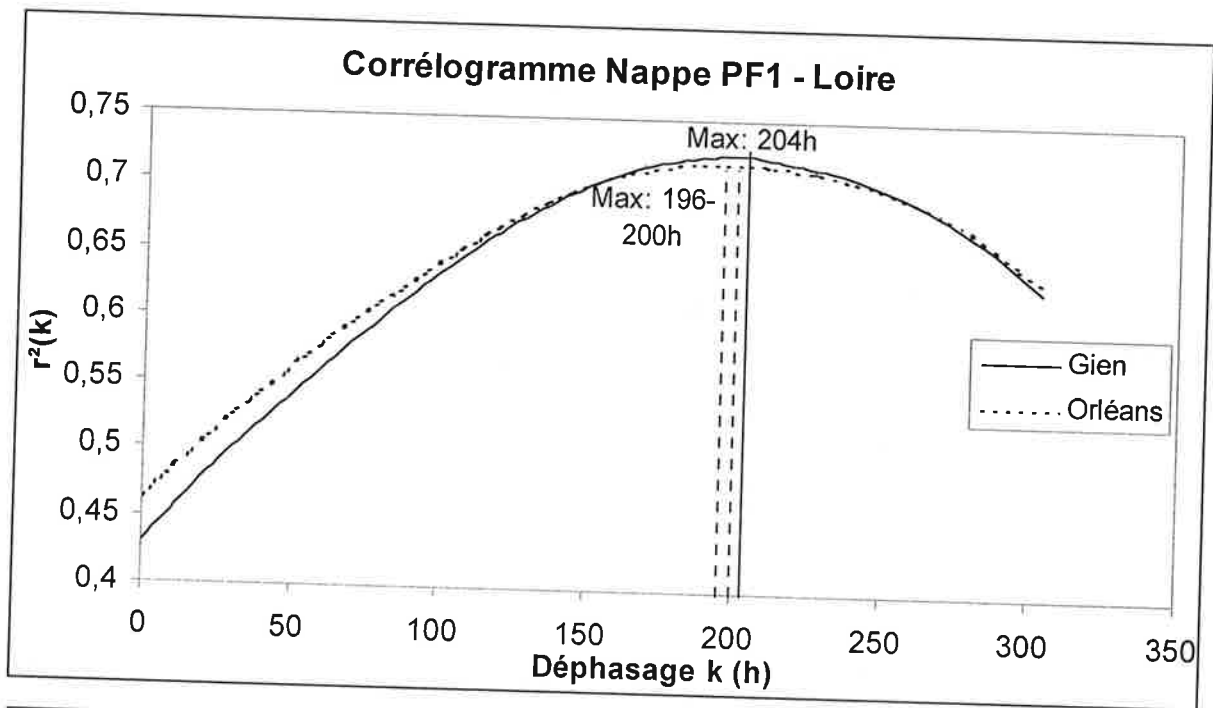
Le corrélogramme croisé réalisé en Pf2 sur la période descendante du 24/2 au 18/5/99 est très particulier. Les meilleurs déphasages sont obtenus pour des temps de réponse de la nappe au mouvement de la Loire d'environ 23 jours. Les coefficients de corrélation obtenus sont également très bons. Ces valeurs élevées s'expliquent par le fait que sur une longue période de descente, les courbes de la Loire et de la nappe dessinées sur deux papiers calques peuvent se superposer relativement bien pour des décalages en abscisse très variables, alors qu'un événement majeur comme une crue ne permet qu'une seule superposition.

Pour les mêmes raisons évoquées ci-dessous, on observe également des déphasages importants en Pf1 et Z33.



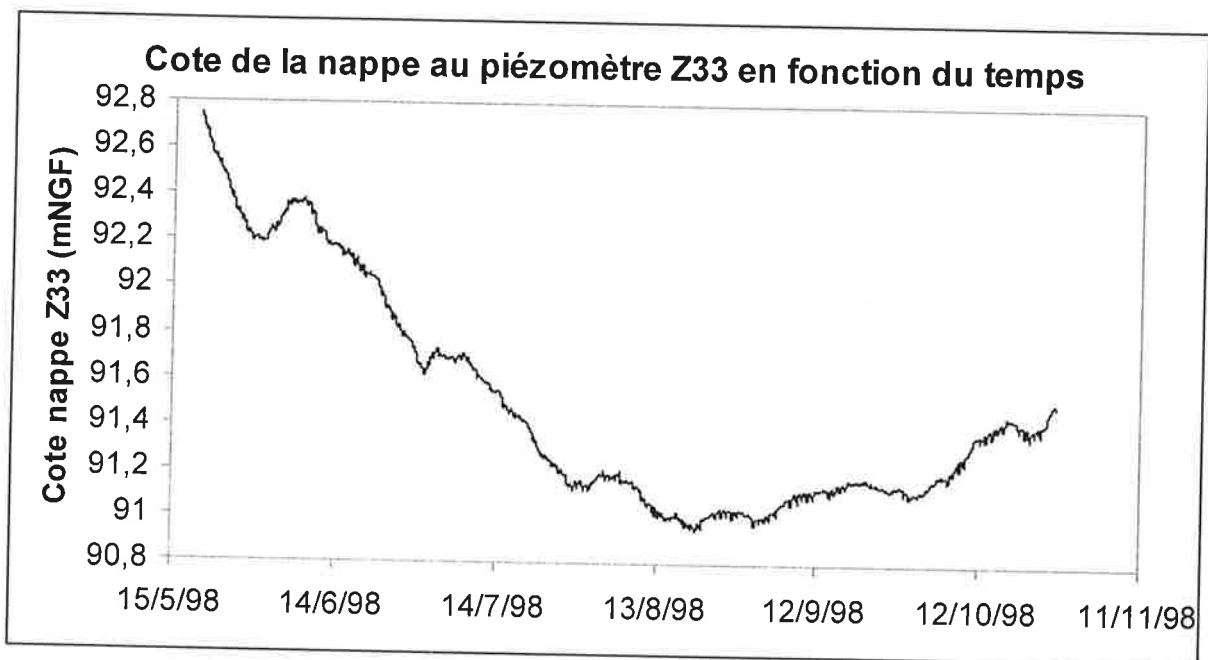
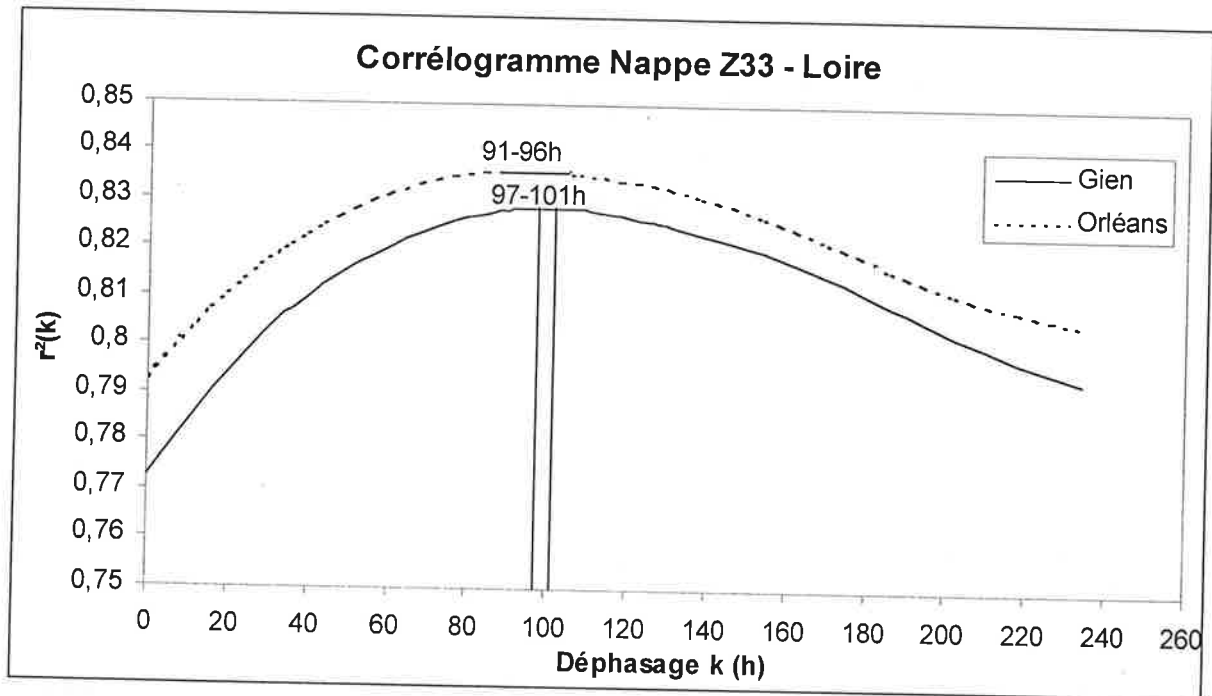
Piézomètre Pf2: Etude du temps de réponse de la nappe alluviale aux fluctuations de la Loire.

Le corrélogramme croisé (graphique du haut) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans est réalisé sur la période du 24/2/99 au 18/5/99 (graphique du bas) à partir de 1950 données horaires pour chaque série.



Piézomètre Pf1: Etude du temps de réponse de la nappe calcaire aux fluctuations de la Loire.

Le corrélogramme croisé (graphique du haut) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans est réalisé sur la période du 3/7/98 au 26/10/98 (graphique du bas) à partir de 2758 données horaires pour chaque série.



Piézomètre Z33 : Etude du temps de réponse de la nappe alluviale aux fluctuations de la Loire.

Le corrélogramme croisé (graphique du haut) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans est réalisé sur la période du 19/5/98 au 26/10/98 (graphique du bas) à partir de 3834 données horaires pour chaque série.

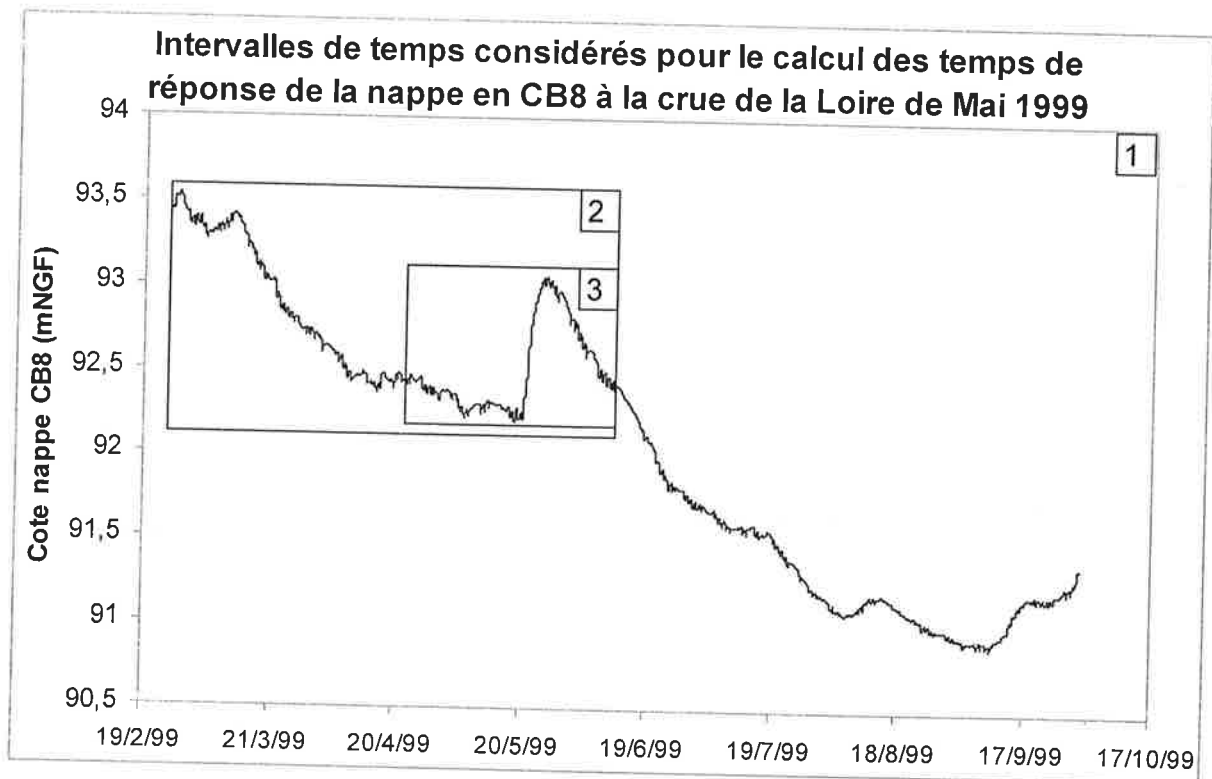
Influence de l'intervalle de phase descendante considéré dans le calcul des temps de réponse de la nappe de Sandillon aux fluctuations de la Loire

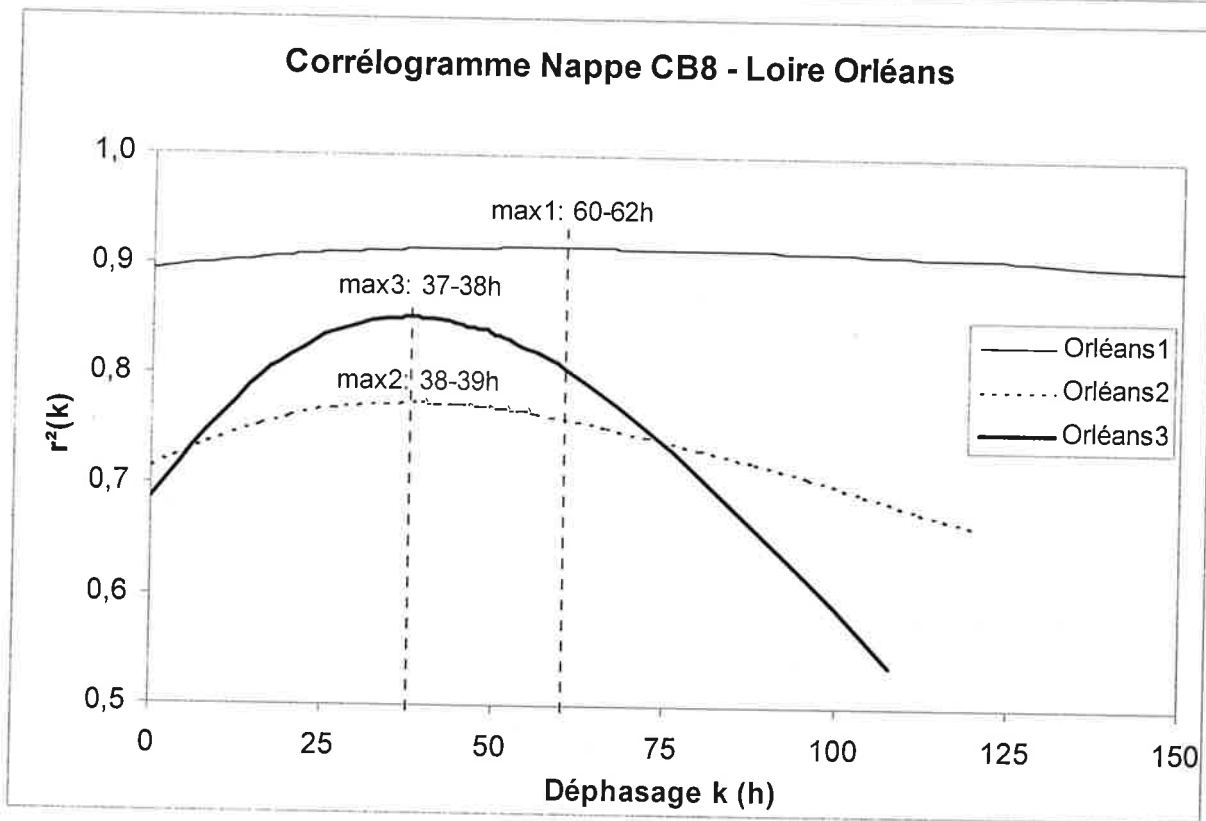
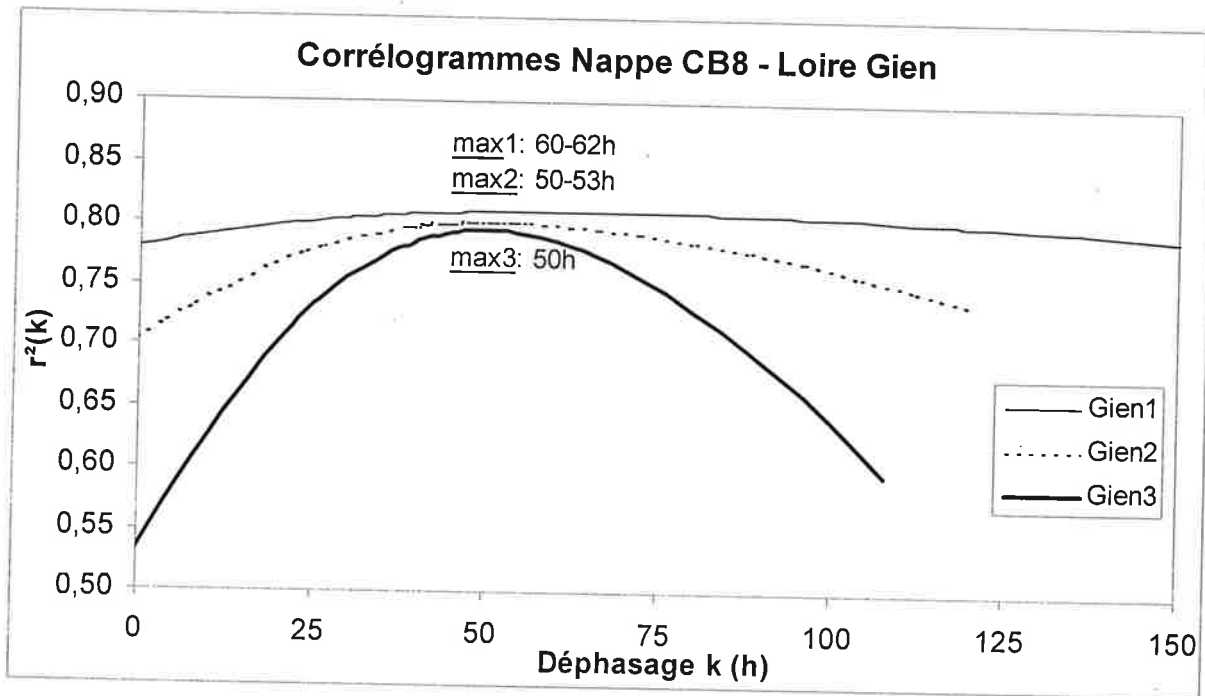
Piézomètres CB8 et CA3 (calcaires)

Pour ce calcul, on considère un événement majeur de la Loire : la crue de Mai 99. Les corrélogrammes (4 pages suivantes) sont calculés en considérant des parts variables de phase descendante de la Loire (graphique ci-dessous). Les calculs montrent que si l'on considère trop de temps de descente (intervalle 1), les temps de réponse de la nappe sont surévalués conformément aux résultats décrits dans la partie précédente.

Sur les intervalles 2 et 3, les temps de réponse sont identiques. La précision sur le temps de réponse est liée à la forme de la courbe $r^2(k)$. Elle est d'autant plus grande que la part de phase descendante dans l'intervalle de temps considéré pour calculer le corrélogramme est petite.

Il suffit donc d'encadrer une brusque remontée de la Loire de quelques semaines pour obtenir les temps de réponse de la nappe en plusieurs points du réseau de piézomètre avec une bonne précision.





Influence de l'intervalle de phase descendante considéré dans le calcul des temps de réponse de la nappe de Sandillon aux fluctuations de la Loire

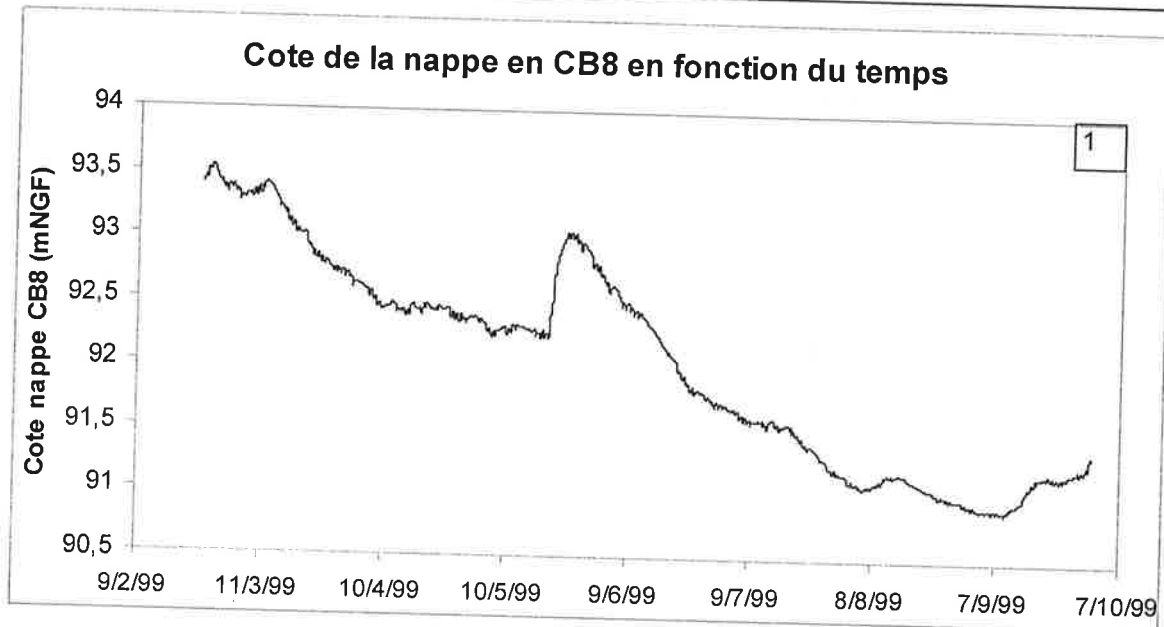
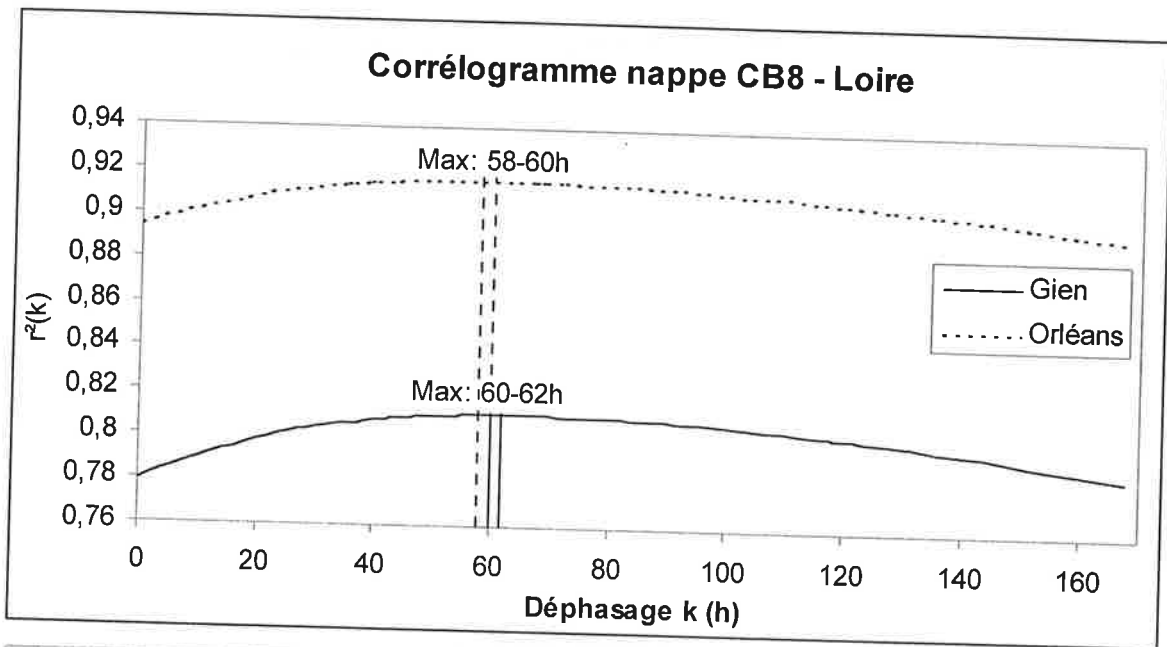
Les corrélogrammes croisés ci-dessus entre les cotes de la nappe calcaire au piézomètre CB8 et les cotes de la Loire à Gien (haut) et Orléans (bas) sont réalisés sur trois intervalles de temps.

Intervalle 1 : période du 24/2/99 au 30/9/99 (5227 données horaires)

Intervalle 2 : période du 24/2/99 au 10/6/99 (2543 données horaires)

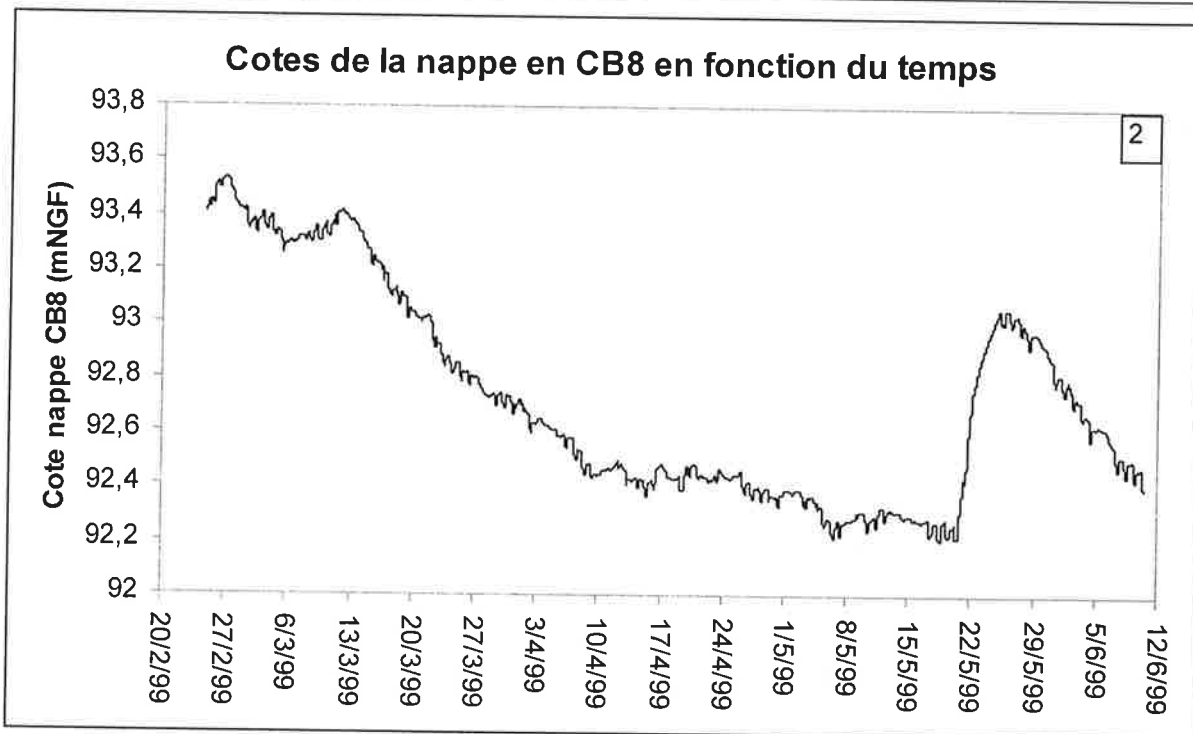
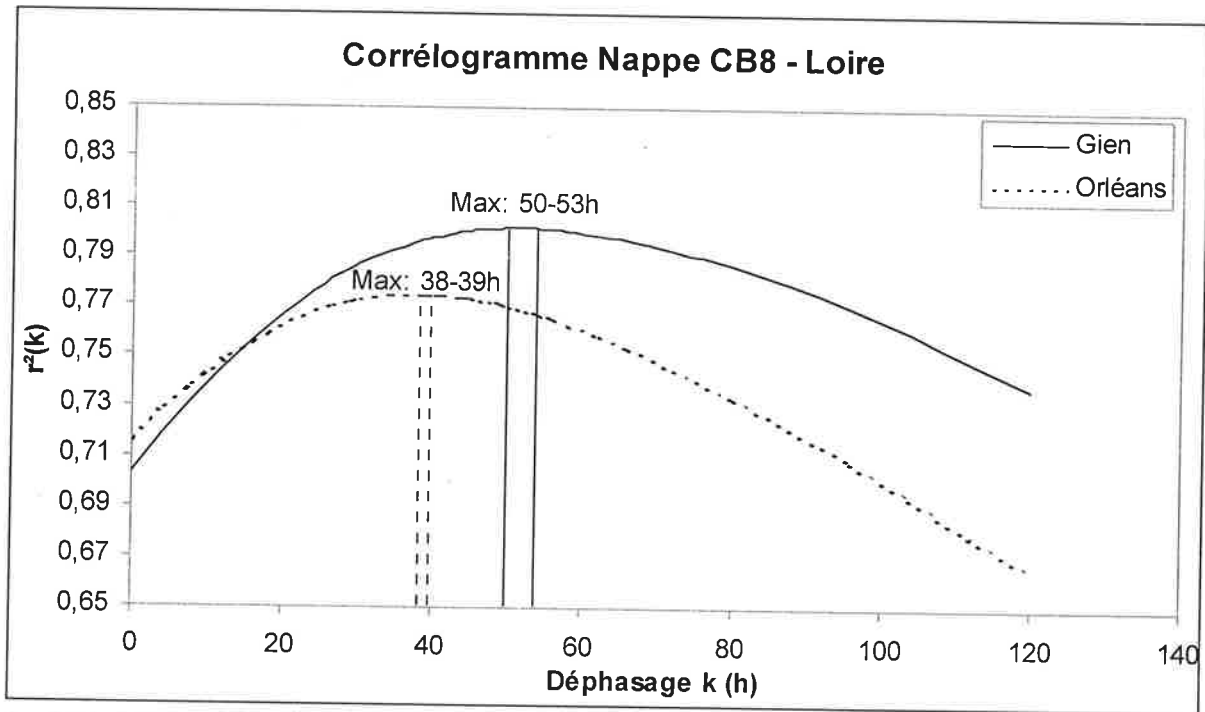
Intervalle 3 : période du 22/4/99 au 7/6/99 (1117 données horaires)

Les indices 1, 2 et 3 correspondent, sur les graphiques, aux intervalles respectifs 1, 2 et 3.



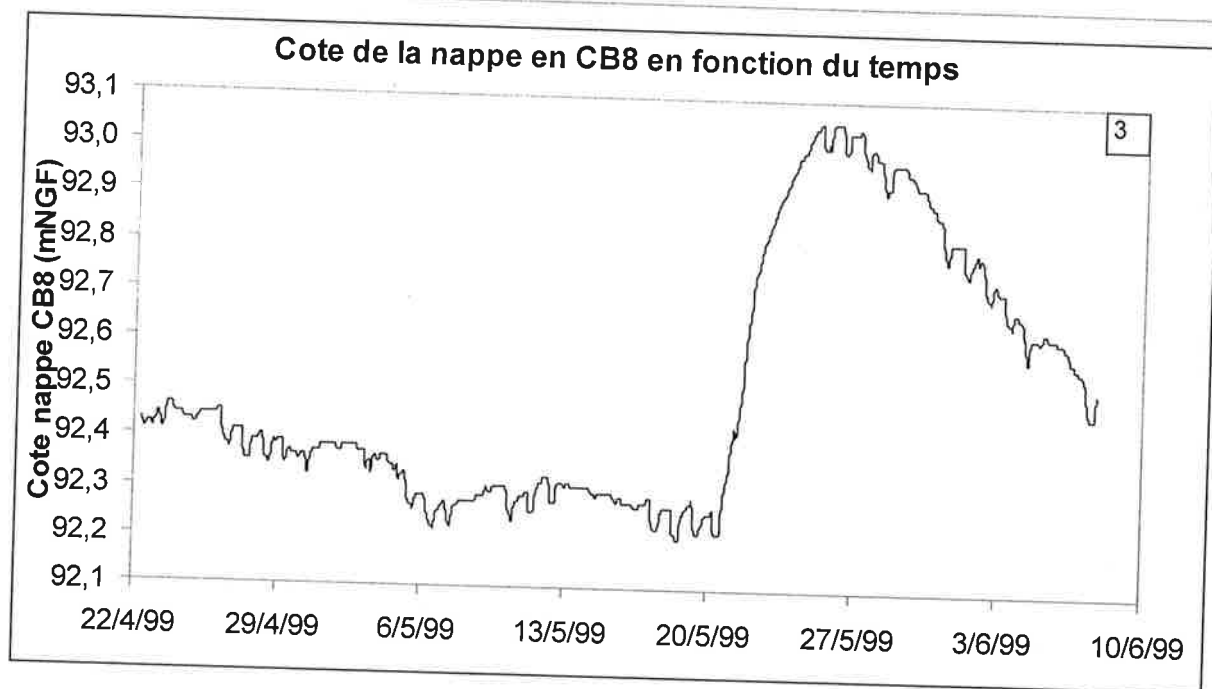
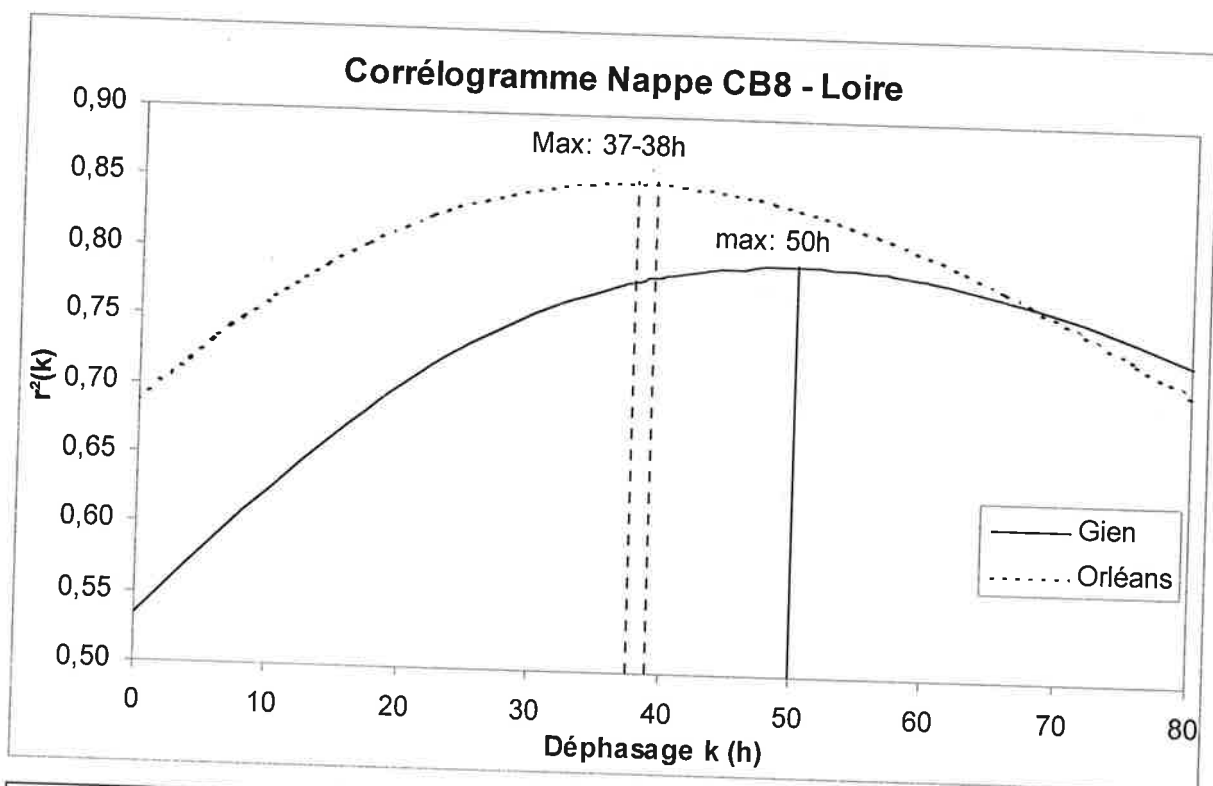
Piézomètre CB8: Etude du temps de réponse de la nappe calcaire aux fluctuations de la Loire pour l'intervalle 2.

Le corrélogramme croisé (graphique du haut) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans est réalisé sur la période du 24/2/99 au 30/9/99 (graphique du bas) c'est à dire 5227 données horaires pour chaque série.



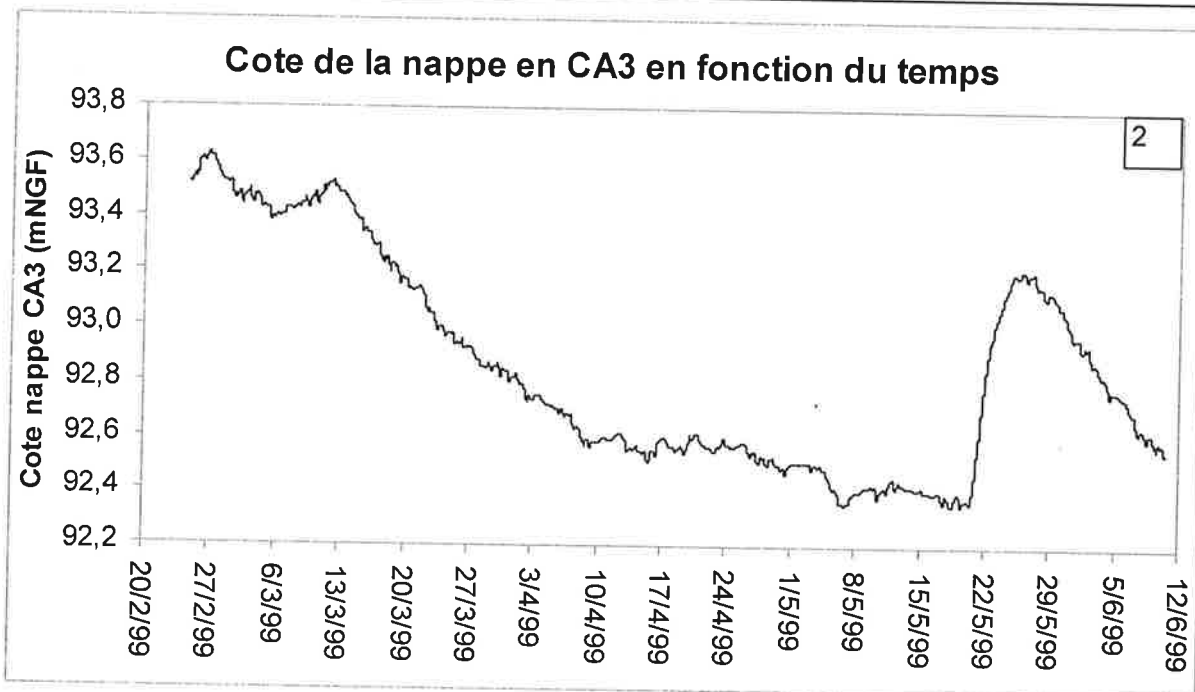
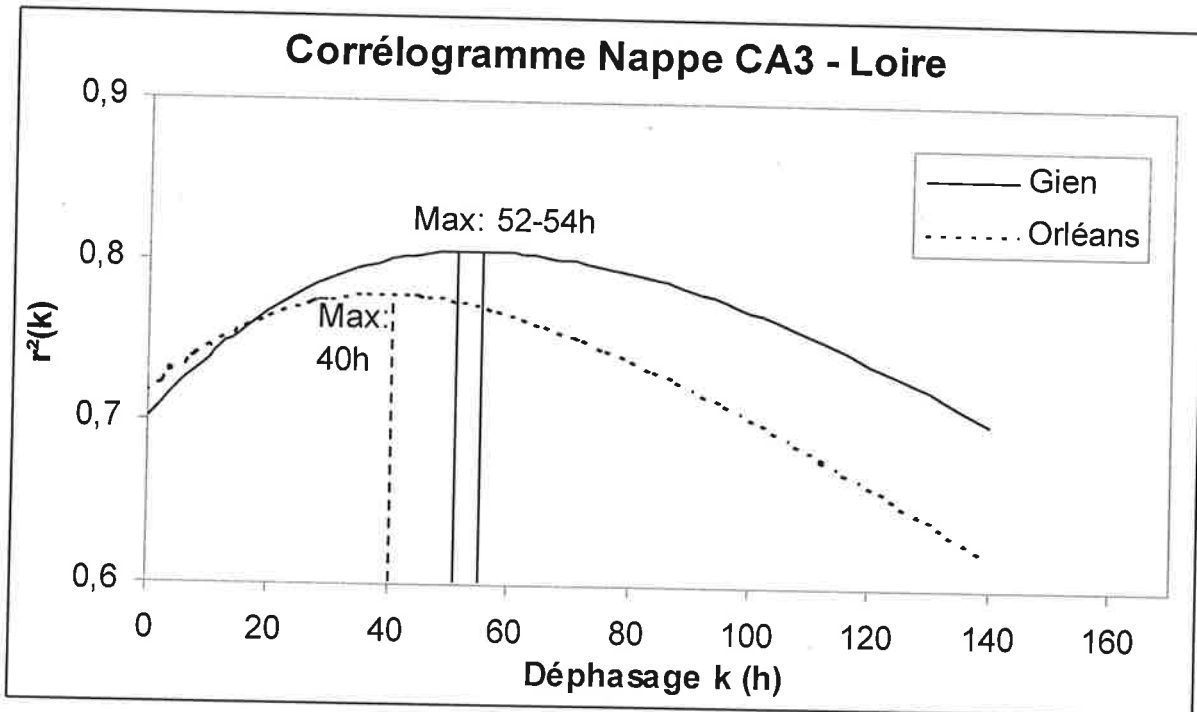
Piézomètre CB8: Etude du temps de réponse de la nappe calcaire aux fluctuations de la Loire pour l'intervalle 2.

Le corrélogramme croisé (graphique du haut) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans est réalisé sur la période du 24/2/99 au 10/6/99 (graphique du bas) c'est à dire 2543 données horaires pour chaque série.



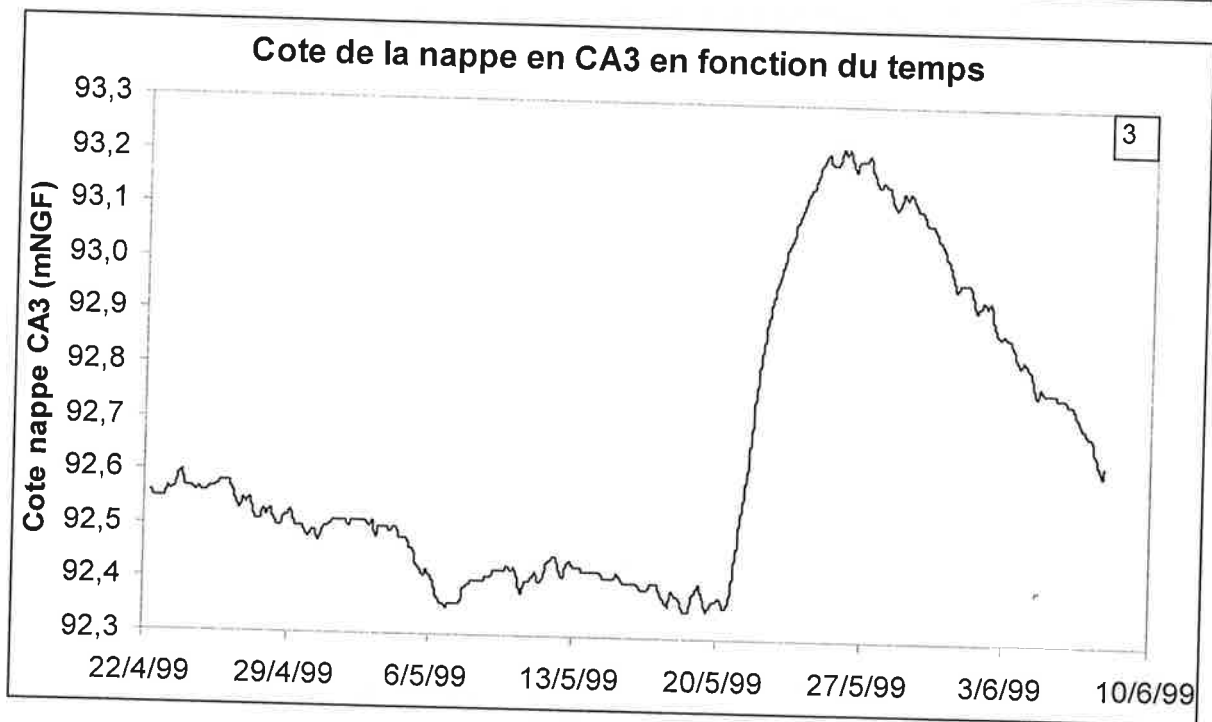
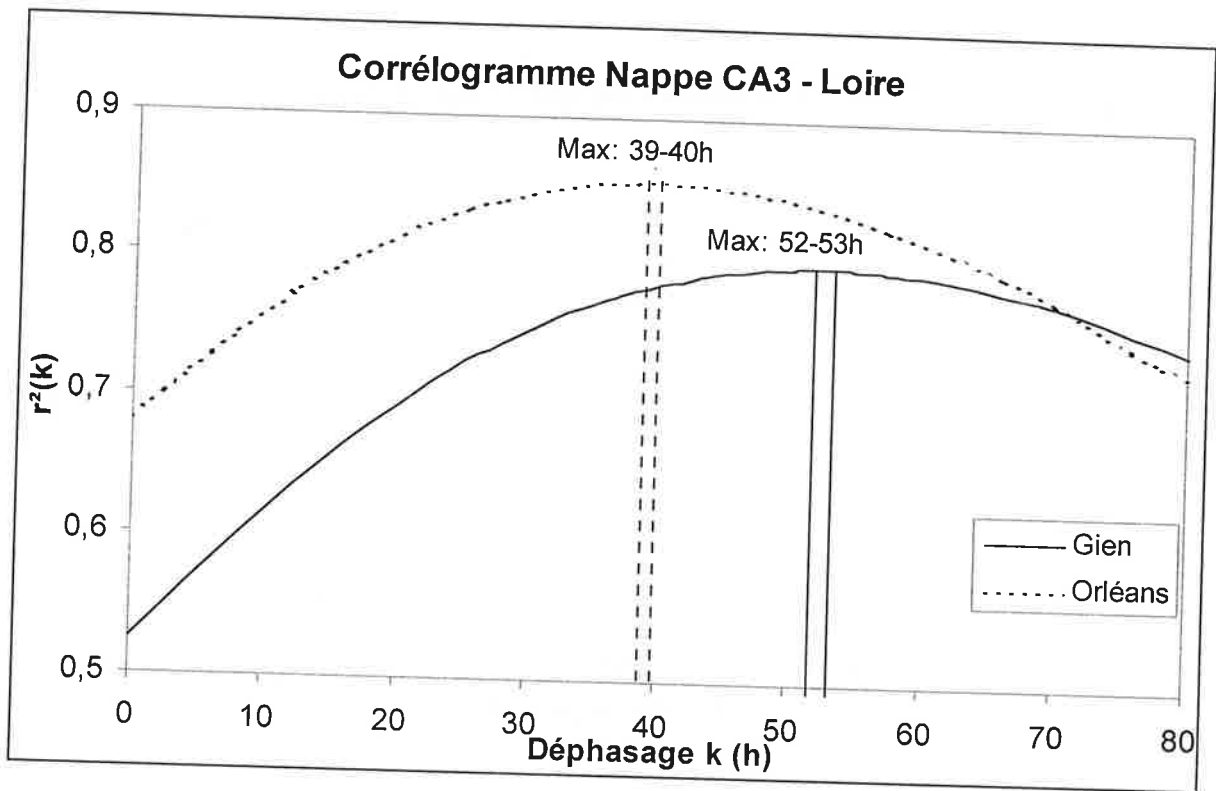
Piézomètre CB8: Etude du temps de réponse de la nappe calcaire aux fluctuations de la Loire pour l'intervalle 3.

Le corrélogramme croisé (graphique du haut) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans est réalisé sur la période du 2/4/99 au 7/6/99 (graphique du bas) c'est à dire 1117 données horaires pour chaque série.



Piézomètre CA3: Etude du temps de réponse de la nappe calcaire aux fluctuations de la Loire pour l'intervalle 2.

Le corrélogramme croisé (graphique du haut) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans est réalisé sur la période du 24/2/99 au 10/6/99 (graphique du bas) c'est à dire 2543 données horaires pour chaque série.



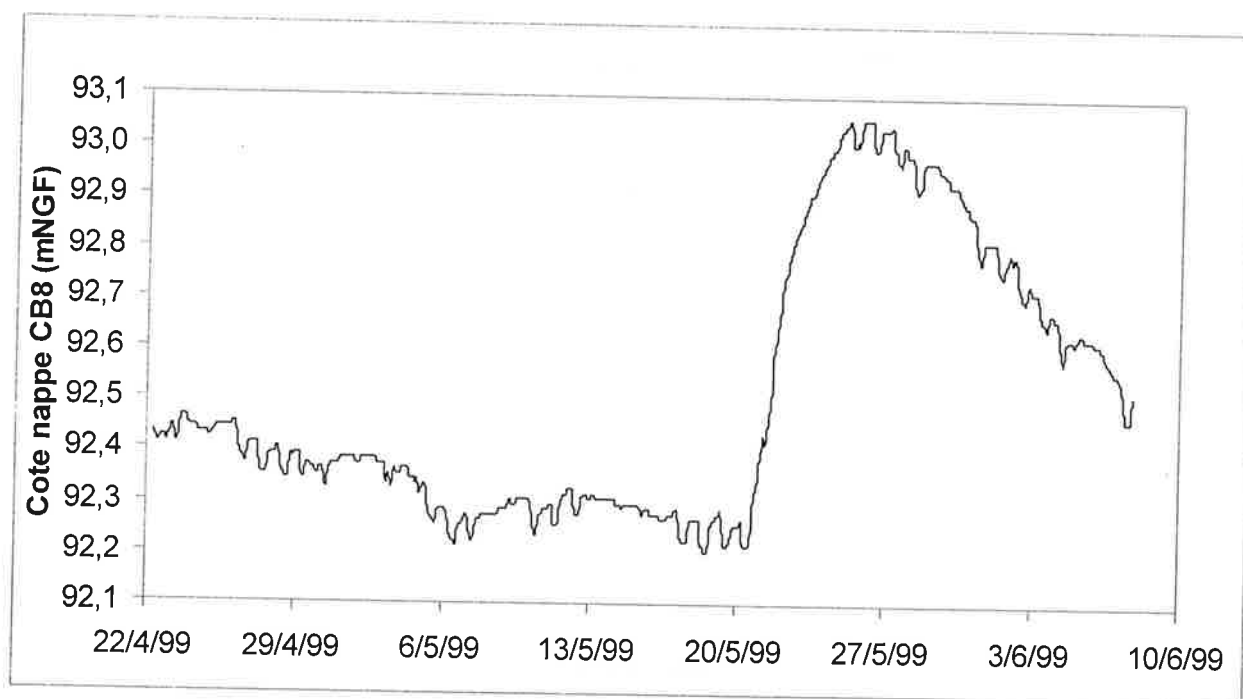
Piézomètre CA3: Etude du temps de réponse de la nappe calcaire aux fluctuations de la Loire pour l'intervalle 3.

Le corrélogramme croisé (graphique du haut) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans est réalisé sur la période du 22/4/99 au 7/6/99 (graphique du bas) c'est à dire 1117 données horaires pour chaque série.

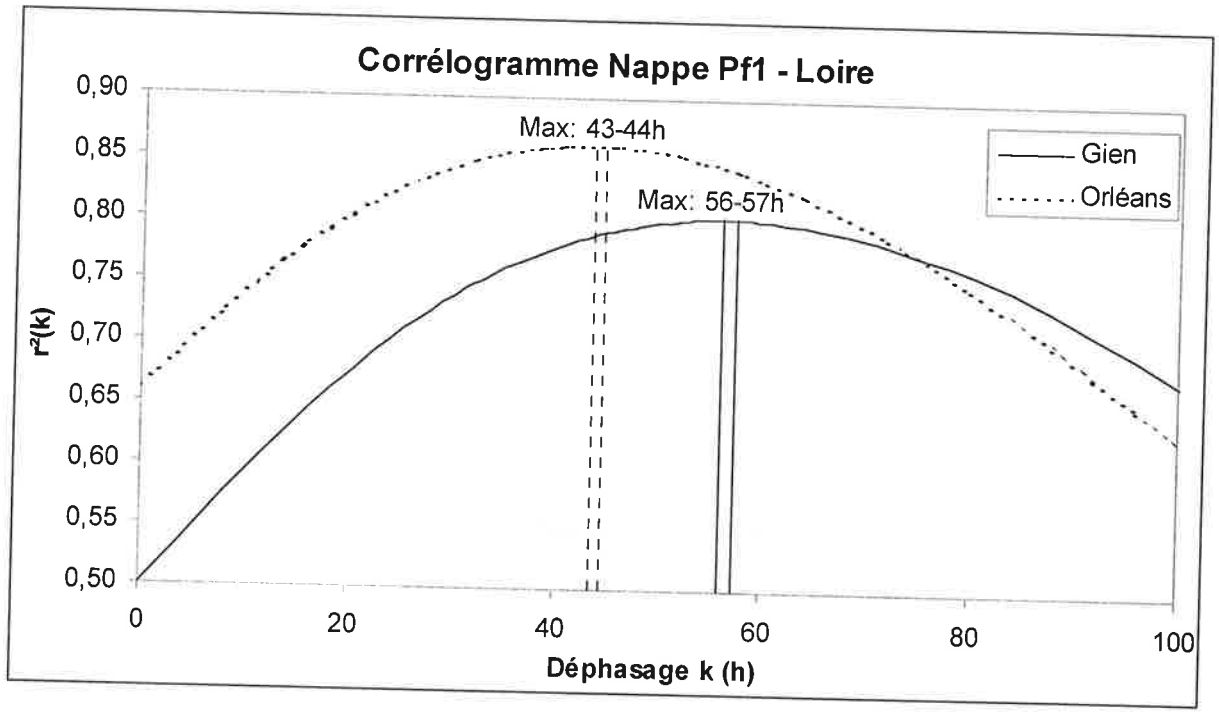
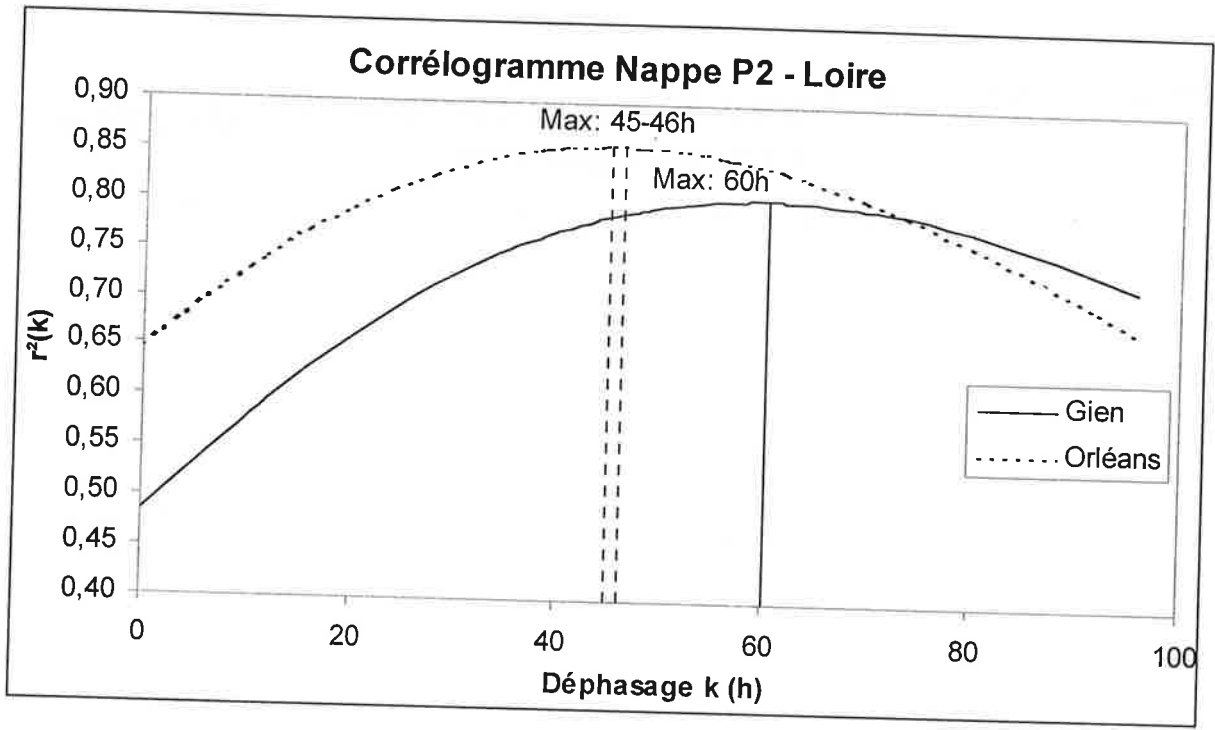
Calcul des temps de réponse de la nappe de Sandillon à la crue de la Loire de mai 1999

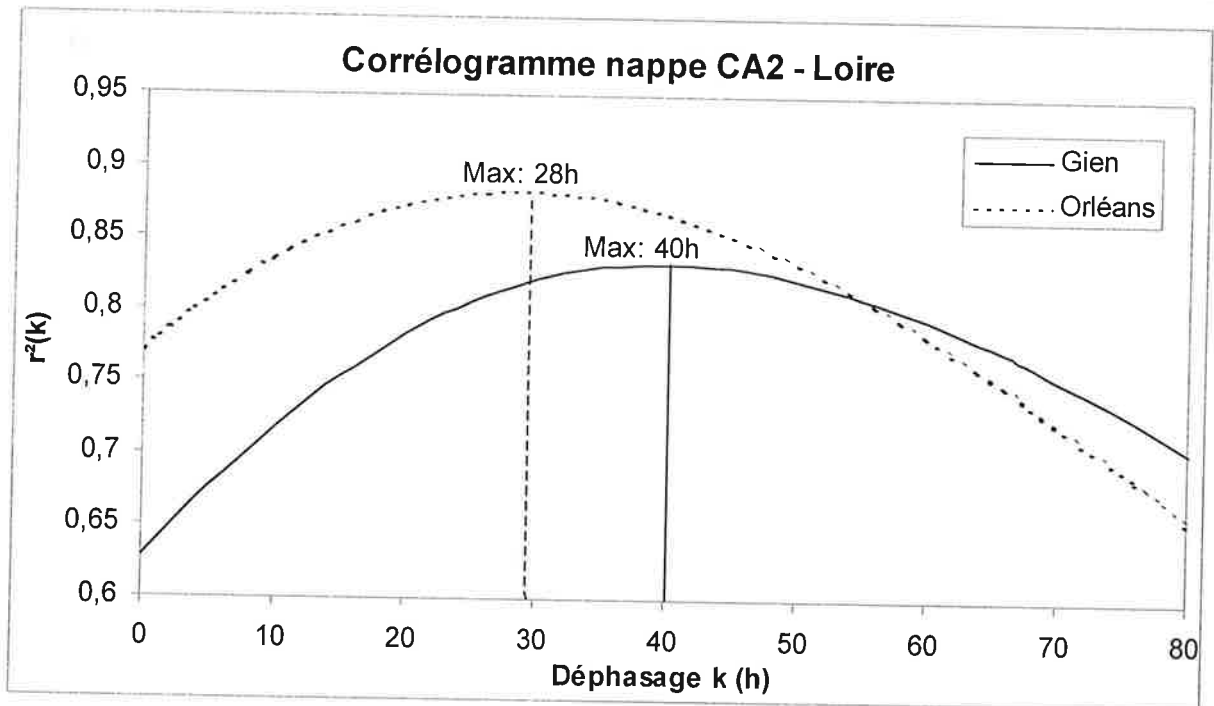
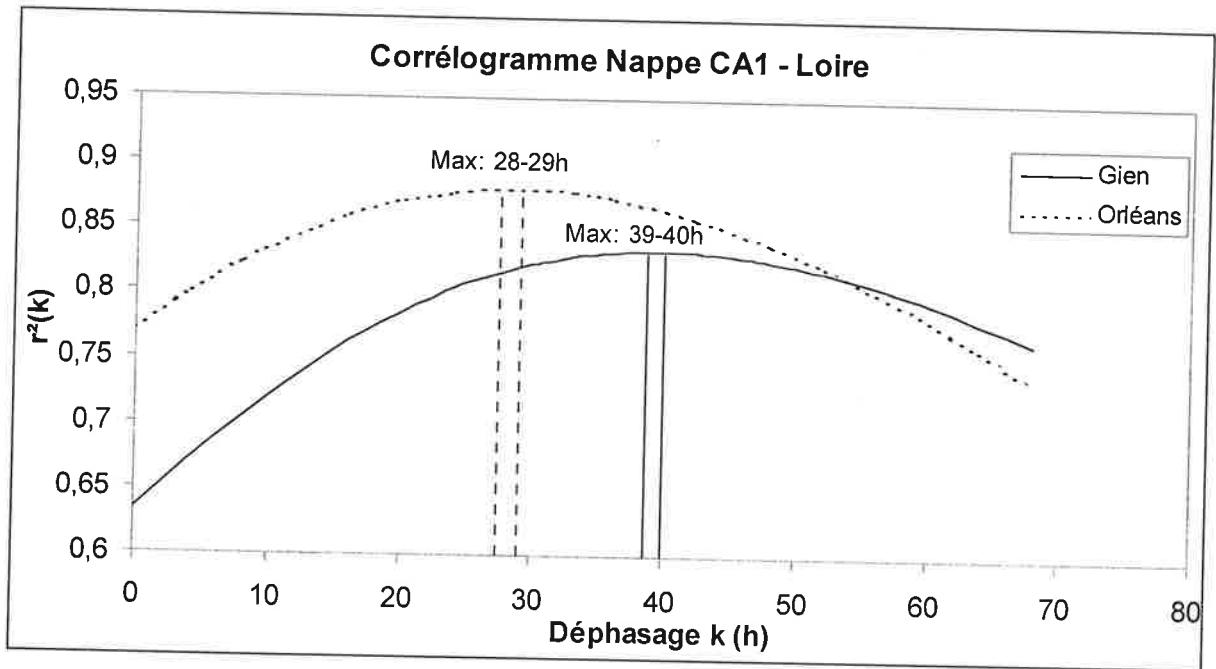
Piézomètres P2, Pf1, CA1, CA2, CA3 et CB8.

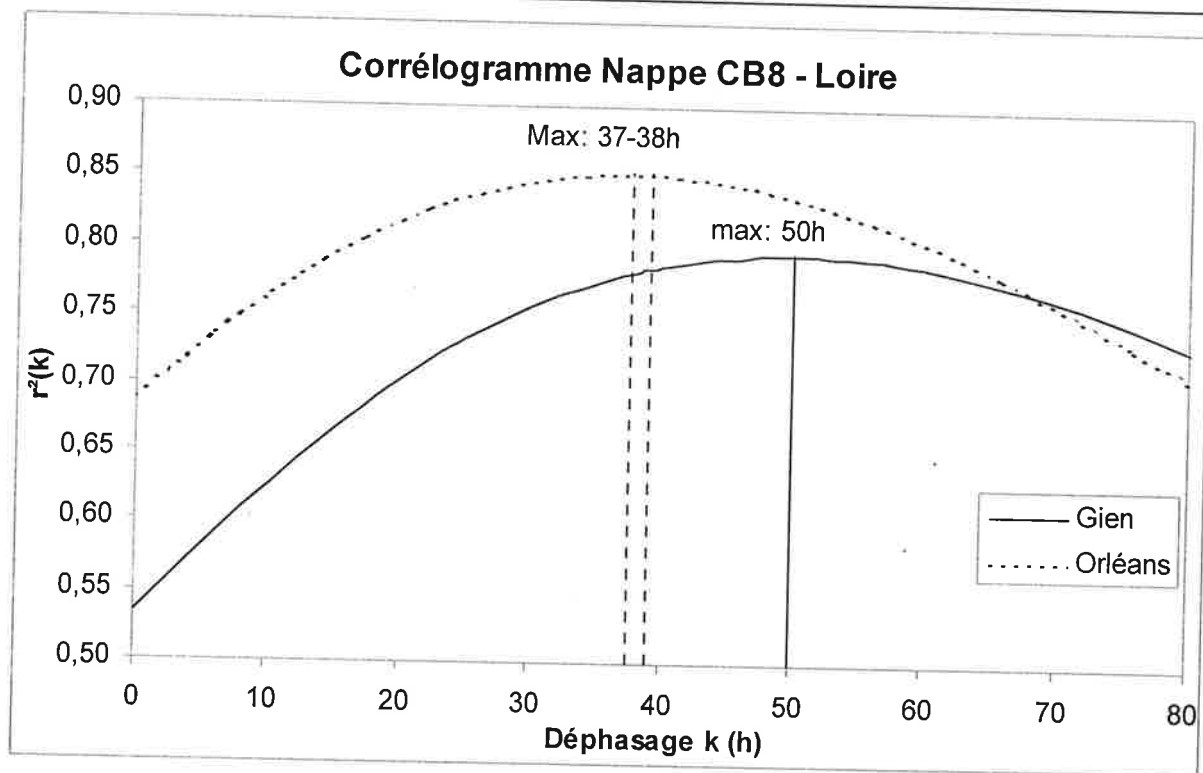
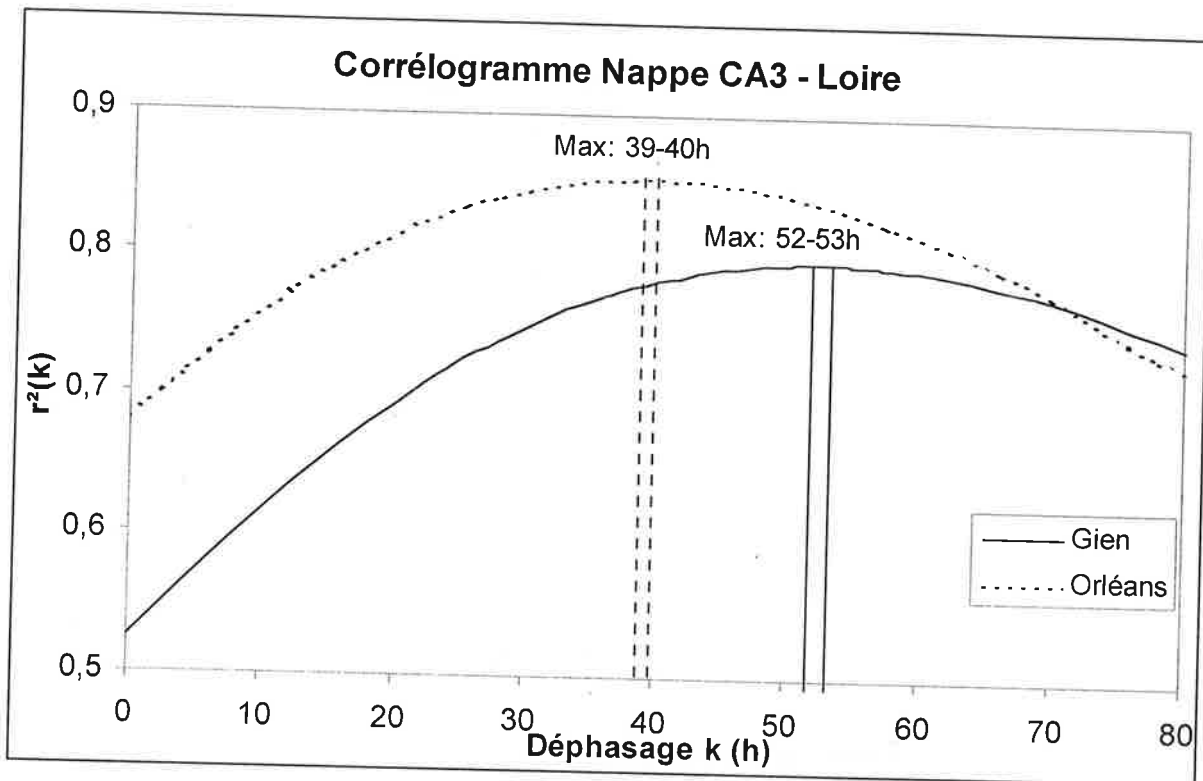
La période la plus longue que l'on possède où le maximum de piézomètres enregistreurs étaient fonctionnels est la période du 22/4/99 au 7/6/99 qui correspond à la crue de mai 99 (figure ci-dessous). 6 enregistreurs orphimèdes® fonctionnent alors sur l'ensemble du réseau d'observation de la carrière. Les fluctuations de la nappe sont suivies simultanément sur les piézomètres P2, Pf1, CA1, CA2, CA3 et CB8. Les corrélogrammes croisés sont calculés entre la Loire et la nappe pour chacun de ces points.

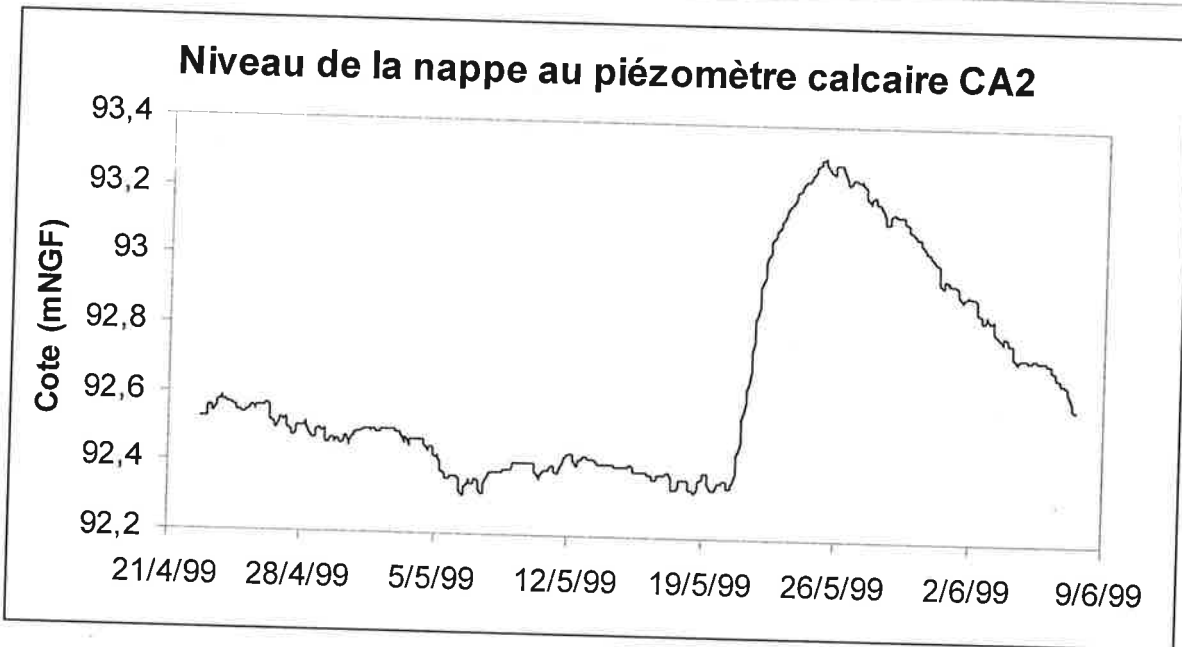
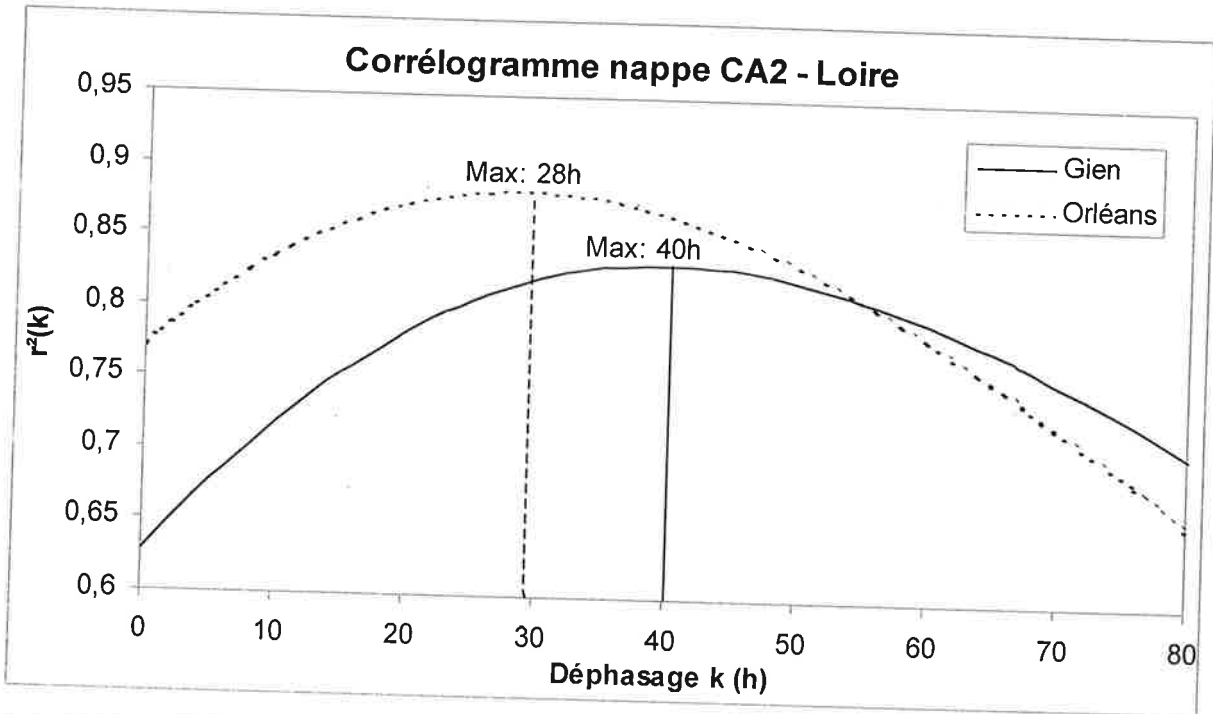


Enregistrement de la crue de Mai 1999 par la nappe au niveau du piézomètre CB8.









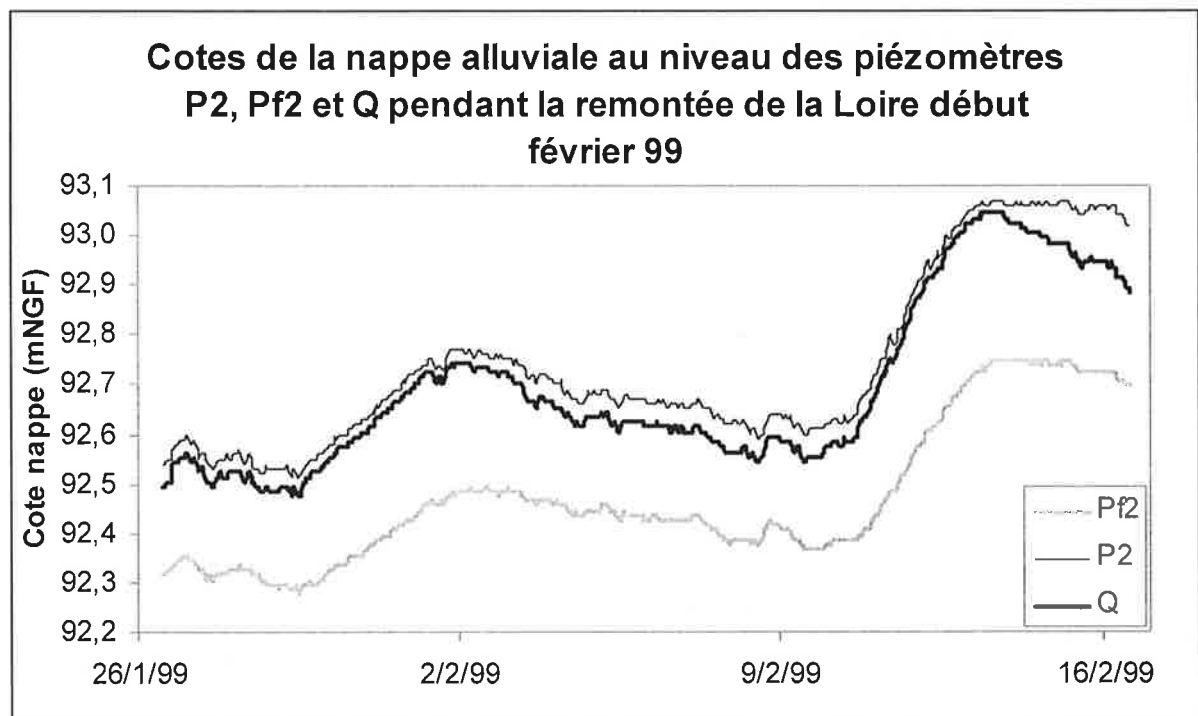
Piézomètre CA2: Etude du temps de réponse de la nappe calcaire aux fluctuations de la Loire.

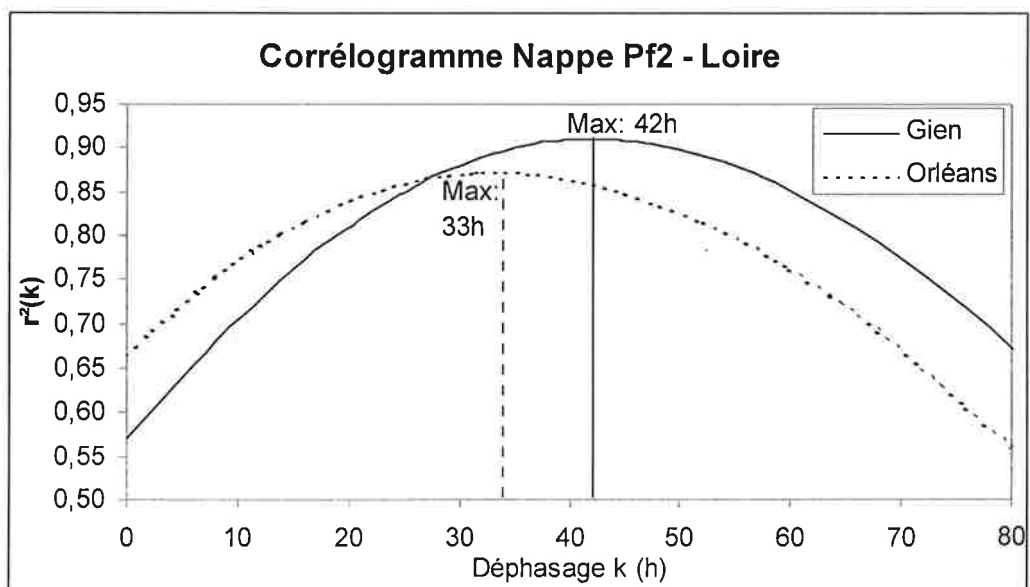
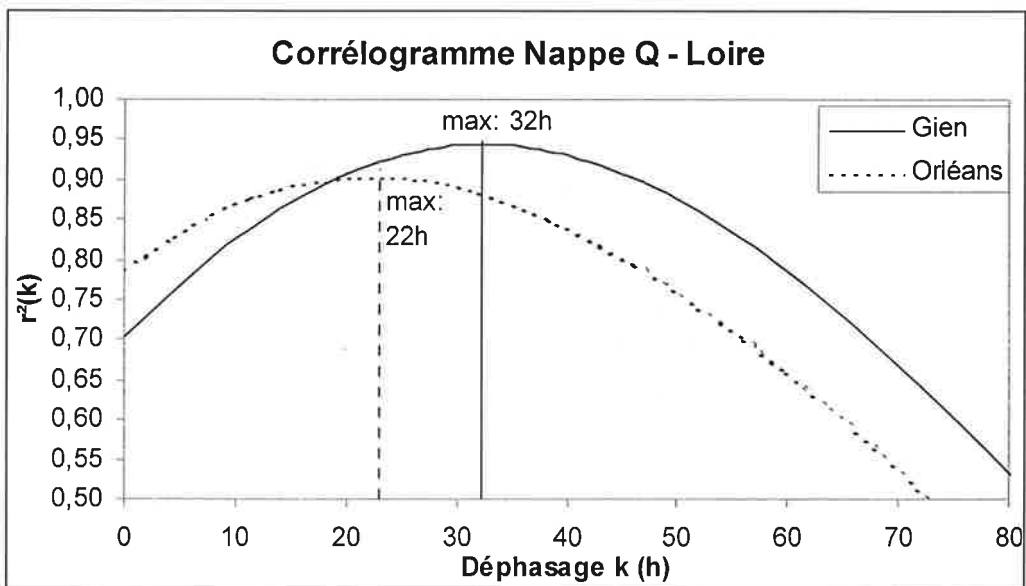
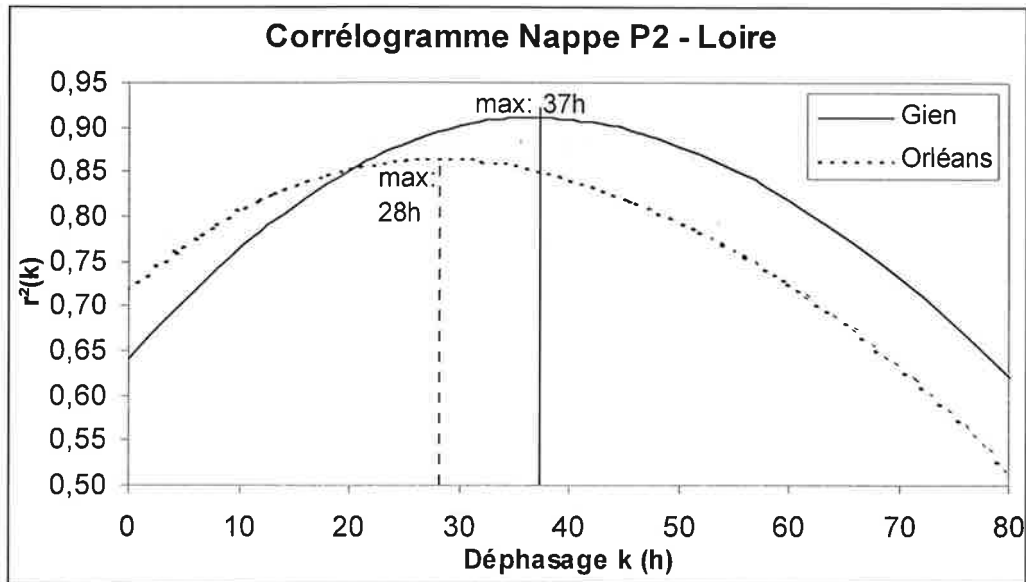
Le corrélogramme croisé (graphique du haut) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans est réalisé sur la période du 22/4/99 au 7/6/99 (graphique du bas) c'est à dire 552 données bi-horaires pour chaque série.

Etude de la montée de la Loire de début février 1999

Comparaison des temps de réponse de la nappe au niveau des piézomètres P2, Pf2 et Q.

Les corrélogrammes croisés (page suivante) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans sont réalisés sur la période du 26/1/99 au 16/2/99 (graphique ci-dessous) à partir de 507 données horaires pour chaque série.

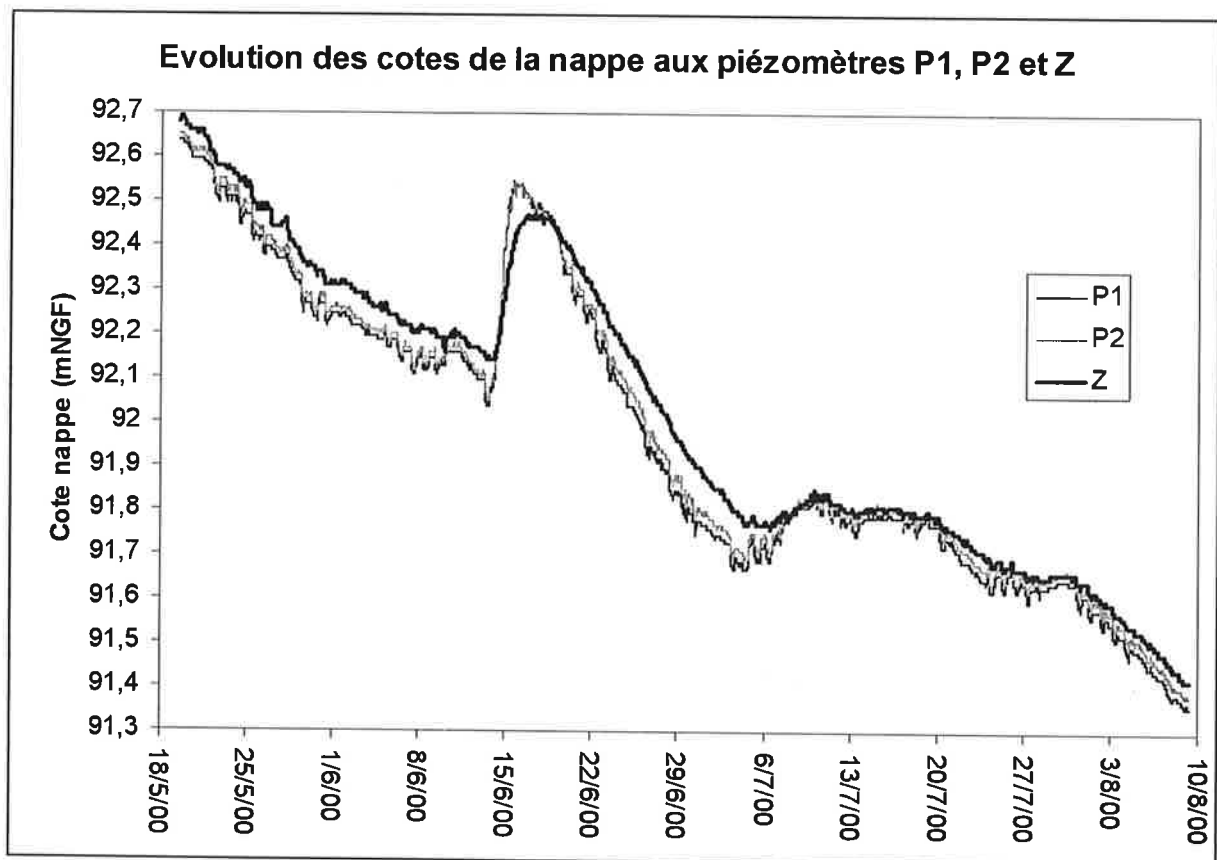


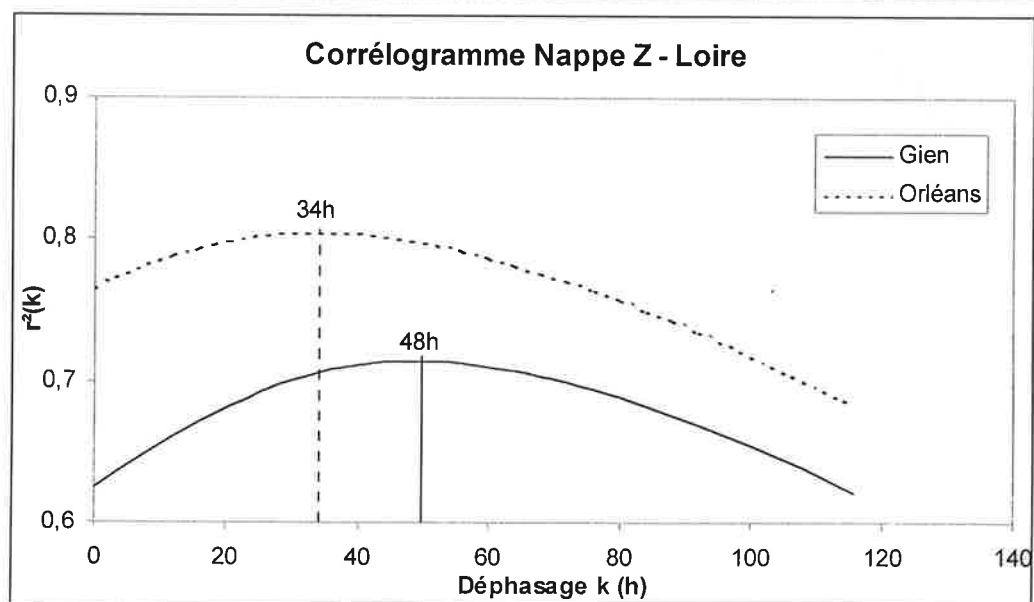
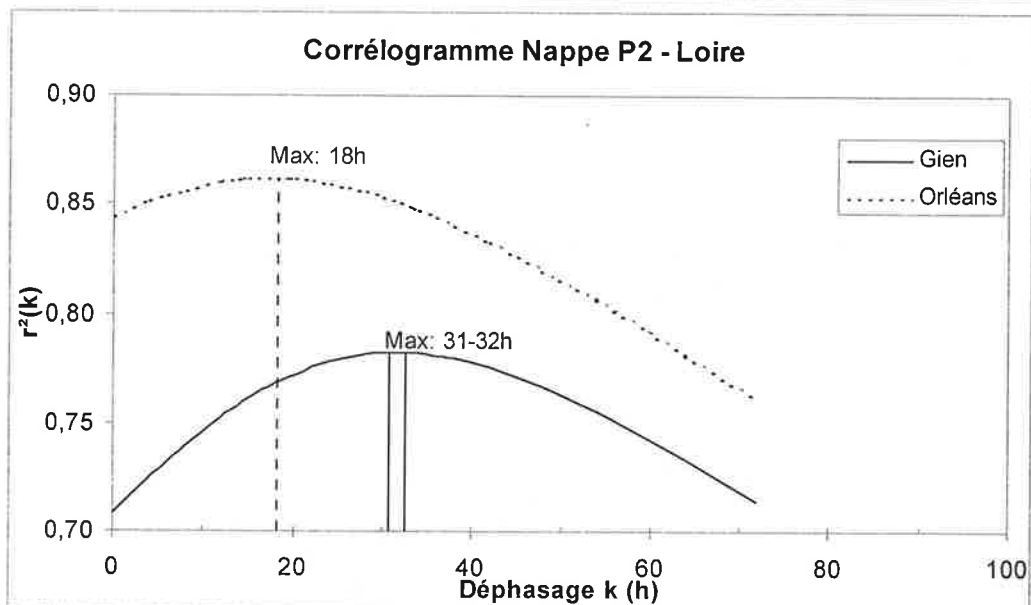
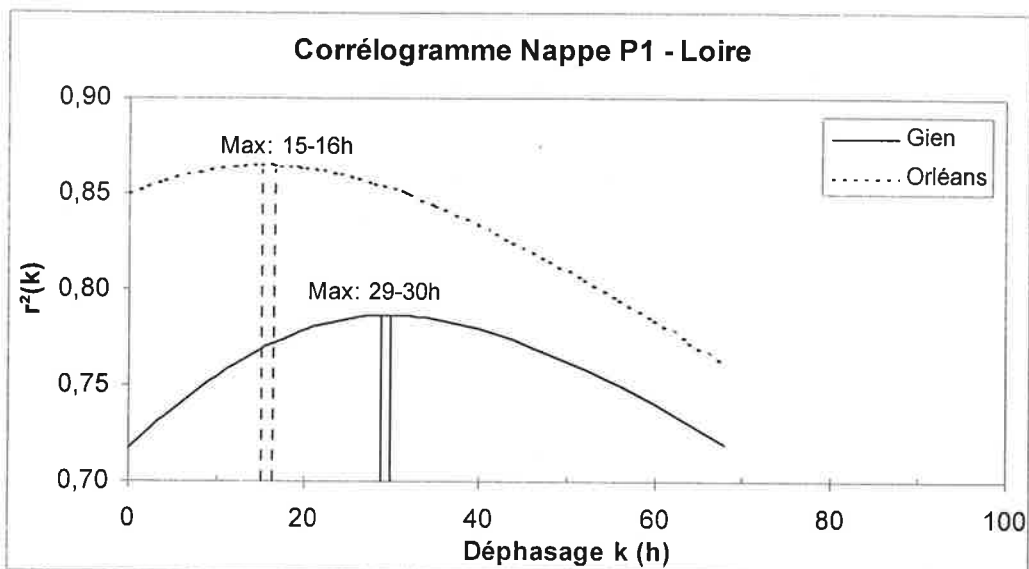


Etude de la crue de Juin 2000

Comparaison des temps de réponse de la nappe au niveau des piézomètres P1, P2 et Z.

Les corrélogrammes croisés (page suivante) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans sont réalisés sur la période du 19/5/00 au 9/8/00 (graphique ci-dessous) à partir de 1965 données horaires pour chaque série.



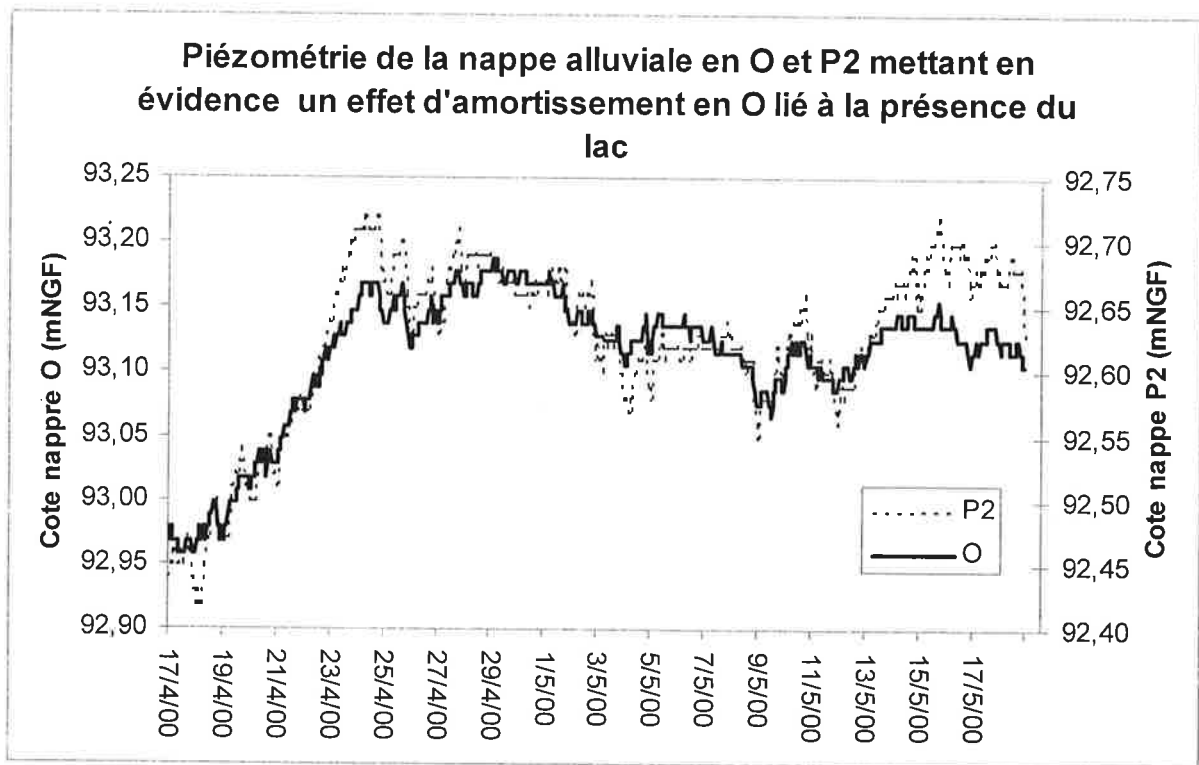


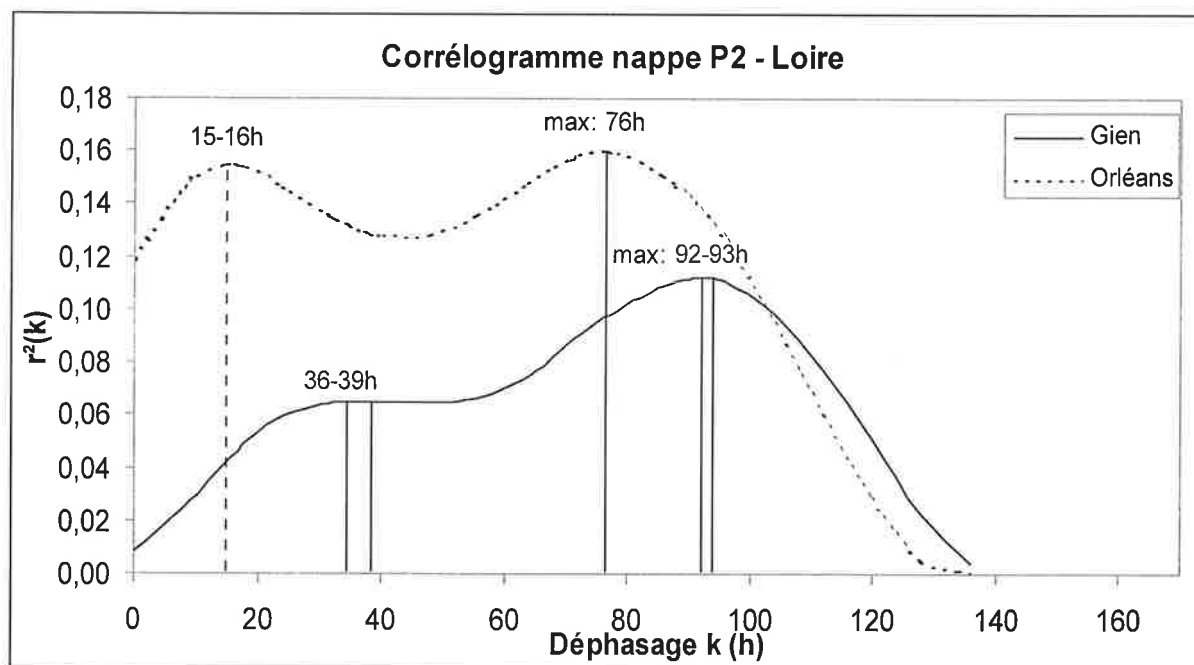
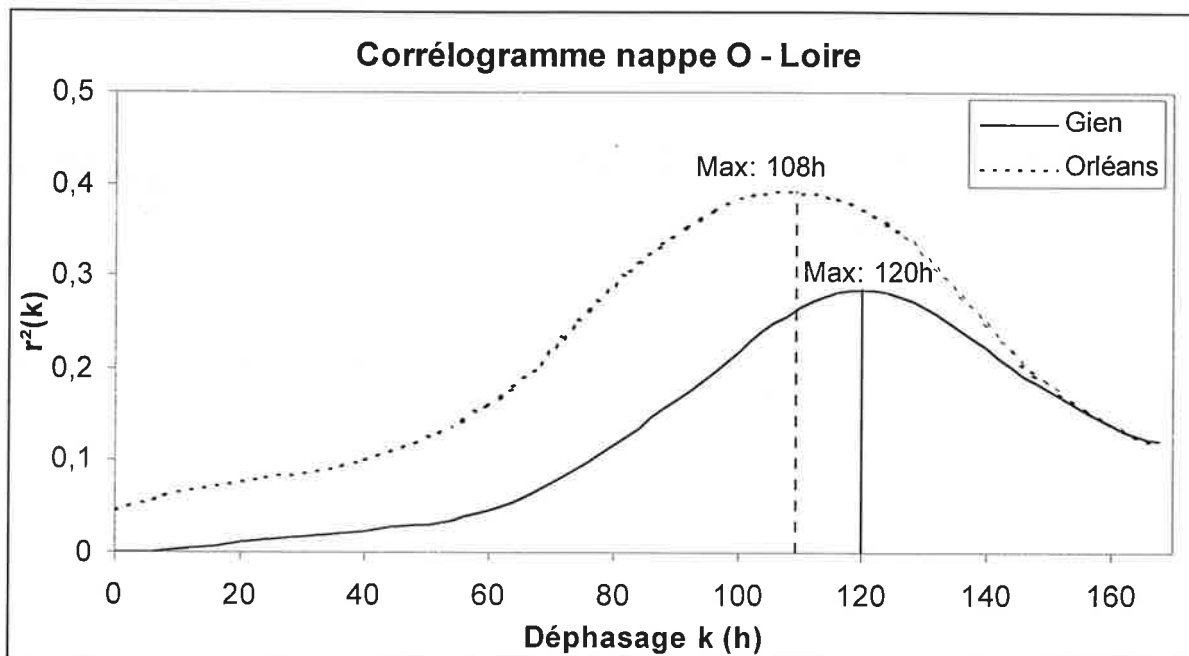
Etude de l'influence du lac sur le temps de réponse aux fluctuations de la Loire de la nappe au voisinage du lac

Comparaison des temps de réponse de la nappe au niveau des piézomètres O et P2.

Le piézomètre O a été équipé d'un enregistreur sur la période du 17/4/00 au 19/5/00. On compare ici (graphique ci-dessous) la réponse de la nappe aux fluctuations de la Loire au piézomètre O situé à environ 20 mètres au sud du lac d'exploitation pendant cette période et la réponse du piézomètre P2 localisé en amont du lac.

Le maximum de corrélation en O est obtenu pour un temps de réponse de la nappe aux fluctuations de la Loire plus grand qu'au piézomètre P2. Cependant, dans la période considérée, le niveau de la Loire est très irrégulier et les corrélations obtenues ne sont pas bonnes ni en O, ni en P2. C'est la localisation de la nappe en O, environ 60 cm au dessus de P2 qui laisse fortement penser que O subit l'influence du lac. Cela expliquerait alors les temps de réponse important obtenus en O.





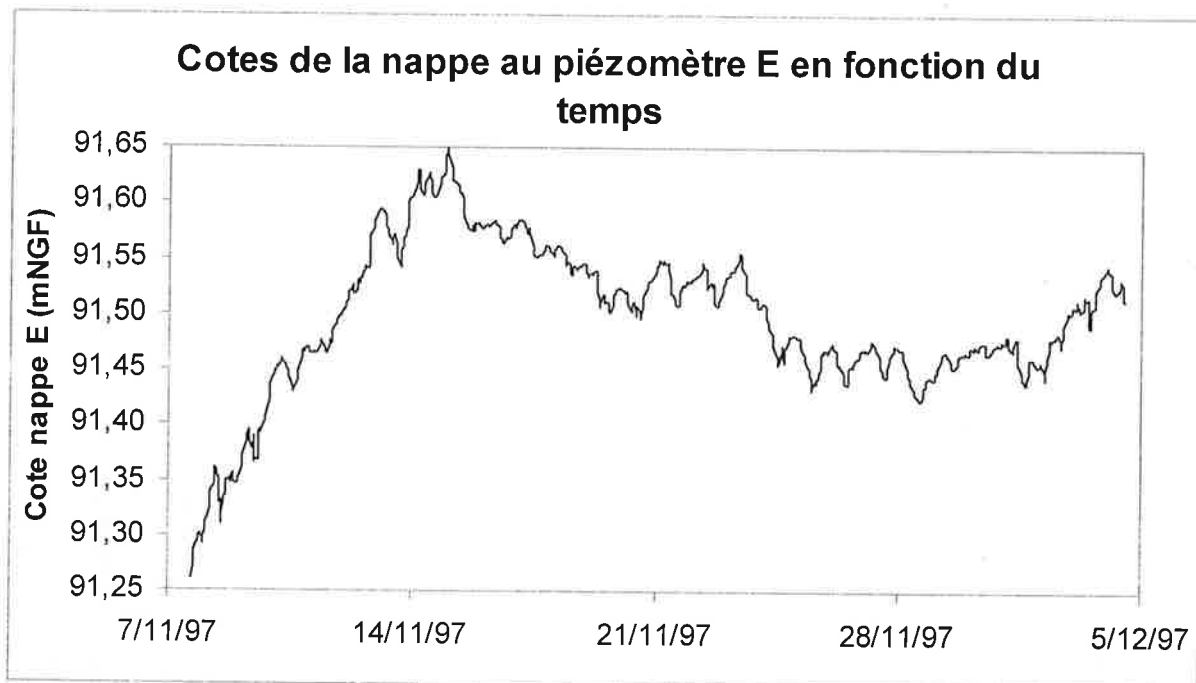
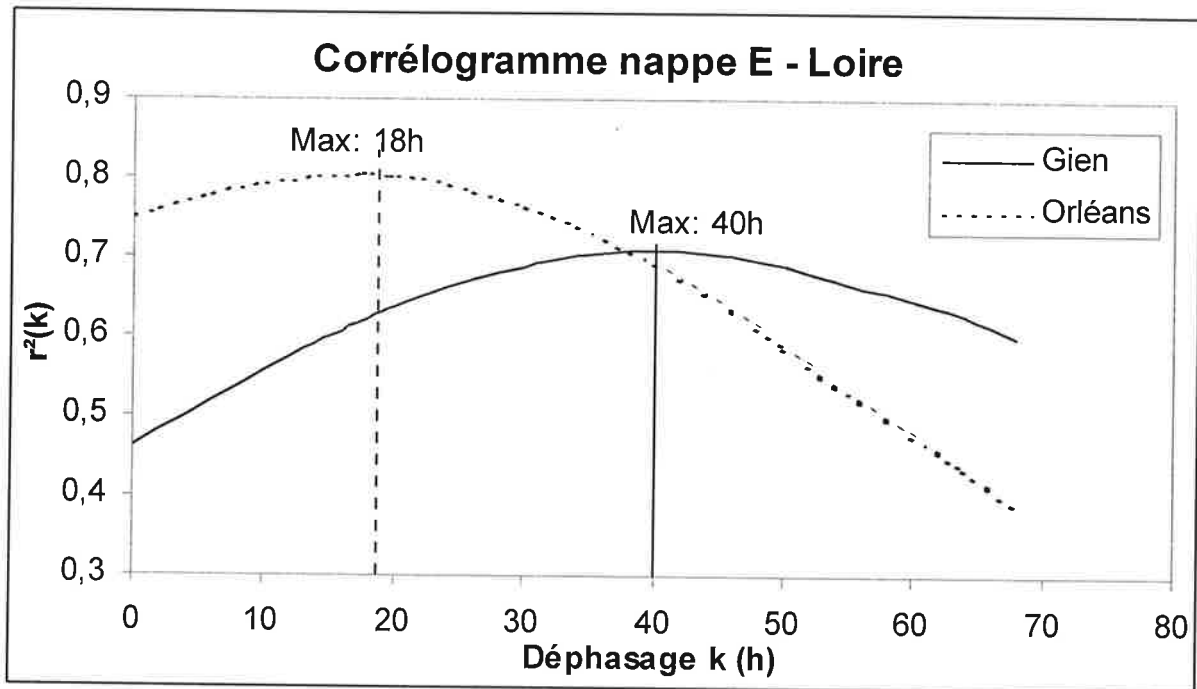
Comparaison des temps de réponse de la nappe alluviale aux fluctuations de la Loire entre un piézomètre de référence (P2) non-influencé par le lac d'exploitation et un piézomètre situé à 20 mètres du lac d'exploitation.

Les corrélogrammes croisés entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans sont réalisés sur la période du 17/4/00 au 19/5/00 c'est à dire 768 données horaires pour chaque série.

Autres calculs de temps des réponse de la nappe de Sandillon

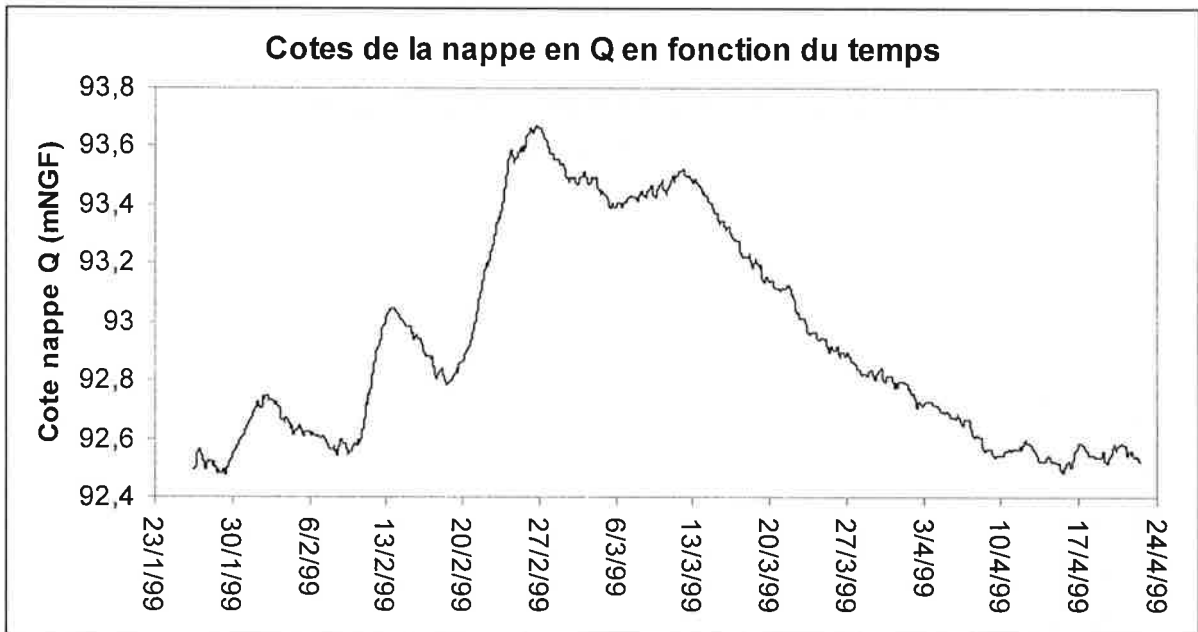
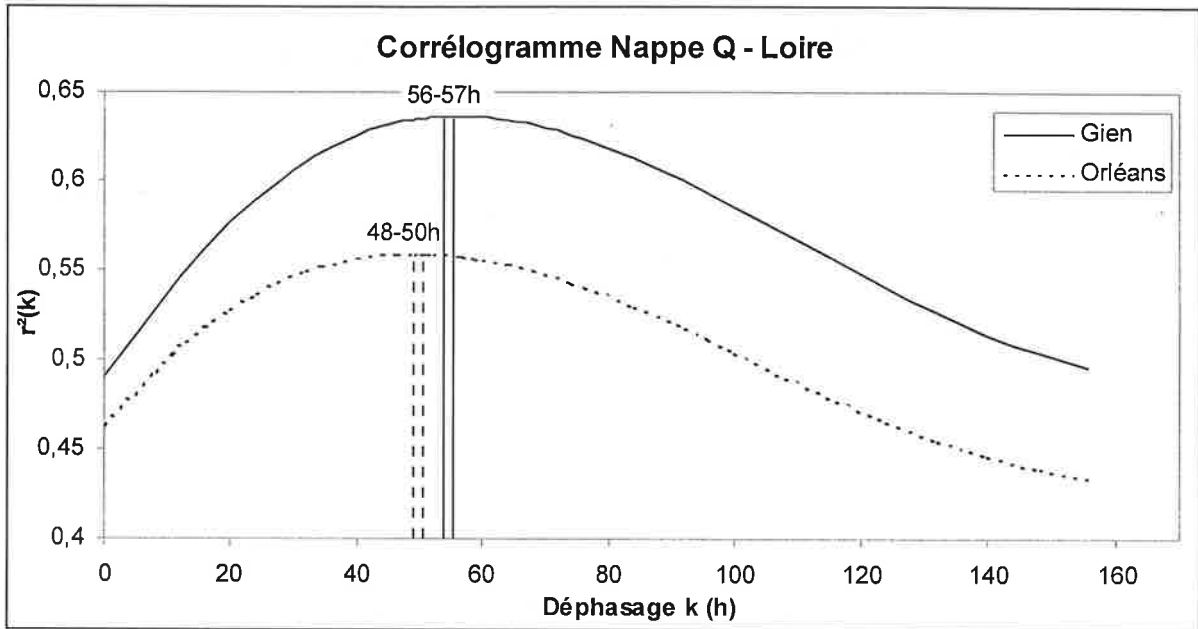
Piézomètres E, Q et Pf2 (alluvionnaires).

Sur certaines périodes, le réseau d'observation ne disposait que d'un seul piézomètre enregistreur. C'est pourquoi l'on ne dispose pas toujours de moyen de comparaison des temps de transfert obtenus sur certaines période de remontée de la Loire (Ex : piézomètres E et Q).



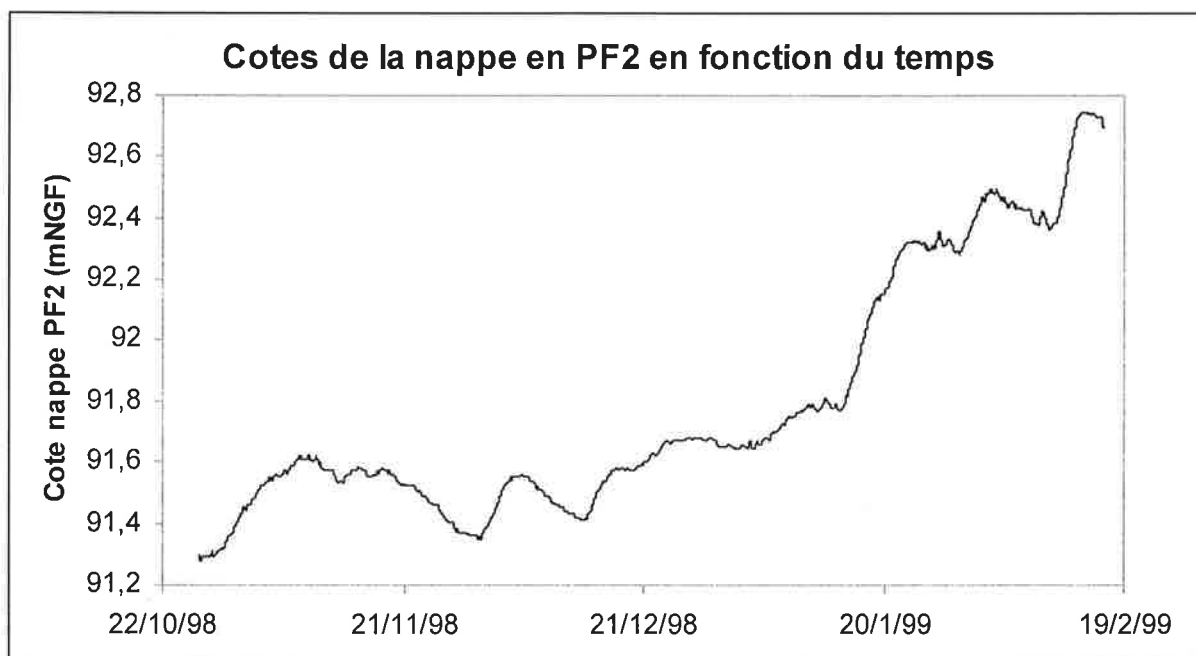
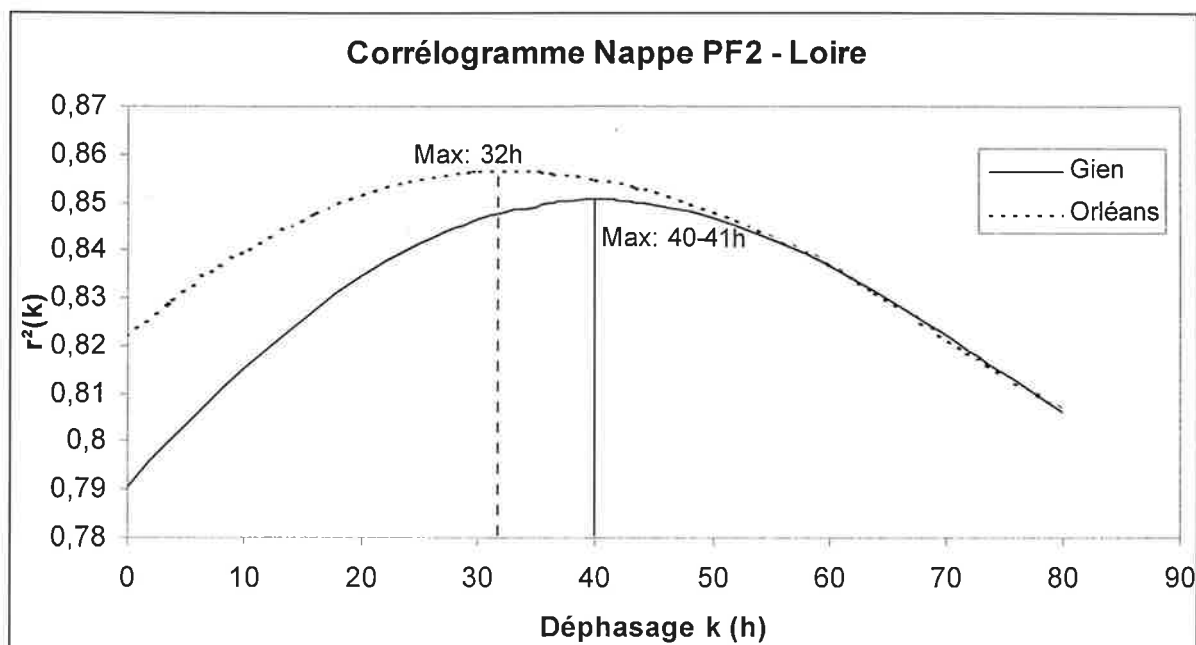
Piézomètre E : Etude du temps de réponse de la nappe alluviale aux fluctuations de la Loire.

Le corrélogramme croisé (graphique du haut) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans est réalisé sur la période du 7/11/97 au 4/12/97 (graphique du bas) c'est à dire 646 données horaires pour chaque série.



Piézomètre Q: Etude du temps de réponse de la nappe alluviale aux fluctuations de la Loire.

Le corrélogramme croisé (graphique du haut) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans est réalisé sur la période du 26/1/99 au 22/4/99 (graphique du bas) à partir de 2067 données horaires pour chaque série.



Piézomètre PF2: Etude du temps de réponse de la nappe alluviale aux fluctuations de la Loire.

Le corrélogramme croisé (graphique du haut) entre les cotes de la nappe et les cotes de la Loire à Gien et Orléans est réalisé sur la période du 26/10/98 au 16/2/99 (graphique du bas) à partir de 2750 données horaires pour chaque série.

Annexe 13

Données météorologiques à Orléans

- Précipitations journalières pour les années 1997 à 2000
- Pressions atmosphériques et cotes de la Loire et de la nappe à Sandillon lors du passage de la tempête de décembre 1999

**Précipitations journalières (mm) à la station météorologique d'Orléans la Source de Mars 1997 à
Décembre 2000**

	janv-97	févr-97	mars-97	avr-97	mai-97	juin-97	juil-97	août-97	sept-97	oct-97	nov-97	déc-97
1							18,3		7,8			12
2			0,4			0,1	9,1		0,1			1,6
3							9,2					0,1
4			0,6		7,3	1,4	5,1	6,4			3,9	
5			0,5		19,9	0,6	2,8	0,2	0,5		2,6	
6					7,8			0,4			27,6	
7					6,9	1				3,2	0,3	3,5
8					6,2						2	2
9											0,8	2,2
10					2,8					1,1		11
11					4,8	8				7,1		5
12						0,3				2	1,3	
13					3,3	9,9			4,8	1,2	0,2	
14						1,5				1,8	0,1	
15					5,2					1,4		0,5
16						7,8				8,6	0,9	
17						0,2				0,2		8,1
18			1,5									5,5
19			0,7		2	3,7		0,3			12,4	11,2
20					5	1,4					4,5	0,4
21					5					0,8	2,2	
22					0,5	3					4,2	
23						3,7					0,5	
24							0,5					1,7
25				2,5		6	3,1					4,6
26				10,8		3,7					0,2	0,9
27				4,1		17	0,4	17,2			0,4	1,9
28				0,8		9		0,6			1	
29						17,5		8			12,6	0,6
30						23,5		0,3			3	
31											1	0,6
												10

	janv-98	févr-98	mars-98	avr-98	mai-98	juin-98	juil-98	août-98	sept-98	oct-98	nov-98	déc-98
1	7,4			1,5		1	0,5	10	2,7	1,5		
2	12,3			16,2	7,4	2	12	2,8	5,7	1,3		
3	5			13,7				0,2	1		2,1	
4	5,8		6,7	5		2,5		1,3	8		0,2	0,8
5	6			9	0,1				0,9	0,3	0,1	
6	2,2			17		7			6,6	6	0,2	
7	3,5	2,2	5,5	9					9,8	0,2		0,7
8	0,1		1,4	2,6					3,1	11,7	0,4	0,9
9				3,2			0,7		0,5	0,4	1	0,8
10			4	1,3		6,5	0,2			7		8
11	0,5		1,5			3,2			8,5	6	0,5	1,8
12	0,1			3					3	0,1	1,6	0,5
13	0,4			0,8		7	7		2,2	1,7	3,2	
14	2			1,9		1			3,7	2,3		0,5
15	6,2			3,5		6,4			6,8	7,2		0,4
16	1,8			10,3			3,4		0,1	0,2		
17				9,2						2		
18	20,6									0,6		4,8
19	2,5			4,8								16
20				7,3								9,7
21		4,7			1,2		7,3					
22		3					0,2	2				
23		0,4					0,2	3				
24				0,5	0,3	0,7		6,3		12,4		4,8
25				8					0,6	21	3,8	4,6
26			1,7	0,7					0,8	0,7	1,6	
27		1,7		1,2	4,7		0,1		14	0,6	0,4	6
28				4,9	6,3		5,1	10,3	1,3	2,1	0,8	3,1
29				0,5			2,4	1,3	4,7	14,4	7,3	7,2
30					7	2,9		0,2	0,1	0,1		
31			4		5,3				0,7	0,7	1,7	5,9
										11,1		

**Précipitations journalières (mm) à la station météorologique d'Orléans la Source de Mars 1997 à
Décembre 2000**

	janv-99	févr-99	mars-99	avr-99	mai-99	juin-99	juil-99	août-99	sept-99	oct-99	nov-99	déc-99
1	1,3	0,1	3,1			12,7					39,3	
2	12		4,2	3,4		2,5		1,4		14	6,5	
3	2,2		3,8	5,8		1,9				1,7	0,4	6,5
4	1,1	0,2	6,3			14,4	16,4	0,1		3,5	0,3	
5						4	2,7				3	4,8
6	0,4	2,5				0,4		6				
7	4,2		3,5	0,3	6,8	2,4		7			1	
8	0,1	19,4	13,9					7,5			1	23
9			4,8		1,4			3,5			0,8	5,3
10	4,6	0,8	0,1		2,2							
11			0,2	3,4	9,7		2,7			0,9		
12	6,1			7,9	5,6				1,5	0,1		
13	7,1			4,4	4,1		4,5		25,5			
14	0,2	7		25,1				7,1	4,8		0,5	
15		1,6		5,1					6,5			
16	14			0,4				0,1	2,1		2,3	
17		0,9		1,7	14			4,2	3,5		3,3	17,6
18		4	1,3					4,2			8,8	
19		9		3	6,1		1,2		20,7	2	0,7	12
20		1		6,2	11,2	1,3			2,1	5		
21	0,1	2,7	8,3	2,2					11,5	4	0,4	
22		0,9	0,5	6,2					10,3	6,9	2,4	0,3
23		5,5		3						3		
24		8,2	1,8							4,2		
25	13	0,1		0,2		1		0,4		2,4		
26	3			0,6		1			2	0,5	0,7	34,5
27	1,8	2		0,2	0,2	17,4			13,3	0,2		15,7
28	2,2					0,2	0,4		7	0,2		0,6
29			0,3			1,4			31,2			0,3
30			0,2							2		10,8
31												

	janv-00	févr-00	mars-00	avr-00	mai-00	juin-00	juil-00	août-00	sept-00	oct-00	nov-00	déc-00
1		4,3	3			0,2		1,2	4,2	8,4	8	7
2		5	0,1			0,2					3,9	9
3	1,9	0,1	14,7	1,8			10,2	3,8			0,4	
4	9,5			0,3			20,5			4,4		
5	0,5		0,2			1,8				0,5	13,2	5
6	2	3,2				0,1			1		7,4	4
7		3			10		8,1	0,5			2,5	1,7
8	3,4	6,1								5,1	0,6	
9		0,1		0,3	22,5	23	23,4			11		4
10		4,3			4,3		2,7			13,2		0,7
11		0,3		4,6	6,2		3,2			0,7		1,2
12		4,2			0,1		0,5			1,7	12,5	1
13	2,8	1		7						0,2		17,4
14		2,6	0,5	11,2	0,1		1,2				2	1,4
15		6,1								17,8		0,2
16		5,2		7,7	0,6				2,7	18,3	4,3	1
17		6,8		4,8								4
18		2,8		5,4	5,9					11,1	5	0,3
19				0,2				9	5,5	2,1	1,2	0,3
20		0,9		6,8		0,1		11,4		2		
21				2,5	2				0,4		9	
22	2			38,4					0,2		6,8	0,4
23		0,2	0,2	1,4			8,2				2,3	1
24		0,5	2				8,2				1,2	5
25		1,3	1				2,7			5,4	19	3,7
26			2,6				0,7		0,4			8
27		0,2	0,9	12,8	1,7	0,6	2,3		2,1		0,3	0,7
28	2,3	12	0,7				1,3		14,9	0,8	0,1	1,1
29		15	3,4		2						2,5	0,2
30	0,5		0,1		18			24		11,2	0,1	
31			1,9				0,1					6

Pressions atmosphériques à Orléans et cotes de la nappe et de la Loire à Sandillon lors du passage des dépressions en décembre 1999.

Date	Cote de la nappe en CA1 (mNGF)	Cote de la nappe en P2 (mNGF)	Cote Loire Sandillon (mNGF)	Précipitations journalières à Orléans (mm)	P _{atm} Orléans Bricy*	Date	Cote de la nappe en CA1 (mNGF)	Cote de la nappe en P2 (mNGF)	Cote Loire Sandillon (mNGF)	Précipitations journalières à Orléans (mm)	P _{atm} Orléans Bricy*
25/12/99 0:00	92,595	92,63			986,9	27/12/99 0:00	92,675	92,7			982
25/12/99 1:00	92,595	92,63				27/12/99 1:00	92,675	92,71			
25/12/99 2:00	92,595	92,64				27/12/99 2:00	92,685	92,71			
25/12/99 3:00	92,605	92,65			984,4	27/12/99 3:00	92,685	92,71			985,7
25/12/99 4:00	92,595	92,63				27/12/99 4:00	92,685	92,71			
25/12/99 5:00	92,595	92,64				27/12/99 5:00	92,685	92,72			
25/12/99 6:00	92,595	92,64			985,4	27/12/99 6:00	92,685	92,71			986,8
25/12/99 7:00	92,595	92,64				27/12/99 7:00	92,695	92,72			
25/12/99 8:00	92,595	92,64				27/12/99 8:00	92,695	92,72		15,7	
25/12/99 9:00	92,595	92,63			986	27/12/99 9:00	92,705	92,73			985,3
25/12/99 10:00	92,595	92,63				27/12/99 10:00	92,725	92,75			
25/12/99 11:00	92,585	92,62				27/12/99 11:00	92,725	92,75			
25/12/99 12:00	92,585	92,62			986,2	27/12/99 12:00	92,735	92,75			982,3
25/12/99 13:00	92,585	92,63				27/12/99 13:00	92,735	92,76			
25/12/99 14:00	92,575	92,62				27/12/99 14:00	92,745	92,78			
25/12/99 15:00	92,575	92,62			988,6	27/12/99 15:00	92,755	92,78			973,2
25/12/99 16:00	92,575	92,62				27/12/99 16:00	92,765	92,79			
25/12/99 17:00	92,565	92,61				27/12/99 17:00	92,785	92,8			
25/12/99 18:00	92,575	92,61			990,1	27/12/99 18:00	92,805	92,83			958,6
25/12/99 19:00	92,575	92,61				27/12/99 19:00	92,835	92,85			
25/12/99 20:00	92,575	92,62	95,5			27/12/99 20:00	92,835	92,86	95,62		
25/12/99 21:00	92,565	92,61			990,1	27/12/99 21:00	92,845	92,87			952,5
25/12/99 22:00	92,575	92,61				27/12/99 22:00	92,855	92,87			
25/12/99 23:00	92,575	92,61				27/12/99 23:00	92,845	92,87			
26/12/99 0:00	92,575	92,61			987,6	28/12/99 0:00	92,825	92,84			969
26/12/99 1:00	92,585	92,62				28/12/99 1:00	92,805	92,83			
26/12/99 2:00	92,585	92,62				28/12/99 2:00	92,805	92,82			
26/12/99 3:00	92,595	92,64			979,9	28/12/99 3:00	92,795	92,82			979,7
26/12/99 4:00	92,605	92,66				28/12/99 4:00	92,805	92,83			
26/12/99 5:00	92,635	92,67				28/12/99 5:00	92,815	92,84			
26/12/99 6:00	92,655	92,69			964,3	28/12/99 6:00	92,815	92,84			983,9
26/12/99 7:00	92,665	92,7				28/12/99 7:00	92,825	92,85			
26/12/99 8:00	92,645	92,68		34,5		28/12/99 8:00	92,835	92,85		0,6	
26/12/99 9:00	92,625	92,66			980,2	28/12/99 9:00	92,845	92,85			987,3
26/12/99 10:00	92,615	92,65				28/12/99 10:00	92,845	92,86			
26/12/99 11:00	92,605	92,63				28/12/99 11:00	92,835	92,86			
26/12/99 12:00	92,595	92,64			985,2	28/12/99 12:00	92,835	92,86			988,7
26/12/99 13:00	92,605	92,63				28/12/99 13:00	92,845	92,86			
26/12/99 14:00	92,605	92,64				28/12/99 14:00	92,855	92,87			
26/12/99 15:00	92,615	92,66			979,9	28/12/99 15:00	92,855	92,87			989,9
26/12/99 16:00	92,625	92,66				28/12/99 16:00	92,865	92,88			
26/12/99 17:00	92,635	92,67				28/12/99 17:00	92,875	92,89			
26/12/99 18:00	92,645	92,68			979,5	28/12/99 18:00	92,905	92,91			991,8
26/12/99 19:00	92,655	92,69				28/12/99 19:00	92,925	92,92			
26/12/99 20:00	92,655	92,69	95,54			28/12/99 20:00	92,935	92,94	95,99		
26/12/99 21:00	92,665	92,69			980,4	28/12/99 21:00	92,935	92,94			993,9
26/12/99 22:00	92,665	92,69				28/12/99 22:00	92,945	92,95			
26/12/99 23:00	92,675	92,7				28/12/99 23:00	92,955	92,95			

(*) Pression atmosphérique réduite à 0°C au niveau de la station en hectoPascals - altitude de référence de la pression: 125,3m

Annexe 14

Préleveurs d'échantillons d'eau utilisés dans
les piézomètres de Sandillon

Abstract

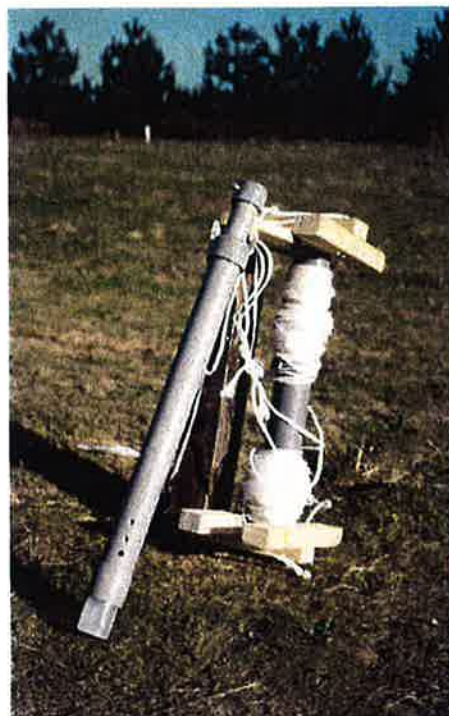
The following is a summary of the main results of the paper. The first part of the paper is devoted to the study of the properties of the function $f(x)$ defined by the equation $f(x) = \int_0^x f(t) dt$. It is shown that $f(x)$ is a constant function. The second part of the paper is devoted to the study of the properties of the function $g(x)$ defined by the equation $g(x) = \int_0^x g(t) dt$. It is shown that $g(x)$ is a constant function.

Le préleveur en PVC élaboré au Laboratoire Pierre Süe par le Groupe des Sciences de la Terre

Ce préleveur adapté au prélèvement des eaux de nappe alluviale dans des piézomètres de faible diamètre comporte deux parties :

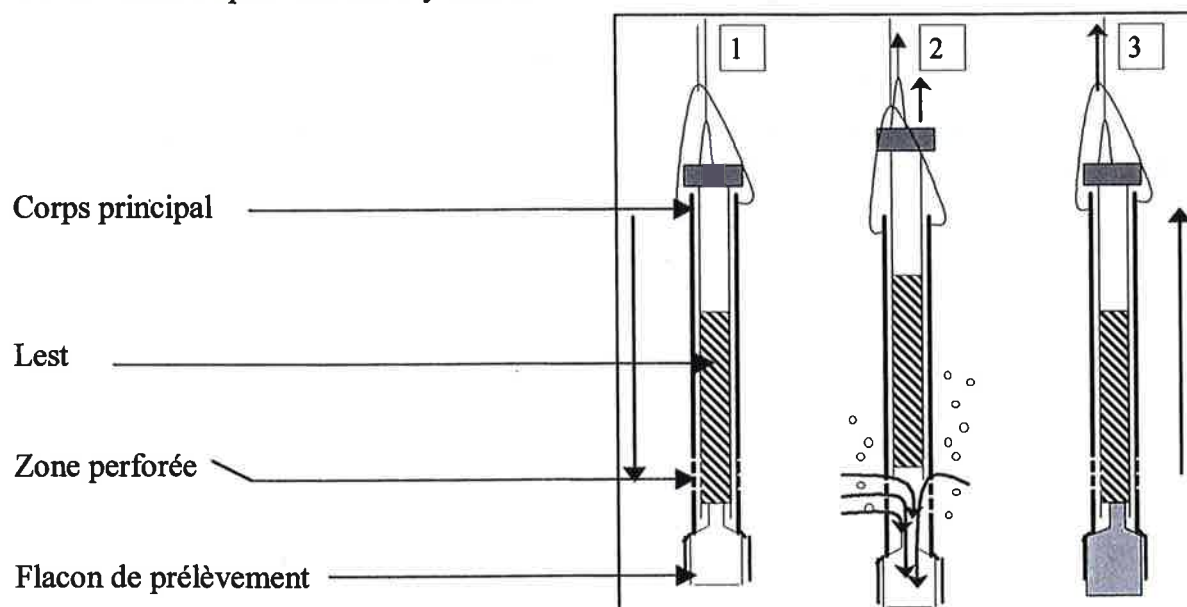
-Un corps principal au bout duquel peut loger un flacon en polyéthylène de 60 mL. Le tube est perforé de trous dans sa partie inférieure.

-Un bouchon lesté possédant un embout adapté au flacon de prélèvement. Cette partie peut coulisser dans le corps principal.



Prélèvement d'un échantillon :

1. L'ensemble du préleveur muni d'un flacon de prélèvement en polyéthylène est descendu dans la colonne d'eau suspendu par la corde reliée au corps principal. Pendant la descente, la corde reliant la partie lestée n'est pas tendue, ce qui permet au bouchon de fermer le flacon et d'empêcher l'eau d'y rentrer.



2. A la profondeur désirée, des petits coups répétés sur la corde reliée au lest, permettent au flacon de se remplir.

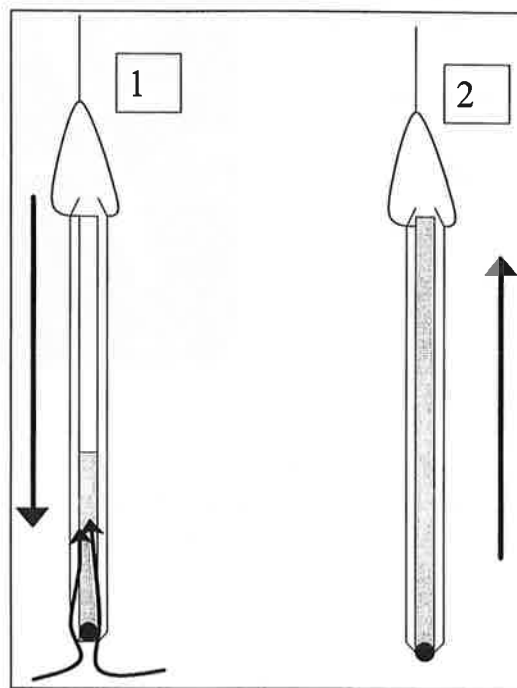
3. L'ensemble est remonté à la surface en tirant sur la corde du corps principal.

Le préleveur à bille en téflon

Ce type de préleveur est celui que l'on trouve communément dans le commerce. Il permet de prélever dans les piézomètres de faible diamètre. L'inconvénient de ce système est son manque de précision sur la profondeur où l'échantillon est réellement prélevé. L'avantage est qu'il permet de prélever une grande quantité d'échantillon (500 mL).

Prélèvement d'un échantillon :

1. Lors de sa descente dans la colonne d'eau, la bille est soulevée par la pression de l'eau qui remonte dans le préleveur. Une fois plein, le préleveur continue de se remplir au cours de sa descente, l'eau étant expulsée par le haut.



2. Lorsque l'on remonte le préleveur, le poids de l'eau maintient la bille au fond du préleveur, empêchant ainsi ce dernier de se vider.

Le préleveur à pompe de l'Ecole des Mines

Ce préleveur mis au point par le Centre d'Informatique Géologique de l'Ecole des Mines de Paris permet de prélever plus d'un litre d'eau à une profondeur très précise, et à grande profondeur.

Ses inconvénients sont:

1/ un corps métallique pouvant polluer les échantillons d'eau en métaux ce qui ne permet pas qu'on le laisse à poste fixe au fond de l'eau,

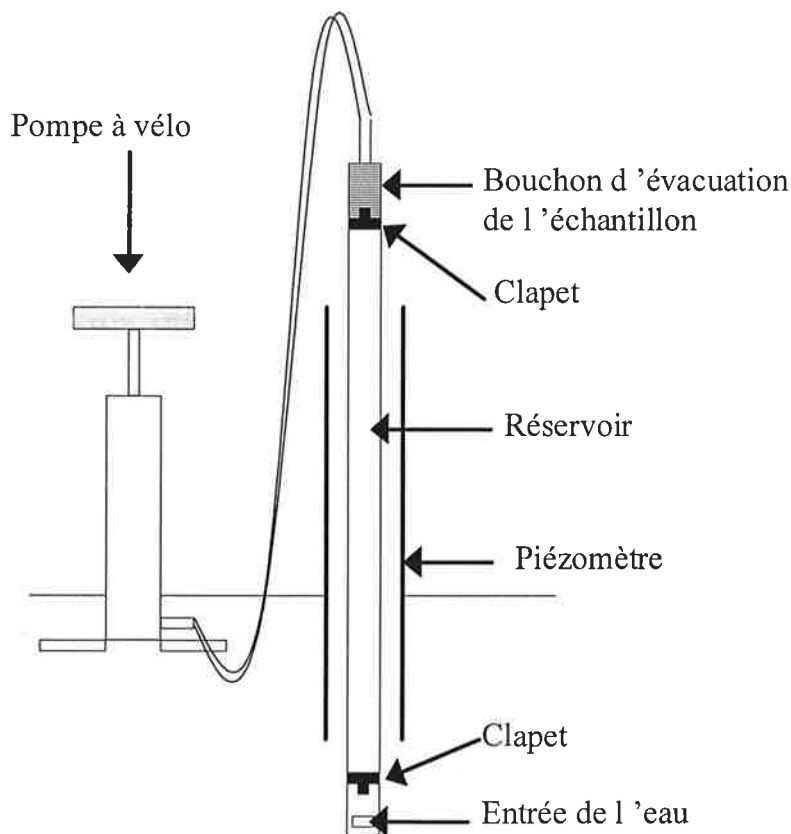
2/ sa faible souplesse d'utilisation: le matériel nécessaire à son utilisation comporte une pompe à vélo, un tuyau d'alimentation en air long d'au moins la profondeur à échantillonner (nécessité d'un enrouleur).

Prélèvement d'un échantillon :

1. En surface, le réservoir métallique du préleveur est rempli d'air à une pression supérieure à celle de l'eau à la profondeur du prélèvement.

2. Le préleveur est descendu dans la colonne d'eau jusqu'à la profondeur désirée. Un robinet d'air est ouvert en surface, ce qui permet à la pression de descendre dans le réservoir et à l'eau de s'introduire dans le préleveur par le clapet du bas. Le clapet du haut permet à l'air de s'échapper. Ce dernier clapet se ferme dès que l'eau y parvient.

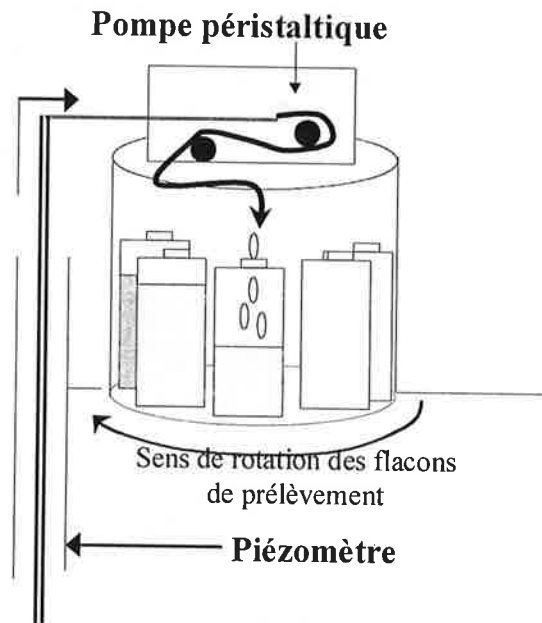
3. Le préleveur est remonté en surface. Le bouchon d'évacuation de l'échantillon est dévissé ce qui permet de récolter plus d'un litre d'eau.



Le préleveur automatique d'échantillons

Le préleveur automatique d'échantillons d'eau permet de prélever 24 échantillons d'eau de nappe à intervalles de temps réguliers et programmés.

Une crépine lestée placée à la profondeur de prélèvement désirée est reliée par un tuyau en vinyle à une pompe péristaltique. Lorsque l'heure du prélèvement arrive, la pompe se met en marche aspirant une première fois jusqu'au niveau de la pompe l'eau de la nappe qui sert à rincer le tuyau. Le liquide est ensuite expulsé. Le processus recommence mais cette fois-ci l'échantillon est introduit dans le flacon récepteur positionné en dessous du distributeur. Une fois introduite la quantité d'échantillon programmée, la pompe s'inverse expulsant ainsi l'eau restée dans le tuyau en vinyle. Le tuyau distributeur se positionne sur le flacon suivant en attendant son heure.



Annexe 15

Calcul de l'erreur sur une analyse par ICP-MS

Estimation de l'erreur de l'analyse par ICP-MS

On ne considère pas ici l'erreur liée à la préparation de l'échantillon mais seulement l'erreur liée à la mesure d'une concentration par ICP-MS. L'erreur accompagnant cette mesure est liée :

- 1/ à l'étalonnage,
- 2/ à la mesure elle-même.

La théorie du calcul d'erreur est expliquée dans l'ouvrage de Michèle Neuilly & CETAMA intitulé « Modélisation et estimation des erreurs de mesure ».

Etalonnage

L'ICP-MS détecte un nombre de coups pour une masse donnée. Il faut pouvoir transformer ce nombre de coups y de l'élément dosé en concentration C . Le but de l'étalonnage est de calculer une courbe représentant la relation entre C et y . Pour cela, on dispose d'une gamme de p étalons de concentrations connues C_i . En ICP-MS, cette courbe est une droite, on a donc $y = a + bC$. On estime a et b par la méthode des moindres carrés.

Méthode des moindres carrés : L'estimation de la droite de régression est une équation de la forme $y = f(C, a, b) = a + bC$

Les estimations a et b sont choisies de façon à minimiser la quantité : $Q = \sum g_i \varepsilon_i^2$

- ε_i est appelé résidu ; $\varepsilon_i = y_i - f(C_i, a, b)$
- g_i est un poids caractérisant la précision de la mesure de y_i et éventuellement les incertitudes sur les valeurs certifiées C_i des grandeurs de référence.

On a montré (tableau 1) que la variance σ^2 de y liée à C variait proportionnellement au nombre de coups y . Pour le calcul de a et b , on se reporte donc au chapitre V.1.3 de l'ouvrage de Michèle Neuilly & CETAMA intitulé « Modélisation et estimation des erreurs de mesure ». Il faut attribuer à chaque observation y_i un poids $g_i = K/\sigma_i^2$. Or $\sigma_i^2 = k \cdot y_i$. On fixe $g_i = 1/y_i$.

avec $y_i = \sum y_{i\alpha} / n$; $\alpha = 1, 2, \dots, n$. si on réalise n mesures de C_i .

Dans la plupart des cas, $n=3$ pour les étalons et les échantillons.

Calcul du résultat

Si on réalise n_0 mesures pour connaître C_0 , la concentration d'un échantillon, l'écart-type associé à C_0 est estimé par :

$$s_C = 1/b * \sqrt{k [y_0/n_0 + 1/n \sum (1/y_i) + (C_0 - C)^2 / W_{11}]}$$

si $np \geq 10$, $k = Q/(np - 2)$

$$Q = \sum (1/y_i) \sum (y_{i\alpha} - a - bC_i)^2$$

$$W_{11} = n \left[\sum (C_i^2 / y_i) - (\sum (C_i / y_i))^2 / \sum (1/y_i) \right]$$

$$C = (\sum (C_i / y_i)) / \sum (1/y_i)$$

Incertitude du résultat

Seuil de décision : Le seuil de décision S_C est choisi en fonction du risque de fausse alarme défini comme le risque de décider qu'une grandeur est détectée alors que sa valeur vraie est nulle. Ce risque est habituellement fixé à 2,5%.

Si s_{C0} est la valeur de s_C quand la concentration mesurée est nulle, elle est donnée par :

$$bs_{C0} = \sqrt{k \left[\frac{a}{n_0} + \frac{1}{n} \sum (1/y_i) + C^2/W_{11} \right]}$$

Le seuil de décision est $S_C = a + 2bs_{C0}$

Le résultat s'écrit sous la forme $C_0 \pm t_{0,975} s_C$ où $t_{0,975}$ est donné par la table de Student (dans cette annexe) avec ν degrés de liberté. $\nu = N - r$, N étant le nombre de couples utilisés pour l'étalonnage et r le nombre de paramètres de la fonction $f(C)$, $r=2$ dans notre cas.

Limite de détection (limit of identification)

Elle est définie comme la valeur de la concentration mesurée qui a une probabilité de 97,5% d'être détectée, c'est-à-dire de donner un résultat corrigé supérieur au seuil de décision. Elle est en général voisine de $L = 4s_{C0}$.

Application numérique: La procédure d'analyse par ICP-MS *ads23.11.99*.

La gamme d'étalonnage est composée des étalons 1 ; 2 ; 5 ; 10 et 15 ppb. Chaque échantillon est analysé 3 fois ($n=n_0=3$) et on dispose de 5 étalons ($p=5$). $\nu=13$ et $t_{0,975}=1,771$.

On dispose d'un isotope pour le lanthane, et de deux isotopes pour le samarium et le dysprosium, respectivement Sm147, Sm149 et Dy161, Dy162. Le Sm 152 interfère avec BaO et Dy163 avec SmO.

Les calculs donnent :

	La	Sm147	Sm149	Dy161	Dy162
a	285	18	-131	284	220
b	14002	2680	2429	3175	4172
Q	124	39	51	136	93
k	10	3	4	10	7
W11	0.00414	0.0215	0.0239	0.0178	0.0136
C(ppb)	2.64	2.63	2.60	2.58	2.58
L (ppb)	0.06	0.07	0.08	0.13	0.09

erreur absolue ($1,771s_C$) sur les étalons:

Etalons	La (ppb)	Sm 147 (ppb)	Sm 149 (ppb)	Dy 161 (ppb)	Dy 162 (ppb)
1ppb	0,034	0,044	0,052	0,075	0,054
2ppb	0,043	0,054	0,064	0,092	0,066
5ppb	0,064	0,082	0,097	0,139	0,100
10ppb	0,096	0,123	0,147	0,209	0,151
15ppb	0,127	0,163	0,194	0,276	0,199

Tableau 1: Variation de l'erreur de mesure avec la concentration

SAND 2/9/98		La139	Ce140	Pr141	Nd143	Nd145	Nd146	Sm147	Sm149	Eu151	Sm152	Eu153	Gd156	Gd157	Tb159	Dy161	Dy162	Dy163	Ho165	Er166	Er167	Tm169	Yb171	Yb172	Yb173	Lu175
AlphaQ	s_0^2	552	76	840	1020	201	206	575	176	557	920	376	172	544	174	376	417	355	1140	180	87	961	325	235	354	987
20ppt	s_1^2	2659	830	2595	208	679	710	499	144	277	742	90	760	508	1791	243	682	959	909	467	372	872	63	787	589	2607
50ppt	s_2^2	4983	13085	7397	3201	1460	762	1413	1522	2599	1324	257	1286	430	2944	2385	926	248	6144	2328	1369	5435	288	516	1935	10882
100ppt	s_3^2	679	20809	1079	169	3100	2051	497	64	22559	4759	7556	2058	1074	3665	1759	1533	2214	5242	12668	1818	6420	516	1090	996	17605
200ppt	s_4^2	15070	7847	5008	1582	2780	1376	2038	504	10742	1335	8069	11122	6546	15439	11253	10657	16898	21590	2815	14659	17541	2075	28766	5123	15012
500ppt	s_5^2	10104	54836	38774	2911	6015	23325	5648	1862	23753	28274	25779	3318	13878	19319	9873	6002	29308	110642	38858	1568	31541	62581	5316	31602	186791
AlphaQ	s_0/y_0	0,23	0,10	0,32	0,35	0,16	0,15	0,26	0,20	0,30	0,34	0,24	0,17	0,27	0,16	0,31	0,28	0,22	0,32	0,16	0,11	0,33	0,21	0,19	0,24	0,40
20ppt	s_1/y_1	0,13	0,08	0,13	0,11	0,22	0,20	0,14	0,09	0,07	0,15	0,04	0,16	0,15	0,10	0,10	0,13	0,18	0,06	0,10	0,13	0,07	0,07	0,16	0,16	0,13
50ppt	s_2/y_2	0,10	0,18	0,13	0,35	0,26	0,13	0,19	0,19	0,10	0,12	0,03	0,15	0,09	0,08	0,21	0,10	0,06	0,11	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,20	0,14
100ppt	s_3/y_3	0,02	0,14	0,03	0,05	0,24	0,12	0,07	0,03	0,20	0,12	0,13	0,11	0,08	0,04	0,11	0,08	0,09	0,05	0,19	0,09	0,06	0,07	0,07	0,09	0,10
200ppt	s_4/y_4	0,05	0,04	0,03	0,09	0,15	0,06	0,09	0,05	0,08	0,05	0,07	0,18	0,12	0,05	0,17	0,14	0,18	0,05	0,06	0,17	0,05	0,09	0,27	0,12	0,04
500ppt	s_5/y_5	0,02	0,04	0,03	0,07	0,12	0,14	0,08	0,05	0,05	0,09	0,05	0,04	0,11	0,02	0,08	0,05	0,11	0,05	0,08	0,03	0,03	0,30	0,04	0,16	0,07
AlphaQ	s_0^2/y_0	5	1	9	11	2	2	6	3	7	10	5	2	6	2	6	6	4	11	2	1	10	4	3	4	13
20ppt	s_1^2/y_1	7	2	7	2	6	5	3	1	1	4	0	4	3	4	2	3	5	2	2	3	2	1	4	4	6
50ppt	s_2^2/y_2	7	20	11	20	10	4	7	7	5	4	1	5	2	4	10	3	1	9	7	5	8	1	2	9	14
100ppt	s_3^2/y_3	1	20	1	1	14	6	1	0	30	8	11	5	3	3	4	3	4	4	21	4	5	1	2	3	14
200ppt	s_4^2/y_4	7	4	2	4	8	2	4	1	9	2	6	19	10	6	18	15	23	8	3	21	7	4	45	8	5
500ppt	s_5^2/y_5	2	10	6	4	9	22	6	2	7	15	7	2	13	3	8	4	20	17	17	1	5	75	3	28	28

Dans cette étude, on cherche à étudier la loi de variation de l'écart-type s_i (en nombre de coups) en fonction du nombre de coups moyens y_i associé à chaque concentration C_i (0, 20, 50, 100, 200 et 500 ppt pour chaque lanthanide).

Chaque échantillon est analysé n fois ($n=5$). Pour chaque échantillon i , on calcule la somme des carrés $Q_i = \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_i)^2$. L'estimation de la variance pour cet échantillon est $s_i^2 = Q_i / (n-1)$.

- Si les estimations s_i varient au hasard quand C_i augmente, on admet que s_i est constant au voisinage de la limite de détection.
 - Si les rapports s_i/y_i varient au hasard quand C_i augmente, on admet que s_i est de la forme $y_i V_i$, où V_i est une constante (coefficient de variation).
 - Si les rapports s_i^2/y_i varient au hasard quand C_i augmente, on admet que s_i^2 est de la forme $y_i K_i$, où K_i est une constante.
- Cette étude montre bien que s_i^2/y_i varie au hasard quand C_i augmente, ce qui indique que l'on peut écrire $s_i^2 = K_i y_i$

**TABLE DE STUDENT
VALEURS DE $T_{0,95}$ ET $T_{0,975}$**

v	$t_{0,95}$	$t_{0,975}$	v	$t_{0,95}$	$t_{0,975}$
1	6,314	12,706	17	1,740	2,110
2	2,920	4,303	18	1,734	2,101
3	2,353	3,182	19	1,729	2,093
4	2,132	2,776	20	1,725	2,086
5	2,015	2,571	21	1,721	2,080
6	1,943	2,447	22	1,717	2,074
7	1,895	2,365	23	1,714	2,069
8	1,860	2,306	24	1,711	2,064
9	1,833	2,262	25	1,708	2,060
10	1,812	2,228	26	1,706	2,056
11	1,796	2,201	27	1,703	2,052
12	1,782	2,179	28	1,701	2,048
13	1,771	2,160	29	1,699	2,045
14	1,761	2,145	30	1,697	2,042
15	1,753	2,131	40	1,684	2,021
16	1,746	2,120	60	1,671	2,000
			120	1,658	1,980
			∞	1,645	1,960

Annexe 16

Protocole de mise en solution des sédiments de la Loire

25 mg de sédiments broyés à 125 μm sont acidifiés avec 1 ml d' HNO_3 dans des creusets en téflon.

Une fois imprégnés, 1 ml d' HF sont ajoutés.

On chauffe à ébullition dans un bain de sable.

Au bout de 3h, vérifier que les solutions sont claires, sinon, ajouter $\frac{1}{2}$ ml d' HF .

Baisser le chauffage, laisser évaporer, quand il ne reste plus qu'une goutte, ajouter 10 μl de HClO_4 .

Une fois à sec, rajouter 1 ml d' HNO_3 et 3 ml d' H_2O .

Réajuster dans une fiole de 50 ml.

Annexe 17

Teneurs en éléments traces dans les sédiments
de la Loire analysés par activation neutronique

Cette annexe présente :

-Un tableau des éléments dosés par activation neutronique ainsi que les caractéristiques des radioisotopes produits par activation et qui permettent le dosage de ces éléments. Ce tableau présente également, pour chaque élément dosé, leurs teneurs dans les étalons de référence GSN, LPS2, GXR4 et BEN.

-Un tableau des teneurs en éléments traces mesurées dans les sédiments de Sandillon par activation neutronique.

Eléments dosés par activation neutronique, radio-isotopes utilisés pour leur dosage et teneurs des étalons choisis pour le dosage de chaque élément.

Radioisotope	Elément	Période	Energie des raies γ utilisées	Teneurs prises dans les étalons de référence (en ppm)			
				GSN	LPS2	GXR4	BEN
¹⁵³ Sm	Sm	46,8h	103,2	7,2			
^{99m} Tc	Mo	67,0h	140,4		177		
²³⁹ Np	U	2,35j	277,6	7,74			
⁷⁶ As	As	26,3h	559,1		200		
¹⁸⁷ W	W	24,0h	685,7	460			
⁸² Br	Br	35,4h	776,5		104		
²⁴ Na	Na	15,0h	1368,6	7700			
¹⁴⁰ La	La	40,27h	1596,2	70			
¹⁹⁸ Au	Au	2,69j	411,8			450 ppb	
²³³ Pa	Th	27,4j	311,8	40,8			
¹⁸¹ Hf	Hf	42,5j	482,2	6,5			
⁹⁵ Zr	Zr	65,5j	756,7	250			
¹⁸² Ta	Ta	115j	1221,3	2,81			
¹³⁴ Cs	Cs	2,046a	795,8	5,43			
⁸⁶ Rb	Rb	18,6j	1076,8	180			
¹³¹ Ba	Ba	11,5j	496,3	1380			
⁸⁵ Sr	Sr	64,5j	514,0	570			
¹²⁴ Sb	Sb	60,2j	1691,0	0,69			
⁵¹ Cr	Cr	27,8j	320,1	55			
⁶⁰ Co	Co	5,263a	1332,5	65			
⁵⁸ Co	Ni	71,3j	810,6	34			
⁴⁶ Sc	Sc	83,9j	889,4	7,3			
⁵⁴ Mn	Fe	312,5j	834,8	35500			
¹⁴¹ Ce	Ce	32,38j	145,4	140			
¹⁴⁷ Nd	Nd	11,06j	531,0	47			
¹⁵² Eu	Eu	12,7a	1407,9	1,60			
¹⁶⁰ Tb	Tb	72,1j	879,3	0,54			
¹⁶⁹ Yb	Yb	31,8j	177,0	1,43			
^{110m} Ag	Ag	250,4j	657,7		39		
⁶⁵ Zn	Zn	243,8j	1115,5	48			
¹⁷⁷ Lu	Lu	6,74j	208,3	0,23			
¹⁷⁵ Yb	Yb	4,21j	396,1	1,43			
⁵⁶ Mn	Mn	2,58h	846,9				1550
¹⁶⁵ Dy	Dy	2,36h	94,6	3			
⁴² K	K	12,52h	1524,7				11540

Analyse des sédiments par activation neutronique
Teneurs en ppm.

Echantillons	Na (%)	err	K (%)	err	Sc	err	Cr	err	Mn	err	Fe	err	Ni	err	Co	err	Zn	err	As	err	Br	err	Rb	err	Sr	err	Zr	err	Mo	err	Ag	err	Sb	err
Sédiments "calcaires"																																		
CA1 (Bloc calcaire)	0,0069	0,0009			0,375	0,004	10,23	0,66	178	2	0,161	0,001	2,1	0,1	0,87	0,01	8,0	0,4	3,07	0,05	1,34	0,04	2,65	0,06	51,7	0,8	9	1					0,147	0,003
CA (idem)	0,0543	0,0023							798	8																								
CB5 (Calcaire forage CB5)	0,328	0,002	0,76	0,03	0,720	0,005	6,04	0,86	673	5	0,306	0,001	4,5	0,1	1,69	0,02	7,7	0,4	5,84	0,09	13,81	0,16	36,6	0,2	474,1	3,4	30	2	0,42	0,08	0,025	0,004	0,276	0,005
MB1 (Marme blanchâtre)	0,0617	0,0029	0,49	0,10	2,283	0,011	14,4	2,2	1027	8	0,864	0,003	10,1	0,2	2,98	0,03	20,8	0,8	6,60	0,09	5,00	0,09	46,8	0,3	393,0	3,2	36	1	0,90	0,10	0,048	0,006	0,412	0,007
AV (Argile verte)	0,0474	0,0024	1,13	0,14	6,997	0,028	41,6	6,1	1244	9	2,454	0,006	27,7	0,4	29,35	0,11	72,6	2,2	9,19	0,12	2,80	0,08	124,6	0,7	132,6	2,3	54	1	0,71	0,14			1,345	0,014
ANL (Argile Noire)	0,633	0,008	1,81	0,12	17,938	0,061	109	11	291	4	5,112	0,011	46,3	0,7	11,10	0,07	120,3	4,0	34,55	0,34	6,70	0,17	179,5	0,9	141,9	3,7	269	12	2,63	0,26			2,673	0,027
AN 1 (Argile Noire)	0,853	0,012			16,069	0,090	131	23	885	9	4,905	0,019	51,3	1,3	23,34	0,18	117,9	5,0	29,54	0,41	7,59	0,29	182,2	1,6	173,7	6,6	332	24	2,00	0,28			3,098	0,077
AG 1 (Argile grise)	0,868	0,009	3,44	0,18	11,372	0,058	81	12	192	3	2,009	0,008	28,6	0,7	7,85	0,07	84,5	3,3	5,43	0,14	3,14	0,15	215,5	1,5	121,7	3,9	300	17	0,68	0,21	0,147	0,027	1,429	0,036
AG2 (Argile grise)	1,023	0,024			17,249	0,083					4,881	0,026	56,4	1,1	17,58	0,14	136,1	5,1	35,89	0,32	8,57	0,18	188,6	1,3	205,5	5,1	319	18	1,84	0,16	0,143	0,030	2,535	0,041
AG2 (Argile grise)	0,927	0,013	2,04	0,21	17,054	0,069	108	13	983	10	4,861	0,014	55,1	1,0	18,88	0,13	146,7	4,5	38,14	0,36	9,06	0,19	192,0	1,2	206,7	5,0	311	15	1,49	0,15	0,172	0,030	2,559	0,041
Loire I (sédiment lit mineur Loire)	1,049	0,011	2,93	0,10	12,600	0,070	157		909	5			74,0	2,0	18,50	0,20	198,0	7,0	34,26	0,42	19,70	0,33	187,0	1,0	222,0	6,0	355	20	5,60	0,29			40,000	0,090
Loire II (sédiment lit mineur Loire)	1,086	0,012	3,00	0,10	12,100	0,080	158		854	5			73,0	2,0	17,90	1,40	191,0	7,0	32,70	0,36	18,00	0,30	186,0	2,0	223,0	7,0	336	22	3,50	0,27			50,000	0,100
Tout-Venant sableux "TVB"																																		
TVB <0,5mm	0,976	0,013	2,83	0,23	6,391	0,032	59,8	6,4	722	8	2,143	0,006	31,3	0,5	10,54	0,08	52,4	1,9	15,88	0,13	1,36	0,06	161,2	0,9	145,8	2,8	141	7	1,02	0,08	0,101	0,015	1,430	0,023
TVB <0,5mm	1,080	0,019			6,626	0,039	63	1			2,197	0,013	33,8	0,6	10,85	0,08	51,1	2,1	22,86	0,23	1,29	0,07	166,7	1,0	152,6	2,9	168	9	1,06	0,09	0,172	0,023	1,483	0,024
TVB 2-4mm	0,566	0,007	2,84	0,21	1,544	0,011	8,3	1,5	199	3	0,566	0,002	7,5	0,2	3,22	0,03	13,7	0,7	8,85	0,11	0,62	0,04	138,9	0,7	109,7	1,8	57	4	0,42	0,06	0,063	0,007	0,816	0,014
TVB 1-2mm	0,568	0,007	2,67	0,21	1,801	0,011	12,5	1,7	244	3	0,612	0,002	9,1	0,2	3,22	0,03	16,0	0,7	9,91	0,11	0,61	0,04	133,7	0,7	100,8	1,5	53	3	0,42	0,05	0,060	0,006	0,593	0,010
TVB 0,5-1mm	0,627	0,008	2,76	0,21	2,641	0,013	17	2,3	270	4	0,854	0,003	12,5	0,2	4,11	0,03	19,5	0,8	11,92	0,13	0,86	0,04	131,7	0,7	113,1	1,7	64	4	0,55	0,06	0,057	0,006	1,686	0,022
TVB 0,125-0,5mm	0,949	0,013	2,88	0,24	6,172	0,031	51,5	6	660	8	2,060	0,006	30,6	0,6	9,70	0,09	48,4	1,9	22,54	0,21	1,33	0,07	164,8	1,0	145,3	3,2	131	8	1,04	0,08	0,088	0,017	1,358	0,024
TVB fin (<0,125 mm)	0,619	0,010	1,96	0,21	17,920	0,054	123	16	1680	15	5,903	0,012	82,9	0,9	26,29	0,10	149,9	3,7	59,82	0,45	2,62	0,18	197,1	0,9	179,7	2,9	390	12	2,40	0,15	0,090	0,016	3,033	0,033
TVB fin (<0,125 mm)	0,782	0,016			18,753	0,091	139	27			6,091	0,030	90,2	1,4	25,93	0,16	146,3	5,2	59,64	0,42	3,85	0,11	201,3	1,4	188,5	4,7	554	24	3,37	0,18	0,087	0,023	2,991	0,045
TVB fin (<0,125 mm)	0,898	0,034			18,283	0,074	132	16			5,970	0,012	82,3	1,1	25,23	0,14	152,2	4,5	65,22	0,49	4,34	0,16	196,7	1,2	198,1	4,6	353	15	2,62	0,16			2,873	0,040
Tout-Venant sableux "TVH"																																		
TVH	0,871	0,012	2,96	0,23	2,622	0,013	23,4	2,7	284	4	0,897	0,003	11,9	0,2	4,31	0,04	23,1	0,9	13,56	0,12	0,60	0,03	136,1	0,7	132,1	1,9	69	4	0,42	0,05	0,047	0,007	0,762	0,012
TVH	0,879	0,015			2,608	0,015	39,6	5,1			0,889	0,005	12,1	0,3	4,30	0,04	19,1	0,9	10,41	0,11	0,52	0,04	134,0	0,8	126,4	1,9	74	4	0,35	0,06			0,752	0,012
Tout-Venant sableux "TVB" lavé à l'eau																																		
TVBL 2-4mm	0,610	0,008	2,79	0,21	1,103	0,011	7,1	1,8	143	2	0,388	0,003	5,6	0,2	2,48	0,04	8,5	0,6	6,92	0,10	0,41	0,04	130,2	0,9	101,7	1,9	49	4	0,37	0,06			0,443	0,011
TVBL 1-2 mm	0,589	0,007	2,65	0,20	0,908	0,011	7,5	1,6	123	2	0,318	0,003	4,9	0,2	1,93	0,04	4,5	0,5	5,38	0,08	0,43	0,03	128,9	1,0	101,6	2,1	44	4	0,27	0,04	0,062	0,009	0,491	0,013
TVBL 0,5-1 mm	0,651	0,008	2,56	0,20	1,158	0,009	11,3	1,9	128	2	0,372	0,003	5,7	0,2	1,86	0,02	8,3	0,5	5,42	0,09	0,29	0,03	117,4	0,7	101,0	1,5	54	3	0,27	0,05			0,522	0,009
TVBL 0,125-0,5mm	1,021	0,011	2,91	0,23					329	4										9,17	0,11	0,48	0,04											
TVBL H (0,5-1mm lavé à l'acide)	0,658	0,008	2,49	0,20	1,095	0,010	9,2	1,7	114	2	0,355	0,003	5,4	0,2	1,95	0,03	6,8	0,5	5,42	0,09	0,23	0,03	116,1	0,7	103,0	1,6	53	4	0,30	0,05	0,057	0,006	0,519	0,010
A titre de comparaison des sables "Tout-venant lavé"																																		
Sable Fontainebleau	0,0236	0,0010	0,30	0,04	0,243	0,003	2,7	0,34	5	0	0,043	0,001	0,6	0,0	0,28	0,01	1,2	0,2	0,33	0,02	0,21	0,02	8,8	0,1	14,2	0,4	25	2	0,09	0,02	0,027	0,002	0,186	0,005
Tout-Venant sableux "GH"																																		
GH	0,702	0,010	2,83	0,22	2,267	0,011	20,6	2,3	303	4	0,754	0,002	11,4	0,2	3,84	0,03	17,6	0,7	9,55	0,09	0,63	0,03	132,9	0,7	114,7	1,6	61	3	0,46	0,05	0,072	0,007	0,630	0,011
GH					2,349	0,018	24,9	3,9			0,772	0,005	12,0	0,3	3,93	0,05	17,5	1,0	9,78	0,12	0,69	0,04	137,7	0,9	115,6	2,2	60	5	0,39	0,06			0,652	0,014
Tout-Venant sableux "GB"																																		
GB	0,655	0,010	2,68	0,21	1,369	0,008	9,1	1,3	227	4	0,473	0,002	5,8	0,1	2,55	0,21	10,3	0,5	8,79	0,08	0,45	0,03	132,1	0,6	100,9	1,5	67	3	0,34	0,05	0,045	0,005	0,548	0,010
GB					1,395	0,010	9,3	2,1			0,479	0,003	6,3	0,2	2,60	0,03	10,4	0,6	8,89	0,11	0,48	0,04	134,8	0,7	101,5	1,5	67	4	0,34	0,06	0,059	0,006	0,577	0,010
Autres prélèvements de "Tout-venant"																																		
S250	1,233	0,015	2,29	0,21	11,200	0,045	110	11	608	7	3,633	0,009	55,2	0,8	14,95	0,10	68,5	2,3	15,14	0,16	2,06	0,07	131,1	0,8	284,7	3,9	210	10	1,15	0,09	0,119	0,017	1,256	0,021
AL 119	1,267	0,016	2,73	0,23	8,419	0,042	98	9,1	524	7	2,795	0,008	42,2	0,7	12,03																			

Analyse des sédiments par activation neutronique
Teneurs en ppm.

Echantillons	Na (%)	err	K (%)	err	Sc	err	Cr	err	Mn	err	Fe	err	Ni	err	Co	err	Zn	err	As	err	Br	err	Rb	err	Sr	err	Zr	err	Mo	err	Ag	err	Sb	err
J117	0,572	0,031			14,213	0,064	95	20	6368	70	6,165	0,015	107,4	1,6	124,19	0,46	185,2	5,8	80,88	0,81	5,50	0,25	210,1	1,3	128,9	4,1	149	12	3,15	0,37	0,318	0,031	4,987	0,092
K116	0,347	0,011	1,70	0,32	14,272	0,059	110	19	2513	25	5,267	0,014	79,1	1,1	32,55	0,13	135,7	4,1	47,07	0,44	32,46	0,52	197,0	1,2	145,9	3,1	285	13	2,74	0,26	0,217	0,019	3,845	0,069
L116	0,420				13,079	0,067	95	21	3595	40	5,198	0,015	84,5	1,6	69,14	0,31	170,3	6,1	50,24	0,45	4,99	0,18	171,9	1,2	157,5	4,7	150	13	2,78	0,26	0,254	0,032	3,559	0,075
M116	0,330	0,010	1,18	0,25	10,512	0,054	78	16	4132	37	3,805	0,013	67,2	1,3	38,96	0,22	106,5	4,1	37,77	0,38	8,72	0,23	141,7	1,1	233,1	4,7	145	12	1,64	0,24			3,337	0,073
N116	0,367	0,010	2,16	0,32	13,032	0,059	79	16	2057	21	4,791	0,012	74,5	1,1	55,73	0,24	153,6	4,8	50,07	0,45	11,48	0,28	174,4	1,1	181,9	3,7	157	10	1,99	0,25	0,155	0,019	4,619	0,083
O116	0,370	0,010	2,06	0,32	15,634	0,070	102	20	2950	29	5,862	0,019	97,1	1,8	49,05	0,31	176,3	6,3	75,98	0,57	6,47	0,17	207,6	1,7	145,3	5,9	155	15	2,40	0,27			4,436	0,095
P116	0,375	0,010	2,05	0,31	14,197	0,054	89	17	2160	22	5,016	0,014	70,6	1,0	38,99	0,16	145,7	4,4	38,31	0,36	7,87	0,21	187,4	1,0	169,6	3,2	167	10	2,51	0,25	0,238	0,020	3,819	0,068
Q116	0,422	0,012	2,61	0,43	15,270	0,069	94	20	4532	41	5,955	0,019	71,3	1,2	56,55	0,30	144,1	5,3	75,37	0,59	11,45	0,25	197,9	1,4	136,0	5,2	194	15	2,98	0,28	0,151	0,027	4,820	0,099
Z18-116	0,681	0,011	2,61	0,25	10,495	0,045	69	18	1289	13	5,922	0,017	69,7	1,0	26,05	0,11	100,7	3,2	42,33	0,35	6,01	0,16	185,2	1,0	128,3	2,7	168	9	10,92	0,25	0,210	0,018	3,458	0,062
Z19-116	0,247	0,006	2,17	0,22	14,296	0,064	78	20	1141	11	6,091	0,015	85,1	1,3	18,13	0,11	116,6	4,0	52,44	0,47	2,84	0,13	210,9	1,3	106,7	3,7	171	12	4,71	0,27	0,219	0,024	5,089	0,094
Z20-116	0,605	0,010	2,33	0,23	13,360	0,074	91	18	1586	15	5,399	0,018	89,8	1,6	25,83	0,19	118,2	4,6	59,86	0,49	3,80	0,14	211,2	1,6	175,8	5,7	175	15	7,09	0,29	0,182	0,036	3,474	0,078
Z21-116	0,288	0,007	2,18	0,22	14,795	0,071	93	18	1238	12	5,471	0,015	80,6	1,1	30,57	0,17	137,4	4,8	52,86	0,39	6,45	0,17	218,3	1,4	135,9	4,4	157	13	2,51	0,22	0,257	0,031	4,249	0,084
Z22-116	0,909	0,013	2,37	0,26	15,163	0,068	104	18	2434	22	5,032	0,016	62,5	1,2	25,30	0,17	123,5	4,5	51,25	0,52	11,73	0,28	202,3	1,5	193,0	5,1	360	19	3,47	0,31			3,886	0,080
Z23-116	0,693	0,011	2,33	0,24	10,336	0,045	75	15	1500	15	4,691	0,013	63,1	0,9	47,98	0,20	105,5	3,4	42,59	0,35	8,96	0,21	178,6	1,0	148,9	2,8	172	9	2,77	0,22	0,840	0,032	6,490	0,110
Z24-116	0,537	0,010	2,66	0,27	13,083	0,063	88	17	2201	21	5,159	0,014	77,2	1,3	30,39	0,19	123,4	4,4	38,77	0,32	5,65	0,16	208,5	1,5	134,6	4,2	146	12	3,12	0,22	0,629	0,033	3,806	0,075
Z25-116	0,474	0,010	2,41	0,30	12,393	0,063	92	22	5733	49	5,370	0,016	92,7	1,7	31,46	0,17	95,7	3,7	56,71	0,45	3,98	0,16	195,1	1,4	135,9	4,1	131	11	5,02	0,26	0,446	0,030	3,948	0,083
Z26-116	0,437	0,011	2,28	0,29	12,677	0,060	87	30	2739	27	5,741	0,016	80,5	1,3	27,86	0,12	118,7	3,8	49,89	0,41	4,56	0,16	204,5	1,6	134,1	3,8	150	11	5,22	0,25	0,210	0,020	3,326	0,065
Z27-117	0,341	0,010	1,23	0,26	10,242	0,060	69	17	5957	54	5,214	0,018	86,8	1,5	54,68	0,28	137,5	5,1	49,73	0,51	6,50	0,25	154,5	1,3	181,8	5,0	162	14	4,04	0,27	0,234	0,027	4,496	0,094
Z28-117	0,615	0,013	1,60	0,28	9,867	0,058	106,9	8,6	5141	46	0,462	0,002	126,2	2,2	443,20	1,40	351,0	12,0	45,45	0,38	6,80	0,21	191,2	1,8	135,1	5,9	90	17	3,65	0,26	1,336	0,052	4,285	0,093
Z29-117	0,574	0,014	2,19	0,38	8,300	0,040	62	19	10419	94	6,150	0,017	192,4	2,6	450,60	1,40	162,0	1,1	48,38	0,40	5,65	0,20	162,0	1,1	145,4	3,4	128	11	15,85	0,32	0,486	0,027	3,550	0,063
Z30-117	0,610				10,761	0,049	75	17	2701	30	5,150	0,013	94,8	1,4	177,46	0,57	208,1	6,3	52,73	0,54	5,80	0,22	189,0	1,2	158,8	3,7	148	11	3,53	0,30	0,274	0,020	4,045	0,075
Z31-117	0,457	0,008	2,36	0,22	12,944	0,050	74	17	1783	16	5,431	0,015	86,0	1,2	143,63	0,45	210,5	6,1	62,80	0,58	11,62	0,30	202,4	6,1	136,9	3,1	141	11	2,70	0,26	1,939	0,039	4,047	0,072

Suivi des teneurs dans les sédiments prélevés dans le puits d'injection "I"

I46	0,484	0,007	1,71	0,15	7,208	0,036	47,8	8,6	1603	12	2,975	0,009	47,2	0,7	41,80	0,19	97,4	2,8	46,46	0,52	18,60	0,35	135,6	0,9	196,9	3,8	93	8	2,10	0,29	0,180	0,017	5,979	0,055
I47	0,480				8,468	0,056	55,1	9,1	1624	23	3,469	0,014	48,6	1,1	46,35	0,33	99,9	4,4	43,35	0,48	45,20	1,00	145,9	1,2	238,1	6,4	129	15					5,806	0,075
I48	0,409	0,007	2,31	0,22	8,510	0,059	58	11	2045	16	3,526	0,014	55,2	1,2	49,76	0,32	99,5	4,2	56,92	0,81	20,10	0,49	148,1	1,5	202,9	7,4	113	15	2,27	0,43	0,091	0,022	6,769	0,090
I49	0,382	0,006	2,02	0,17	8,827	0,035	58	1	1921	13	3,753	0,009	54,6	0,8	56,00	0,22	119,2	3,6	58,23	0,52	18,57	0,29	153,1	1,0	201,3	3,3	136	9	2,28	0,38	0,177	0,015	6,906	0,064
I51	0,381	0,010			8,637	0,052	61,6	9,5	1774	16	3,254	0,013	54,9	1,1	45,65	0,31	133,7	5,1	55,76	0,67	21,32	0,44	135,7	1,4	226,1	5,7	80	12	3,29	0,75	0,176	0,027	7,288	0,097
I52	0,400	0,009	1,83	0,25	9,145	0,055	97	11	1816	15	3,195	0,013	68,9	1,2	49,03	0,29	147,0	5,2	47,12	0,56	21,72	0,41	135,8	1,3	276,9	5,9	102	13	2,86	0,67	0,158	0,026	7,935	0,097
I53	0,441	0,010	1,76	0,25	8,421	0,050	68	9,3	1999	17	2,782	0,011	54,2	1,0	49,46	0,27	122,1	4,1	45,19	0,56	21,09	0,42	131,8	1,2	246,0	6,0	190	14			0,145	0,027	5,637	0,069
I56	0,406	0,008	1,38	0,18	8,509	0,042	76	11	2244	18	3,316	0,010	59,9	0,9	52,82	0,24	111,1	3,4	51,63	0,46	31,00	0,40	134,9	1,0	229,7	4,7	94	10			0,197	0,020	6,726	0,062
I57	0,381	0,008	1,87	0,22	8,090	0,040	55,7	9,5	2315	19	3,235	0,010	55,3	0,9	56,69	0,26	106,3	3,4	52,61	0,47	24,72	0,34	136,5	0,9	251,2	5,1	119	11	2,37	0,45	0,307	0,016	18,180	0,130
I58	0,377	0,007	1,55	0,18	5,790	0,029	38	6,9	1688	14	2,358	0,007	41,3	0,7	39,33	0,18	79,9	2,6	39,35	0,35	18,42	0,27	110,2	0,8	218,6	4,0	71	7	2,32	0,37	0,138	0,016	4,952	0,046
I59	0,511	0,010	1,75	0,20	7,072	0,035	63,8	9	1697	14	2,869	0,009	46,8	0,8	48,31	0,22	88,5	2,9	47,18	0,42	15,60	0,28	122,4	0,8	241,4	4,4	213	12	2,51	0,40	0,122	0,019	3,917	0,042
I60	0,447	0,007	1,72	0,18	10,441	0,041	78	12	1804	13	3,965	0,009	62,2	0,8	53,90	0,19	100,1	2,9	63,38	0,44	18,86	0,26	157,8	0,8	224,8	4,1	148	10	2,46	0,39			6,747	0,056
I63	0,438	0,010			11,979	0,058	87,1	9,7	2174	20	4,550	0,013	65,6	1,1	56,99	0,28	250,9	8,0	66,74	0,59	10,14	0,26	171,0	1,2	193,7	5,2	179	13	4,37	0,49	3,222	0,044	5,699	0,058
I64	0,456	0,008	2,25	0,21	8,965	0,044	71,4	7,5	2029	14	3,401	0,011	56,5	1,0	49,53	0,27	86,4	3,7	45,95	0,45	11,53	0,26	140,3	1,0	242,8	5,1	140	11	2,21	0,39			5,580	0,057
I66	0,368	0,005	1,76	0,14	9,182	0,036	60,3	7,6	2269	16	3,833	0,008	57,5	0,8	51,84	0,18	41,4	2,3	52,50	0,35	8,73	0,16	152,7	0,8	188,1	3,4	108	7	5,58	0,39			5,566	0,046
I67	0,358	0,008			8,418	0,041	55,9	7,2	2630	22	3,546	0,010	58,2	0,8	55,																			

Analyse des sédiments par activation neutronique
Teneurs en ppm.

Echantillons	Cs	err	Ba	err	La	err	Ce	err	Nd	err	Sm	err	Eu	err	Tb	err	Dy	err	Yb	err	Hf	err	Ta	err	W	err	Au	err	Th	err	U	err	
<u>Sédiments "calcaires"</u>																																	
CA1 (Bloc calcaire)	0,512	0,004	14,5	0,4	2,47	0,08	3,8	0,1	1,6	0,5	0,490	0,002	0,111	0,007	0,066	0,001	0,57	0,08	0,25	0,01	0,17	0,00	0,021	0,001	0,078	0,021		0,414	0,002	0,354	0,008		
CA (idem)																																	
CB5 (Calcaire forage CB5)	1,57	0,01	244,8	1,4	4,35	0,12	9,4	0,1	2,9	0,6	0,728	0,004	0,202	0,011	0,074	0,001			0,22	0,01	0,73	0,01	0,138	0,002			0,29	0,13	1,76	0,00	0,76	0,02	
MB1 (Marne blanchâtre)	5,77	0,02	154,5	1,2	6,12	0,14	14,4	0,2	7,7	1,4	0,742	0,002	0,264	0,014	0,123	0,002	0,58	0,13	0,47	0,01	0,74	0,01	0,251	0,003	0,76	0,07	3,06	0,16	2,96	0,01	8,02	0,06	
AV (Argile verte)	19,69	0,06	220,8	1,9	17,16	0,28	32,9	0,3	13,1	2,3	2,592	0,008	0,567	0,025	0,270	0,003	1,24	0,13	0,85	0,02	1,35	0,02	0,746	0,005	2,33	0,13	1,00	0,20	9,78	0,02	6,15	0,05	
ANL (Argile Noire)	30,91	0,09	625,5	4,1	61,13	0,74	117,2	0,8	43,4	4,9	10,990	0,022	2,470	0,070	1,267	0,011	5,94	0,54	3,75	0,06	6,61	0,05	3,286	0,017	5,15	0,33	1,66	0,37	19,93	0,03	14,36	0,11	
AN 1 (Argile Noire)	27,47	0,13	670,2	8,6	53,20	1,10	115,0	3,4	68,0	15,0	9,139	0,034	2,170	0,100	1,043	0,017	5,16	0,42	3,41	0,12	8,69	0,11	3,039	0,023	4,22		4,37	0,72	19,03	0,05	12,17	0,14	
AG 1 (Argile grise)	23,52	0,10	592,5	5,5	48,93	0,93	99,4	2,8	57,1	9,9	8,222	0,031	1,455	0,060	0,947	0,013	5,29	0,51	3,33	0,10	8,40	0,09	2,429	0,016	3,90	0,29	1,81	0,46	19,61	0,04	6,94	0,09	
AG2 (Argile grise)	26,62	0,08	717,1	5,8	63,41	0,80	131,5	0,9	54,2	6,0	10,546	0,021	2,340	0,110	1,234	0,016			3,62	0,07	8,31	0,09	3,433	0,024	4,80	0,27			21,74	0,04	10,37	0,07	
AG2 (Argile grise)	26,98	0,08	723,0	5,6	64,88	0,89	129,7	1,0	60,6	6,2	11,449	0,023	2,527	0,093	1,201	0,014			5,63	0,54	7,91	0,08	3,405	0,021	5,52	0,36	2,18	0,47	22,68	0,04	10,61	0,08	
Loire I (sédiment lit mineur Loire)	21,40	0,10	699,0	6,0	53,30	0,90	111,5	1,0	47,4		9,030	0,030	1,880	0,100	0,972	0,014	5,28	0,28	3,38	0,09	9,80	0,10	2,633	0,020	6,48	0,34	7,40	0,40	19,82	0,04	5,85	0,08	
Loire II (sédiment lit mineur Loire)	20,90	0,10	693,0	6,0	63,10	0,90	138,0	1,0	59,2		11,030	0,030	1,890	0,150	1,124	0,016	4,99	0,23	3,17	0,09	7,76	0,10	2,520	0,030	5,60	0,29	7,20	0,40	24,93	0,05	6,45	0,08	
<u>Tout-Venant sableux "TVB"</u>																																	
TVB <0,5mm	12,10	0,05	653,7	3,7	26,90	0,39	57,0	0,5	23,3	2,8	4,677	0,009	1,132	0,044	0,488	0,006	2,24	0,42	1,68	0,04	3,72	0,04	1,401	0,010	1,92	0,11	2,25	0,26	9,89	0,02	3,04	0,03	
TVB <0,5mm	12,43	0,05	669,7	3,8	27,17	0,42	58,8	0,4	20,7	2,4	4,541	0,009	1,085	0,050	0,503	0,007			1,71	0,03	3,97	0,04	1,442	0,010	2,29	0,13	1,37	0,29	10,10	0,02	2,92	0,03	
TVB 2-4mm	5,28	0,02	688,2	3,3	11,79	0,24	23,4	0,3	12,3	1,8	2,047	0,006	0,593	0,024	0,203	0,003			0,71	0,02	1,79	0,02	0,513	0,004	3,32	0,11	0,41	0,18	6,61	0,01	1,93	0,02	
TVB 1-2mm	5,64	0,02	628,5	3,0	11,38	0,22	22,6	0,2	8,9	1,3	1,990	0,006	0,659	0,023	0,199	0,003	1,06	0,16	0,75	0,02	1,59	0,02	0,526	0,004	1,02	0,08	0,91	0,17	5,19	0,01	1,68	0,02	
TVB 0,5-1mm	6,56	0,02	595,2	2,8	13,82	0,26	28,0	0,2	11,4	1,5	2,370	0,007	0,751	0,027	0,239	0,003			0,80	0,02	1,89	0,02	0,554	0,004	0,91	0,08	1,87	0,20	5,55	0,01	1,75	0,02	
TVB 0,125-0,5mm	12,00	0,05	647,4	4,4	25,83	0,43	54,0	0,5	16,9	2,9	4,452	0,009	1,230	0,051	0,446	0,006	2,74	0,47	1,39	0,04	3,58	0,04	1,523	0,011	2,06	0,13	2,35	0,28	9,25	0,02	2,85	0,03	
TVB fin (<0,125 mm)	31,28	0,09	624,1	3,0	73,12	0,93	172,6	0,8	59,5	3,5	11,756	0,024	2,968	0,076	1,270	0,011	5,18	0,63	3,54	0,22	10,35	0,07	2,885	0,012	3,50	0,29	6,41	0,53	29,19	0,03	6,90	0,06	
TVB fin (<0,125 mm)	31,13	0,10	648,4	5,3	81,18	0,86	190,0	1,0	74,4	6,7	13,109	0,026	2,332	0,098	1,457	0,018			3,95	0,07	13,07	0,11	3,057	0,021	4,56	0,21	5,91	0,49	31,39	0,05	8,47	0,07	
TVB fin (<0,125 mm)	30,55	0,09	638,9	4,9	76,88	0,97	165,5	1,1	68,8	6,6	12,683	0,025	2,479	0,083	1,322	0,014			4,49	0,09	8,96	0,08	3,101	0,018	4,59	0,42	6,57	0,55	27,45	0,04	7,47	0,06	
<u>Tout-Venant sableux "TVH"</u>																																	
TVH	5,78	0,02	689,9	3,3	13,30	0,22	28,8	0,3	11,6	1,3	2,247	0,006	0,765	0,027	0,219	0,003	1,50	0,29	0,81	0,02	1,99	0,02	0,734	0,005	2,65	0,07	1,07	0,16	5,65	0,01	1,73	0,02	
TVH	5,76	0,02	671,5	3,1	13,97	0,25	29,7	0,2	10,8	1,2	2,178	0,007	0,672	0,029	0,233	0,003			0,82	0,02	1,86	0,02	0,658	0,005	2,19	0,09	0,89	0,21	6,24	0,01	1,66	0,02	
<u>Tout-Venant sableux "TVB" lavé à l'eau</u>																																	
TVBL 2-4mm	3,87	0,02	662,4	4,1	10,34	0,22	20,9	0,2	2,7	0,7	1,764	0,005	0,508	0,028	0,209	0,004	0,83	0,14	0,85	0,02	1,59	0,02	0,392	0,005	0,97	0,08			6,26	0,02	1,86	0,02	
TVBL 1-2 mm	3,69	0,02	661,6	4,7	9,22	0,20	17,9	0,2			1,506	0,005	0,563	0,034	0,163	0,003			0,61	0,02	1,40	0,02	0,326	0,005	0,61	0,06			4,58	0,01	1,45	0,02	
TVBL 0,5-1 mm	3,48	0,01	579,7	3,0	9,54	0,22	18,6	0,2			1,509	0,005	0,532	0,024	0,167	0,003			0,59	0,01	1,43	0,02	0,353	0,004	0,44	0,06			4,06	0,01	1,30	0,02	
TVBL 0,125-0,5mm					14,72	0,27					2,464	0,007																					
TVBL H (0,5-1mm lavé à l'acide)	3,43	0,01	577,0	3,0	8,33	0,19	16,8	0,2			1,363	0,004	0,513	0,025	0,146	0,003			0,50	0,01	1,36	0,02	0,385	0,004	0,33	0,06	0,39	0,15	3,79	0,01	1,14	0,02	
<u>A titre de comparaison des sables "Tout-venant lavé"</u>																																	
Sable Fontainebleau	0,19	0,00	83,2	0,8	1,53	0,07	3,0	0,0			0,232	0,001	0,071	0,007	0,030	0,001			0,14	0,00	0,67	0,01	0,044	0,001	0,14	0,04	0,18	0,07	0,493	0,002	0,198	0,006	
<u>Tout-Venant sableux "GH"</u>																																	
GH	5,63	0,02	629,9	3,0	12,72	0,22	26,9	0,2	9,2	1,2	2,206	0,007	0,649	0,023	0,216	0,003	1,60	0,32	0,73	0,02	1,75	0,02	0,641	0,005	1,01	0,06	0,74	0,16	5,65	0,01	1,76	0,02	
GH	5,73	0,02	644,3	3,9	13,31	0,25	27,5	0,3	11,3	1,7	2,118	0,006	0,614	0,033	0,222	0,004			0,77	0,02	1,83	0,02	0,616	0,006	1,05	0,08	1,13	0,19	6,14	0,02	1,80	0,02	
<u>Tout-Venant sableux "GB"</u>																																	
GB	4,75	0,02	637,1	3,0	10,43	0,19	21,2	0,2	9,6	1,2	1,732	0,005	0,605	0,023	0,171	0,002	0,78	0,26	0,69	0,02	1,82	0,02	0,435	0,004	0,77	0,05	0,54	0,13	5,60	0,01	1,68	0,02	
GB	4,85	0,02	648,9	3,0	9,34	0,20	19,4	0,2			1,563	0,005	0,561	0,025	0,167	0,003			0,67	0,01	1,80	0,02	0,502	0,004	0,68	0,06	0,49	0,17	5,15	0,01	1,58	0,02	
<u>Autres prélèvements de "Tout-venant"</u>																																	
S250	8,93	0,03	703,3	4,0	37,93	0,52	78,0	0,6	30,6	3,0	6,757	0,014	1,533	0,053	0,698	0,008	4,04	0,53	2,13	0,04	5,34	0,05	2,539	0,013	2,14	0,14	1,09	0,26	11,99	0,02	3,59	0,03	
AL 119	5,63	0,03	758,6	4,3	26,06	0,36	53,6	0,5	18,8	2,2	4,514	0,009	1,205	0,051	0,479	0,006	3,20	0,47	1,59	0,04	3,40	0,04	2,091	0,013	1,17	0,08	0,66	0,21	7,69	0,02	2,48	0,03	
SM 1	7,25	0,04	1075,5	6,8	14,11	0,42	26,6	0,9	20,1	4,8	2,319	0,013	0,976																				

Analyse des sédiments par activation neutronique

Teneurs en ppm.

Echantillons	Cs	err	Ba	err	La	err	Ce	err	Nd	err	Sm	err	Eu	err	Tb	err	Dy	err	Yb	err	Hf	err	Ta	err	W	err	Au	err	Th	err	U	err
J117	34,42	0,11	815,9	6,1	50,22	0,94	105,3	0,8	33,6	5,2	9,271	0,034	2,296	0,086	0,923	0,011	6,00	0,96	2,67	0,07	4,03	0,06	2,828	0,170	89,6	1,3	19,8	0,8	17,09	0,03	5,09	0,09
K116	32,07	0,12	539,5	4,2	56,18	1,00	116,8	0,8	51,4	6,1	9,749	0,028	2,072	0,067	0,941	0,010	5,39	0,46	2,79	0,06	7,78	0,06	2,314	0,014	13,6	0,5	41,9	1,0	21,03	0,04	5,49	0,08
L116	27,84	0,11	599,2	5,0	43,23	0,83	81,4	2,3	32,5	6,1	7,336	0,027	1,613	0,069	0,751	0,011	5,04	0,37	2,50	0,08	4,33	0,06	2,996	0,020	116,5	1,2	8,7	0,7	15,12	0,03	4,94	0,08
M116	21,77	0,09	573,1	4,8	34,00	0,72	67,7	1,9	43,0	7,4	5,880	0,023	1,510	0,065	0,650	0,010	3,14	0,44	2,03	0,07	3,69	0,06	2,077	0,016	66,8	0,9	5,0	0,6	12,46	0,02	4,15	0,07
N116	28,98	0,10	501,7	3,8	42,40	0,67	87,0	0,6	29,9	3,8	7,034	0,024	1,914	0,071	0,736	0,009	3,11	0,35	2,27	0,05	3,87	0,05	2,321	0,014	71,7	0,8	8,1	0,5	15,35	0,02	5,16	0,07
O116	34,74	0,11	635,5	6,7	51,70	0,73	113,3	1,1	40,2	6,6	8,800	0,026	2,480	0,110	0,903	0,013	4,20	0,44	2,73	0,08	4,87	0,08	2,571	0,021	31,7	0,5	6,8	0,5	18,30	0,04	6,17	0,07
P116	30,25	0,11	540,4	3,7	44,13	0,78	90,8	0,6	40,2	4,8	7,348	0,022	1,959	0,088	0,781	0,009	3,37	0,36	2,27	0,05	4,55	0,03	2,621	0,015	57,2	0,8	9,7	0,7	15,90	0,03	5,88	0,08
Q116	32,16	0,11	698,5	6,6	49,98	0,74	105,7	1,0	36,5	5,9	8,782	0,027	2,232	0,099	0,952	0,013	4,77	0,55	2,87	0,08	4,83	0,07	2,762	0,020	56,7	0,7	9,3	0,5	17,64	0,03	6,24	0,09
Z18-116	23,90	0,09	520,3	3,6	38,51	0,67	78,1	0,6	34,2	3,9	6,706	0,020	1,481	0,051	0,697	0,008	4,04	0,71	2,19	0,05	4,19	0,03	1,853	0,012	4,9	0,2	7,4	0,5	14,42	0,03	5,11	0,07
Z19-116	34,18	0,11	475,4	4,5	44,46	0,70	88,7	0,7	35,6	5,1	7,668	0,025	2,211	0,084	0,822	0,010	4,94	0,73	2,53	0,06	4,11	0,05	1,926	0,014	7,8	0,3	15,8	0,5	17,05	0,03	4,46	0,06
Z20-116	31,79	0,11	609,3	6,4	45,03	0,67	97,3	1,0	43,1	7,2	7,270	0,023	2,122	0,099	0,739	0,012	3,21	0,59	2,33	0,07	4,27	0,07	2,162	0,017	20,1	0,4	12,7	0,5	15,94	0,04	5,36	0,07
Z21-116	38,77	0,14	459,0	5,0	50,06	0,81	110,7	0,9	40,4	6,0	8,514	0,023	2,470	0,093	0,890	0,012	4,65	0,77	2,45	0,07	4,17	0,05	2,094	0,016	12,5	0,4	69,0	1,1	18,47	0,03	6,75	0,08
Z22-116	24,45	0,08	693,6	5,9	54,92	0,87	119,4	1,0	46,1	6,4	9,258	0,030	1,958	0,086	1,018	0,013	5,20	1,00	3,38	0,08	8,78	0,09	3,229	0,023	15,5	0,5	10,0	0,5	20,15	0,03	7,73	0,09
Z23-116	21,32	0,08	576,7	3,4	39,73	0,71	82,4	0,5	34,8	3,8	6,647	0,020	1,616	0,057	0,729	0,008	4,90	1,00	2,30	0,05	4,47	0,04	2,152	0,014	8,8	0,3	39,0	0,9	15,09	0,03	4,65	0,07
Z24-116	31,55	0,12	525,9	5,2	47,86	0,80	98,3	0,8	48,0	6,7	7,851	0,022	1,848	0,075	0,821	0,011	4,61	1,00	2,44	0,06	3,95	0,04	2,167	0,016	6,5	0,3	17,7	0,7	17,19	0,03	5,26	0,07
Z25-116	30,43	0,12	565,5	4,7	46,08	0,83	96,1	2,7	36,6	6,8	7,612	0,026	1,878	0,074	0,775	0,011			2,48	0,08	3,74	0,06	1,906	0,013	7,9	0,3	118,5	1,8	15,76	0,03	4,94	0,07
Z26-116	31,76	0,11	514,4	8,8	45,81	0,81	91,4	1,1	33,9	9,6	7,540	0,023	1,909	0,055	0,797	0,010	5,80	1,80	2,42	0,09	4,57	0,06	2,046	0,013	16,7	0,4	117,2	1,6	18,63	0,04	5,22	0,07
Z27-117	22,65	0,09	507,5	6,0	35,65	0,81	82,1	0,9	30,9	6,0	6,690	0,024	1,645	0,076	0,770	0,011			2,19	0,06	3,66	0,04	1,662	0,016	6,5	0,5	66,2	1,3	13,04	0,04	3,77	0,07
Z28-117	24,26	0,11	662,4	8,5	37,84	0,71	80,3	0,9	28,1	8,9	6,378	0,020	1,560	0,088	0,684	0,013			2,02	0,07	3,42	0,04	2,640	0,023	175,0	1,5	41,0	1,0	14,32	0,04	4,25	0,07
Z29-117	18,77	0,07	593,9	4,4	32,16	0,64	71,3	0,6	27,8	4,6	5,492	0,018	1,448	0,060	0,587	0,008			1,76	0,04	3,58	0,03	1,605	0,011	63,3	0,8	102,6	1,4	12,09	0,02	3,54	0,06
Z30-117	22,93	0,08	641,1	4,8	38,95	0,69	79,4	0,7	26,4	4,9	6,752	0,025	1,837	0,068	0,734	0,010	3,15	0,58	2,30	0,05	4,04	0,05	2,363	0,014	43,8	0,8	72,5	1,1	14,21	0,02	4,45	0,07
Z31-117	31,63	0,12	511,2	6,0	45,23	0,85	94,3	0,7	30,3	8,6	7,492	0,023	1,666	0,057	0,809	0,050	4,32	0,43	2,44	0,06	4,19	0,05	2,647	0,015	42,0	0,9	27,1	0,9	16,72	0,03	5,29	0,08

Suivi des teneurs dans les sédiments prélevés dans le puits d'injection "I"

I46	16,17	0,05	514,4	4,3	144,60	1,90	52,7	0,6	28,4	5,0	45,020	0,110	1,237	0,048	0,564	0,007	26,8	1,5	2,15	0,06	2,64	0,04	2,448	0,013	64,5	0,8	25,2	0,8	10,27	0,03	3,02	0,06
I47	19,25	0,08	539,5	4,6	170,90	2,60	61,1	0,8	27,1	4,2	66,720	0,130	1,335	0,090	0,706	0,012	51,1	1,9	3,14	0,07	2,87	0,06	2,123	0,021	80,7	1,0	45,3	1,8	11,41	0,03	4,09	0,10
I48	19,81	0,09	526,3	7,8	166,40	2,50	61,6	1,2	22,0	1,0	52,870	0,130	1,393	0,087	0,636	0,011	25,4	1,6	2,29	0,09	3,38	0,08	2,384	0,022	75,9	1,3	50,6	1,4	12,72	0,05	3,73	0,09
I49	20,90	0,06	513,4	4,0	200,10	1,70	62,6	0,4	20,9	4,1	71,920	0,140	1,589	0,065	0,648	0,008	48,9	2,2	2,34	0,04	3,73	0,04	2,434	0,014	104,9	1,0	53,5	0,9	12,53	0,02	3,59	0,06
I51	17,68	0,07	515,4	6,6	171,20	2,00	54,1	0,7	25,7	7,0	109,050	0,220	1,760	0,100	0,925	0,014	147,3	6,0	4,67	0,09	2,47	0,06	2,032	0,020	72,2	1,0	96,4	1,7	10,17	0,03	3,26	0,09
I52	17,37	0,07	517,3	6,1	166,50	1,90	57,8	0,6	32,6	7,1	149,270	0,300	1,740	0,100	1,175	0,015	229,8	8,2	5,26	0,09	2,86	0,06	2,213	0,019	58,7	0,9	96,1	1,6	10,70	0,03	4,05	0,09
I53	15,77	0,06	503,3	6,4	160,40	1,90	48,0	1,0			160,330	0,320	1,715	0,077	1,166	0,014	214,8	7,9	10,50	0,24	5,08	0,07	1,845	0,015	56,9	0,9	68,7	1,5	9,04	0,03	4,08	0,09
I56	18,27	0,06	495,0	4,8	170,00	1,80	76,7	0,8	31,8	5,3	64,630	0,130	1,160	0,055	0,767	0,009	58,2	1,4	3,43	0,08	2,47	0,05	2,370	0,015	104,9	0,9	169,7	1,9	16,49	0,03	4,46	0,08
I57	17,93	0,06	506,3	4,4	163,40	1,60	53,2	0,8	23,8	4,3	57,710	0,120	1,693	0,053	0,674	0,008	52,0	1,3	3,11	0,08	2,87	0,05	4,267	0,022	96,8	0,8	111,2	1,4	10,98	0,03	3,73	0,07
I58	12,86	0,05	458,6	3,6	128,40	1,20	52,8	0,6	21,1	3,6	38,450	0,077	1,001	0,045	0,533	0,006	25,7	0,7	2,49	0,06	2,04	0,04	2,102	0,013	66,8	0,6	46,4	0,9	10,47	0,03	3,20	0,06
I59	13,94	0,05	499,4	3,9	148,40	1,40	57,9	0,7	26,7	3,8	53,220	0,110	1,772	0,041	0,581	0,008	56,4	1,4	2,50	0,06	5,31	0,06	4,197	0,022	81,4	0,8	18,0	0,7	11,21	0,03	3,85	0,07
I60	21,77	0,06	526,2	3,6	150,10	1,30	60,3	0,7	28,2	3,7	48,747	0,097	1,464	0,054	0,656	0,007	40,9	0,9	3,02	0,07	4,09	0,05	2,902	0,015	127,3	0,8	27,3	0,7	14,92	0,02	4,23	0,07
I63	24,23	0,09	568,9	4,3	164,90	1,80	74,2	0,8	28,8	4,1	51,650	0,077	1,246	0,065	0,674	0,009	16,5	0,9			4,65	0,06	3,257	0,020	118,9	1,1	49,3	1,0	17,73	0,03	4,39	0,08
I64	18,09	0,07	541,0	4,1	126,90	1,50	56,0	0,6	22,4	3,6	40,497	0,061	0,671	0,049	0,555	0,008	27,5	0,7	1,72	0,04	3,79	0,05	2,553	0,018	73,5	0,9	13,1	0,6	12,15	0,03	3,47	0,06
I66	20,59	0,06	555,1	3,1	159,20	1,40	65,2	0,5	27,2	3,3	51,302	0,051	1,350	0,049	0,626	0,007	19,4	0,6	2,11	0,04	3,20	0,04	2,619	0,013	91,6	0,7	58,9	0,7	13,20	0,02	3,33	0,05
I67	19,48	0,06	587,7	3,9	153,50	1,50	59,9	0,6	30,0	4,3	50,643	0,061	1,082	0,048	0,590	0,007	24,3	1,0	2,01	0,04	2,82	0,04	2,578	0,013	84,1	0,7	22,4	0,6	11,56	0,02	3,29	0,05
I69	21,65	0,06	569,7	5,0	169,10	1,60	80,9	0,7	35,9	5,7	53,480	0,064	1,639	0,073	0,725	0,009	20,3	0,9	2,30	0,06	3,51											

Annexe 18

Eléments majeurs mesurés dans les eaux de
Sandillon de 1996 à 2000

Eléments majeurs (ppm)

Date de prélevement	Echantillon	pH avant filtration	F ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Alcalinité (µmol/l)
21/11/96	Loire	7,80	0,10	11,2	0,016	10,7	13,6	8,2	0,04	3,64	3,9	22,1	1129
06/12/96	Loire	7,70											924
02/04/97	Loire	9,14	0,21	16,5	0,052	5,6	29,8	13,2		3,45	5,6	37,0	1800
22/09/97	Loire							20,6		12,22	6,2	14,9	
22/07/98	Loire	9,05	0,18	18,4	0,041	2,3	30,2	14,9		3,98	5,5	23,4	1326
24/02/99	Loire		0,11	10,9		9,6	10,7	6,8	0,04	3,25	2,9	23,2	
09/04/99	Loire		0,11	13,8		9,1	15,5	9,2		2,67	3,9	30,3	
06/05/99	Loire		0,10	13,5		5,9	13,8	9,6		2,79	3,8	27,5	
27/12/00	Loire							10,17	1,4	3,19	4,46	30,26	
21/11/96	Lac d'exploitation	7,71	0,38	28,5	0,112	38,6	26,9	9,0	0,00	0,70	9,5	40,6	1213
06/12/96	Lac d'exploitation	8,50	0,32	25,4	0,088	34,1	23,6	8,8	0,89	1,09	9,0	39,8	1358
22/07/98	Lac d'exploitation	8,40	1,04	16,5	0,061	2,4	31,0	10,8		0,71	8,6	31,2	1674
27/12/00	Lac d'exploitation							9,29	1,12	1,02	7,31	28	
27/11/00	Lac d'exploitation							10	0,29	1,07	7,25	28,15	
21/11/96	Etancar	8,06	0,17	10,9	0,048	1,5	40,2	8,1	0,20	2,19	10,8	40,4	2336
01/12/96	Etancar	7,90	0,13	11,3	0,000	1,4	34,1	7,9	0,16	2,12	10,5	39,4	2317
05/12/96	Etancar	7,85	0,13	11,5	0,048	2,3	29,5	8,1	0,00	2,15	10,2	38,9	2320
08/12/96	Etancar	7,90	0,13	11,7	0,056	1,2	27,7	8,2	0,26	2,17	7,9	39,6	2536
15/12/96	Etancar	8,00	0,13	12,1	0,056	1,3	26,2	8,3	0,08	2,18	10,6	40,7	2464
13/03/97	Etancar		0,18	11,1	0,061	1,0	19,7						
25/03/97	Etancar	7,60	0,24	11,2	0,058		30,8	8,2	0,06	2,23	10,4	39,6	2490
17/09/97	Etancar							10,5	0,55	6,73	7,0	25,3	
22/07/98	Etancar	8,47	0,30	11,8	0,061	1,3	27,9	8,8		3,13	10,4	36,0	2220
18/11/00	Etancar							2,35	0	0,98	3,01	25,73	
27/11/00	Etancar							5,26		2,16	6,52	29,71	
27/12/00	Etancar							5,23	1,57	2,17	6,79	32,31	
21/11/96	lac eaux ruissellement	7,84	0,04	2,7	0,000	1,0	4,0	2,0	0,18	2,19	1,8	24,3	1609
05/12/96	lac eaux ruissellement	7,57	0,04	9,7	0,000	1,4	4,0	6,6	0,05	1,67	1,6	22,2	1300
13/03/97	A		0,00	18,2	0,065	48,9	25,7						
13/03/97	B		0,30	33,2	0,087	67,6	38,7						
13/03/97	C		0,30	24,8	0,100	91,9	53,4						
13/03/97	D		0,49	12,1	0,092	18,8	33,7						
13/03/97	E		0,40	27,2	0,089	103,5	28,5						
13/03/97	G		0,16	14,9	0,070	48,4	29,9						
13/03/97	H		0,43	17,5	0,040	27,7	36,6						
13/03/97	I		0,41	25,8	0,084	78,7	38,1						
13/03/97	J		0,27	37,1	0,141	130,5	40,6						
13/03/97	K		0,51	7,0	0,036	20,2	27,6						
13/03/97	L		0,24	20,5	0,054	53,4	30,3						
13/03/97	M		0,50	17,6	0,085	52,5	48,2						
13/03/97	N		0,32	32,1	0,103	123,2	38,7						
13/03/97	O		0,24	19,1	0,061	69,8	25,6						
13/03/97	P		0,37	21,1	0,084	32,1	40,5						
13/03/97	Q		0,14	24,1	0,113	121,8	28,8						
25/03/97	A	7,30	0,21	15,1	0,073	44,7	43,9	13,3	0,07	0,54	11,8	38,3	1640
26/03/97	B	7,26	0,27	38,3	0,095	91,1	60,6	11,3	0,07	0,55	14,4	95,1	3050
26/03/97	C	7,29	0,30	28,3	0,103	105,6	78,1	14,4	0,08	0,81	20,7	66,2	2110
01/04/97	D	7,72	0,36	24,0	0,098	89,6	55,6	9,2	0,10	0,85	14,3	114,5	4290
02/04/97	E	7,56	0,42	27,5	0,080	83,6	53,2	10,0	0,06	0,65	18,0	120,6	4720
02/04/97	F	7,42	0,27	23,3	0,122	96,2	71,0	13,6	0,07	0,80	20,3	96,2	3290
03/04/97	G	7,00	0,17	17,4	0,070	56,0	43,8	8,6	0,06	0,62	11,6	58,9	2050
03/04/97	H	7,53	0,36	22,5	0,058	31,0	42,9	8,6	0,05	0,77	14,7	114,7	5470
03/04/97	I	7,52	0,36	27,0	0,084	79,4	49,5	10,2	0,06	0,79	20,9	117,9	5380
03/04/97	J	7,22	0,37	34,1	0,174	131,2	63,5	15,5	0,08	0,67	22,0	89,9	2990
03/04/97	K	7,52	0,24	21,7	0,089	101,8	55,2	13,5	0,06	0,84	21,0	104,2	4480
03/04/97	L	7,44	0,23	20,3	0,051	55,1	43,7	7,8	0,05	0,69	11,7	98,9	4110
03/04/97	M	7,54	0,46	20,8	0,099	80,0	67,8	11,4	0,07	0,75	25,3	121,3	5670
03/04/97	N	7,52	0,39	31,7	0,130	126,6	55,0	15,6	0,08	0,78	24,7	112,4	4480
27/03/97	O	7,55	0,25	19,9	0,061	74,3	38,7	9,6	0,05	0,58	14,4	89,1	3540
03/04/97	P	7,54	0,31	22,7	0,098	34,5	58,5	13,0	0,08	1,02	27,2	107,2	6270
03/04/97	Q	7,15	0,19	22,9	0,122	127,3	42,4	11,4	0,06	0,76	18,2	66,5	1490
07/10/97	A							12,5		1,86	12,0	49,2	
07/10/97	B							10,9		2,24	14,7	96,8	
07/10/97	C							12,3		1,98	14,7	53,1	
07/10/97	D							9,8		1,95	12,4	99,9	
07/10/97	E							10,0		2,65	16,8	114,4	
07/10/97	F							13,7		2,27	19,8	84,6	
07/10/97	G							9,0		1,92	11,6	62,1	
07/10/97	H							8,0	0,19	2,46	11,2	102,7	
07/10/97	I							10,5		2,12	21,0	116,4	
07/10/97	J							14,4		2,37	20,9	100,6	
07/10/97	K							12,7		2,73	18,2	99,2	
07/10/97	L							8,0	0,08	2,42	12,6	104,4	
07/10/97	M							11,7		2,19	25,2	122,0	
07/10/97	N							15,6		2,71	24,8	115,8	
07/10/97	O							9,8		1,88	14,8	91,4	
07/10/97	P							13,0		2,99	28,2	110,4	
07/10/97	Q							11,2	0,25	2,35	18,8	75,1	

Eléments majeurs (ppm)

Date de prélèvement	Echantillon	pH avant filtration	F ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Alcalinité (μmol/l)
22/10/97	Z18							13,0	0,36	4,47	8,8	26,6	
22/10/97	Z 19							15,6	0,14	5,77	11,9	49,2	
22/10/97	Z 20							14,3	0,24	5,94	11,6	45,0	
22/10/97	Z 21							16,0	0,25	6,70	22,6	83,6	
22/10/97	Z 22							16,4	0,23	11,69	20,4	79,5	
22/10/97	Z 23							18,0	0,34	7,76	18,0	63,6	
22/10/97	Z 24							16,5	0,00	4,58	21,4	82,0	
22/10/97	Z 25							16,9	0,38	6,49	21,3	69,1	
22/10/97	Z 26							14,5	0,16	5,04	18,5	68,8	
22/10/97	Z 27							16,8	0,32	5,86	16,4	56,4	
22/10/97	Z 28							15,1	0,60	7,11	18,8	66,3	
22/10/97	Z 29							14,1	1,23	5,99	19,3	69,5	
22/10/97	Z 30							14,4	0,56	5,12	18,7	78,7	
22/10/97	Z 31							13,3	0,00	4,74	16,7	85,7	
20/07/98	A	6,35	0,17	15,5	0,063	51,5	41,0	12,0	0,00	0,81	11,7	45,2	1878
21/07/98	B	6,60	0,31	22,0	0,074	74,1	54,7	11,0	0,00	0,87	13,8	86,8	2239
21/07/98	C	6,77	0,33	21,6	0,080	79,4	78,9	12,7	0,00	0,90	16,4	62,3	1744
21/07/98	E	7,17	0,42	24,7	0,066	77,8	43,6	9,7	0,00	0,95	15,7	111,5	4665
22/07/98	F	6,69	0,27	26,0	0,090	77,3	73,4	13,4	0,00	1,02	19,7	81,3	2559
20/07/98	G	6,57	0,26	14,7	0,050	39,9	38,4	8,2	0,00	0,88	10,8	57,8	2205
20/07/98	I	7,11	0,42	24,1	0,070	63,2	52,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	4870
20/07/98	J	6,73	0,30	28,3	0,123	97,5	72,7	13,7	0,00	0,86	20,1	94,0	2544
21/07/98	K	7,29	0,24	21,3	0,081	88,3	47,8	12,7	0,00	1,18	18,6	98,5	4094
20/07/98	L	6,94	0,30	12,9	0,038	39,0	42,3	7,4	0,00	0,86	10,3	89,9	3322
20/07/98	M	7,21	0,52	17,4	0,072	62,1	60,9	10,8	0,00	0,87	23,1	114,8	5549
20/07/98	N	7,17	0,25	32,4	0,107	122,7	56,9	15,2	0,00	2,05	24,3	115,7	4421
20/07/98	O	6,80	0,25	20,4	0,057	62,7	35,1	9,5	0,00	0,86	13,6	85,0	3182
20/07/98	P	7,17	0,32	20,8	0,076	40,9	54,1	12,2	0,00	1,11	24,7	106,0	5076
20/07/98	Q	6,62	0,16	20,3	0,101	114,8	55,9	11,0	0,00	0,99	18,6	69,3	1320
20/07/98	Z18	7,11	0,28	16,5	0,091	6,9	62,9	11,3	0,00	1,69	16,7	48,1	2840
21/07/98	Z19	6,79	0,28	11,3	0,083	1,4	92,6	10,5	0,00	1,17	14,7	47,2	2634
21/07/98	Z20	6,58	0,40	16,1	0,089	65,8	63,9	10,1	0,00	0,89	14,2	51,7	1637
21/07/98	Z21	6,90	0,13	25,3	0,099	124,1	40,9	12,6	0,00	1,54	18,3	85,1	2494
21/07/98	Z22	7,04	0,37	21,1	0,148	3,2	38,3	12,6	0,00	1,97	25,2	98,7	6379
21/07/98	Z23	6,74	0,20	17,2	0,074	62,0	71,0	13,7	0,00	1,11	17,9	63,3	2542
21/07/98	Z24	7,12	0,24	20,9	0,063	65,5	71,3	14,1	0,00	1,07	20,5	101,2	4382
21/07/98	Z25	6,80	0,22	17,9	0,084	74,9	67,8	12,8	0,00	1,07	19,5	78,9	2619
21/07/98	Z26	6,69	0,35	15,7	0,068	47,6	64,4	10,8	0,00	0,82	15,2	61,6	2215
21/07/98	Z27	7,09	0,30	18,5	0,085	78,3	67,7	14,4	0,00	1,04	20,0	97,4	4067
21/07/98	Z28	6,67	0,22	22,8	0,081	91,9	70,1	13,3	0,00	1,12	21,4	75,4	2573
21/07/98	Z29	6,83	0,21	24,9	0,091	81,8	73,9	12,7	0,00	1,07	20,1	75,5	2617
22/07/98	Z30	6,75	0,22	20,6	0,088	56,5	59,3	12,3	0,00	1,17	17,2	75,3	2878
22/07/98	Z31	6,67	0,19	15,1	0,099	43,0	63,2	11,4	0,00	1,24	16,7	60,7	2667
21/07/98	Z33	6,45	0,18	16,2	0,059	106,8	53,1	8,4	0,00	0,77	17,3	53,4	1265
21/07/98	Z36	6,89	0,21	21,8	0,105	160,1	37,0	13,5	0,00	1,44	19,6	85,4	2562
22/10/98	I125							10,3	0,11	0,89	18,6	111,6	
04/12/98	I126							9,2		1,00	13,9	98,8	
06/01/99	I127							9,2	0,04	0,63	16,6	93,5	
07/01/99	I128							9,6	0,09	0,84	18,3	103,4	
14/01/99	I129							9,8	0,09	0,69	16,7	92,6	
20/01/99	I130							8,7	1,46	0,61	17,1	96,4	
26/01/99	I131							8,9	0,11	0,73	17,6	99,0	
18/02/99	I133							7,9	0,03	0,72	12,5	75,3	
24/02/99	I134							9,7	0,06	0,92	14,0	83,1	
09/04/99	I135							6,7		0,44	12,2	70,6	
14/11/00	O							8,99	0,15	0,86	10,2	60,79	
18/11/00	O							7,9		0,71	8,91	35,05	
27/11/00	O							8,9	0,04	0,84	10,14	60,67	
27/12/00	O							8,48	0,04	0,87	9,54	55,7	
27/12/00	X							5,7	0,02	0,41	6,8	28,2	
18/11/00	Y							4,41	0	0,47	5,92	35,08	
27/12/00	Z							6,82	0,03	0,38	8,32	32,51	
05/12/96	P2	7,65	0,04	10,8	0,072	10,2	42,8	11,3	0,06	2,55	13,0	137,5	6976
02/04/97	P2	7,14	0,03	8,1	0,042	7,6	94,9	12,0	0,07	2,42	17,1	168,5	8200
22/07/98	P2	6,75	0,55	14,1	0,046	20,5	98,8	13,2	0,00	2,73	16,1	158,5	7253
27/12/00	P2							8,65	0,09	2,04	9,46	54,37	
06/12/96	PF2	7,50	0,19	87,6	0,336	135,9	100,8	36,8	0,00	1,97	28,9	162,7	6739
02/04/97	PF2	6,95	0,19	33,2	0,271	70,0	173,3	54,4		1,99	24,4	92,2	4100
22/07/98	PF2	6,55	0,15	32,1	0,224	67,4	169,3	51,3	0,00	2,00	24,7	88,1	4033
27/12/00	PF2							31,7		1,95	15,78	72,72	
21/11/96	robinet IT	7,91	0,11	13,6	0,032	8,2	17,4	11,9	0,00	3,48	5,1	39,9	2284
05/12/96	P1	7,76	0,09	12,6	0,000	12,4	14,8	9,1	0,00	3,10	4,3	35,8	1843
26/03/97	P1	7,73	0,16	11,1	0,061	5,1	14,5	9,3	0,07	3,02	4,1	36,7	1930
22/07/98	P1	7,79	0,16	16,8	0,049	3,8	27,2	13,2	0,00	3,86	5,9	41,2	2089
27/12/00	P1							10,49	0,1	3,18	4,64	36,06	

Éléments majeurs (ppm)

Date de prélèvement	Echantillon	pH avant filtration	F ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Alcalinité (µmol/l)
06/12/96	Pf1	7,81	0,13	44,2	0,136	70,2	48,4	20,3	0,00	2,67	17,4	108,7	4712
25/03/97	Pf1	7,66	0,14	55,6	0,216	94,7	93,8	25,0	0,12	1,76	20,3	131,5	4970
22/07/98	Pf1	7,36	0,15	43,9	0,169	78,0	76,3	22,4	0,00	1,61	18,8	122,7	4660
27/12/00	Pf1							21,53	2,22	3,52	14,22	83,67	
21/07/98	Z35	7,19	0,22	21,8	0,086	29,3	30,7	12,5	0,00	1,92	15,5	96,7	4677
21/07/98	Z32	7,35	0,22	16,2	0,079	79,1	44,9	11,0	0,00	1,02	15,8	90,6	3681
05/05/99	Z32-13m50		0,18	17,5	0,100	79,7	28,7	11,1	0,03	0,85	15,3	85,7	
05/05/99	Z32-15m50		0,18	17,5	0,120	78,8	28,6	11,2	0,03	0,91	15,4	87,3	
05/05/99	Z32-18m		0,19	17,5	0,090	79,7	29,1	11,2		0,90	15,7	89,0	
21/07/98	Z34-121	7,47	0,18	12,9	0,039	21,0	22,8	9,2	0,00	2,40	7,2	57,4	2632
05/05/99	Z34-13m50		0,25	19,0	0,110	86,8	32,6	11,1	0,72	1,08	15,3	87,3	
05/05/99	Z34-15m50		0,26	20,1	0,100	83,9	29,3	10,7	0,03	1,07	14,6	87,4	
05/05/99	Z34-18m		0,25	19,8	0,100	79,6	26,8	10,8		1,09	14,4	87,1	
09/04/99	Ca1-13m (bille)		0,13	12,2		0,7	12,6	8,1		2,83	3,8	40,7	
05/05/99	Ca1-18m		0,17	12,9		30,0	11,0	7,6	0,02	1,46	9,1	71,8	
05/05/99	Ca1-21m		0,19	11,3		28,7	12,6	7,5		1,35	9,0	70,7	
05/05/99	Ca1-24m50		0,18	11,0		26,8	12,4	7,5		1,36	8,8	69,4	
07/07/99	Ca1-fond (bille)	7,55											3323
05/05/99	Ca2-15m		0,32	13,9			12,7	9,8		2,04	6,7	47,3	
05/05/99	Ca2-18m		0,23	10,3		4,3	5,0	7,6	0,02	1,28	9,7	70,9	
05/05/99	Ca2-21m		0,09	6,0	0,130	1,1	1,6	8,1		1,72	8,8	83,5	
05/05/99	Ca2-24m		0,10	5,4	2,070	0,7	1,3	9,3	0,02	2,62	10,2	136,1	
27/12/00	CA2							15,12		2,04	4,3	32,13	
05/05/99	Ca3-15m50		0,18	16,7		14,4	18,8	10,5	0,66	1,83	7,1	86,5	
05/05/99	Ca3-18m50		0,16	16,8		15,0	18,5	10,5	0,03	1,82	7,2	87,3	
05/05/99	Ca3-22m50		0,15	16,6		17,3	18,9	10,6	0,03	1,80	7,4	89,0	
27/12/00	CA3							8,91		3,01	4,91	40,06	
05/05/99	Ca5-15m00		0,17	11,3			12,8						
05/05/99	Ca5-19m50							8,2	0,03	1,18	7,5	87,7	
05/05/99	Ca5-23m		0,15	18,6	0,080	18,2	11,6	8,1	0,02	1,08	7,5	86,9	
27/12/00	CB4							12,17		3,25	5,66	42,73	
27/12/00	CB5							9,42	0,06	3,02	4,57	40,09	
27/12/00	CB7							11,16	0,09	2,93	5,61	62,27	
27/12/00	CB9							9,41	0,09	1,9	5,82	52	
Log de concentration dans le piézomètre I													
07/01/99	I : 0,5m							9,2	0,04	0,72	17,1	97,3	
07/01/99	I : 1m							9,2	0,05	0,69	17,5	100,2	
07/01/99	I : 1,5m							9,7	0,06	0,68	18,2	76,8	
07/01/99	I : 2m							9,1	0,11	0,79	18,0	102,0	
07/01/99	I : 2,5m							9,4	0,07	0,75	18,2	104,3	
Log de concentration dans le piézomètre CA1													
24/02/99	Ca1:6m		0,19	9,9	0,000	1,0	8,3	5,7	0,05	3,66	2,9	40,8	
24/02/99	Ca1:8m		0,19	9,6	0,000	0,0	14,8	5,7	0,13	3,52	3,0	39,9	
24/02/99	Ca1:11m		0,16	11,8	0,000	1,6	15,5	7,5	0,04	3,25	3,6	39,7	
24/02/99	Ca1:15m		0,15	12,8	0,000	0,0	15,5	8,3	0,04	3,24	3,9	40,7	
24/02/99	Ca1:19m		0,15	12,7	0,000	12,2	15,1	8,2	0,03	3,21	3,8	40,8	
24/02/99	Ca1:21m		0,16	13,2	0,000	0,0	15,5	8,2	0,04	3,27	3,9	42,2	
24/02/99	Ca1:22m		0,16	13,3	0,000	1,6	15,2	8,5	0,07	3,35	3,9	42,0	
24/02/99	Ca1:23m		0,16	13,3	0,000	0,7	15,1	8,2	0,03	3,25	3,8	42,2	
24/02/99	Ca1:24m		0,15	13,2	0,000	2,4	15,1	8,3	0,19	3,27	3,9	42,3	
24/02/99	Ca1:25m		0,16	13,1	0,000	2,8	15,7	8,3	0,05	3,28	3,9	42,1	
Pompage dans le piézomètre I (Q=2,74.10⁻⁴ m³/s)													
17/02/99	I : t=0		0,65	11,7		17,4	37,1	7,9	0,04	0,63	13,9	79,9	
17/02/99	I : t=5 mn							8,7		0,61	17,3	97,9	
17/02/99	I : t=10 mn		0,40	17,8	0,060	35,7	36,1	7,9	0,04	0,57	15,6	88,1	
17/02/99	I : t=15 mn							8,8	0,03	0,66	17,4	97,8	
17/02/99	I : t=50 mn							8,7	0,04	0,72	17,1	97,7	
17/02/99	I : t=85 mn							8,8	0,04	0,75	16,2	93,4	
17/02/99	I : t=135mn							8,9	0,03	0,78	16,0	93,0	
17/02/99	I : t=185mn							9,0	0,04	0,82	15,9	92,8	
17/02/99	I : t=255mn							9,0	0,03	0,84	15,6	92,0	
Pompage dans le piézomètre K (Q=2,38.10⁻⁴ m³/s)													
05/05/99	K : t=2 mn		0,29	17,8	0,090	51,6	29,6	10,1		0,89	15,2	88,4	
05/05/99	K : t=14mn		0,28	18,0	0,110	51,3	29,0	9,9		1,03	15,3	89,5	
05/05/99	K : t=44mn		0,24	18,8	0,090	51,8	29,1	10,1		0,90	15,5	90,5	
05/05/99	K : t=90mn		0,25	18,5	0,090	53,4	28,5	10,3	0,03	0,92	15,8	92,0	
05/05/99	K : t=131mn		0,26	18,7	0,080	53,6	28,1	10,4	0,02	0,93	15,9	91,3	
05/05/99	K : t=175mn		0,23	18,8	0,090	54,8	28,4	10,7	0,03	0,97	15,8	90,1	
05/05/99	K : t=255mn		0,22	19,1	0,100	56,3	28,0	11,0	0,03	1,00	15,9	90,9	
05/05/99	K : t=310mn		0,23	19,5	0,090	57,7	28,0	10,9	0,04	1,01	15,8	90,2	

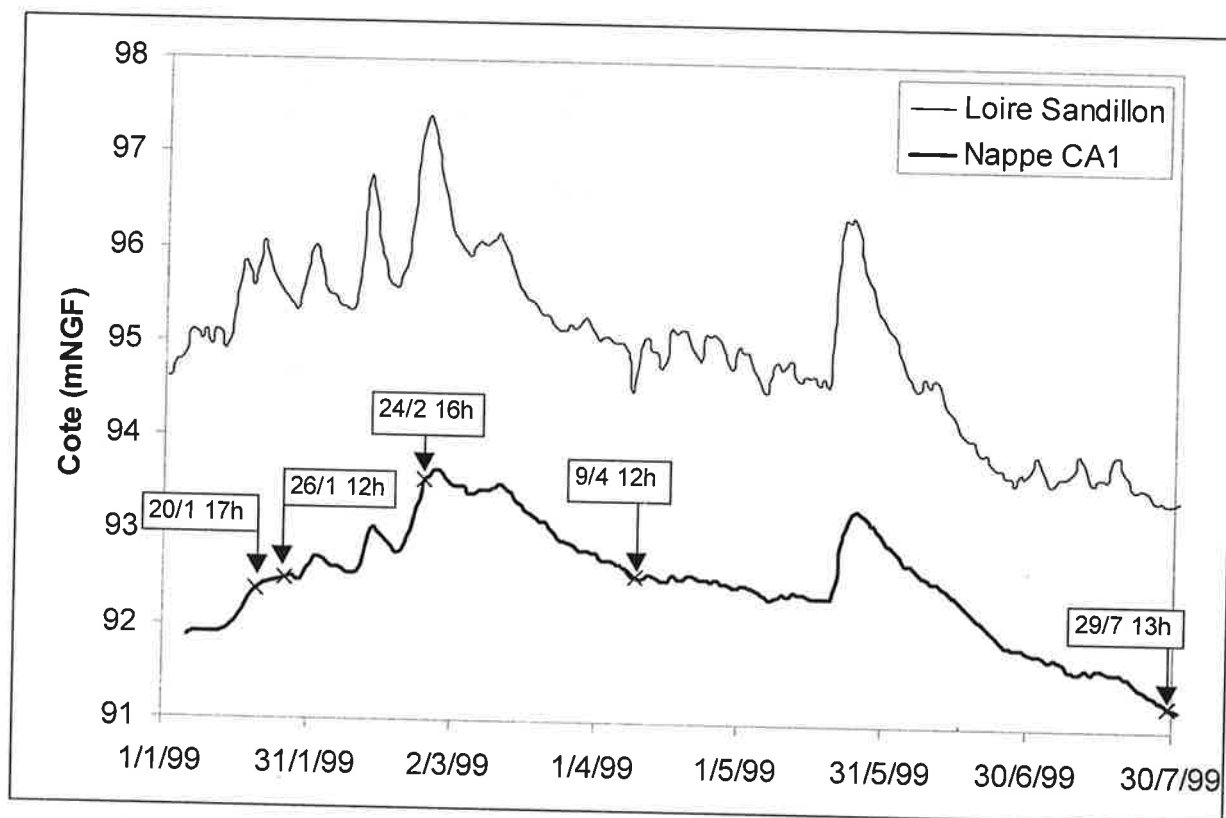
Annexe 19

Relevés et cartes piézométriques réalisés sur le
réseau piézométrique calcaire

Cette annexe présente :

-un tableau des relevés piézométriques réalisés sur l'ensemble du réseau de piézomètres calcaires depuis son implantation début 1999,

-5 cartes piézométriques tracées à partir des relevés complets pour les dates indiquées sur la figure ci-dessous.



Localisation, par rapport au régime hydrologique de la Loire, des relevés piézométriques ayant permis de construire les 5 cartes de l'annexe.

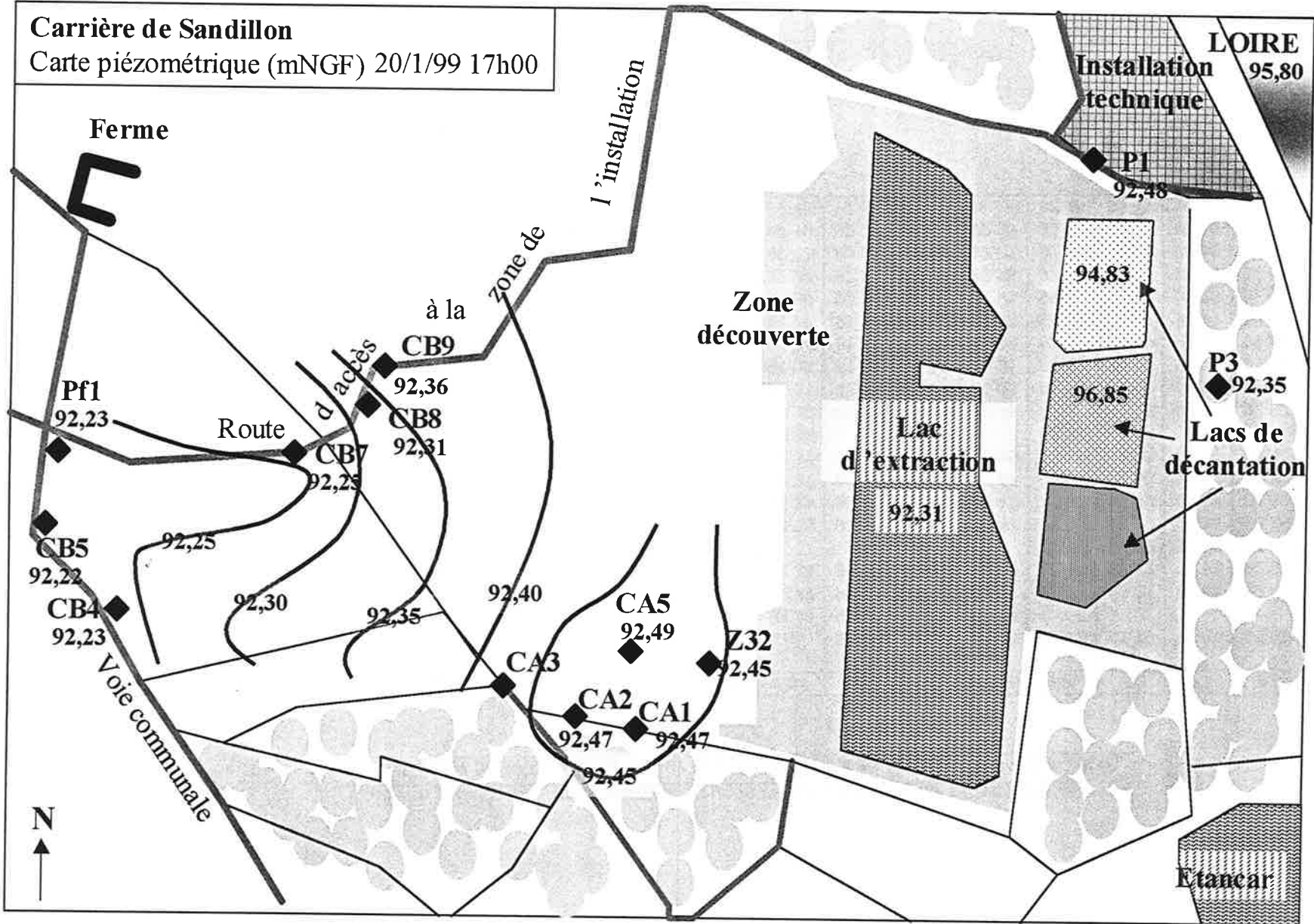
**Relevés piézométriques manuels sur le réseau étendu de piézomètres
calcaires et alluvionnaires et sur les plans d'eau de la carrière (1999-2000)**
Cote (mNGF)

Piézomètres	O	Q	Z32	Ca1	Ca2	Ca3	Ca5	Cb4	Cb5	Cb7	Cb8	Cb9	Pf1	Pf2	P1	P2	P3
date-heure																	
14/1/99 12:00			91,95					91,80		91,79	91,83	91,86	91,78	91,79	91,94	91,98	
20/1/99 11:30								92,20	92,19	92,22	92,28	92,34					
20/1/99 17:00			92,45	92,47	92,47		92,49	92,23	92,22	92,25	92,32	92,36	92,23	92,21	92,48	92,47	92,35
26/1/99 12:00	92,50	92,49	92,50	92,49	92,49	92,49	92,50	92,27	92,24	92,30	92,37	92,40	92,30	92,32	92,52	92,54	92,52
16/2/99 15:00		92,87		92,87	92,87	92,88	92,89						92,67	92,69	92,96	93,01	
24/2/99 16:00		93,56		93,63	93,63	93,52	93,64	93,37	93,33	93,36	93,41	93,47	93,32	93,29	93,65	93,55	93,48
9/4/99 12:00		92,53	92,55	92,51	92,51	92,57	92,53	92,33	92,31	92,41	92,44	92,47	92,37	92,39	92,54	92,62	92,68
22/4/99 11:00		92,53		92,52	92,53	92,55	92,53	92,34	92,31	92,39	92,43	92,47	92,35	92,36	92,53	92,59	
6/5/99 14:00			92,36	92,33	92,32	92,36	92,34	92,13	92,11	92,15	92,23	92,26	92,18	92,21	92,32	92,40	
7/6/99 13:00	92,66	92,61	détruit	92,58	92,59	92,63	92,60	92,39	92,36				92,44	92,47			
10/6/99 15:45	92,58		détruit	92,51	92,52	92,55	92,52	92,32	92,29	92,35	92,40	92,45	92,37	92,38	92,51	92,57	92,67
7/7/99 17:00			détruit	91,66	91,67	91,69	91,67	91,53	91,51	91,59	91,61	91,65	91,56	91,57	91,68	91,72	
29/7/99 13:00	91,33		détruit	91,23	91,24	91,28	91,24	91,10	91,09	91,16	91,19	91,21	91,16	91,18	91,24	91,28	91,44
30/9/99 12:30		91,83	détruit	91,52	91,52	91,49	91,54	91,40	91,34	91,36	91,36	91,39	91,34	91,30	91,51	91,54	91,49
2/11/99 15:00		92,59	détruit					91,81	91,77	91,80	91,83	91,85	91,79	91,77	91,97	92,02	91,96
2/12/99 14:00	92,37	détruit	détruit	91,99	91,99	92,00	92,00	91,82	91,80	91,84	détruit	91,91	91,84	91,85	91,99	92,02	92,08
21/12/99 16:00		détruit	détruit					92,30	92,27	92,30	détruit	92,38	92,26	92,22	92,53	92,54	
12/1/00 12:00	93,26	détruit	détruit	93,08	93,09	93,12	93,11	92,88	92,83	92,88	détruit	93,07	92,90	92,94	93,10	93,17	93,20
31/1/00 14:00		détruit	détruit	92,38	92,38	92,43	92,40	92,21	92,19	92,24	détruit	92,35	92,25	92,27	92,38	92,44	92,54
24/4/00 15:30	93,17	détruit	détruit		92,67	92,65		92,48	92,45	92,48	détruit	détruit	92,45	92,43			

Plans d'eau	Loire	Lac d'extraction		Lac en	Bassin des
date-heure		Nord	Sud-Est	eau claire	boues
20/1/99 17:00	95,81	92,31	92,31	94,83	96,85
26/1/99 12:00	95,46			94,54	96,96

Carrière de Sandillon

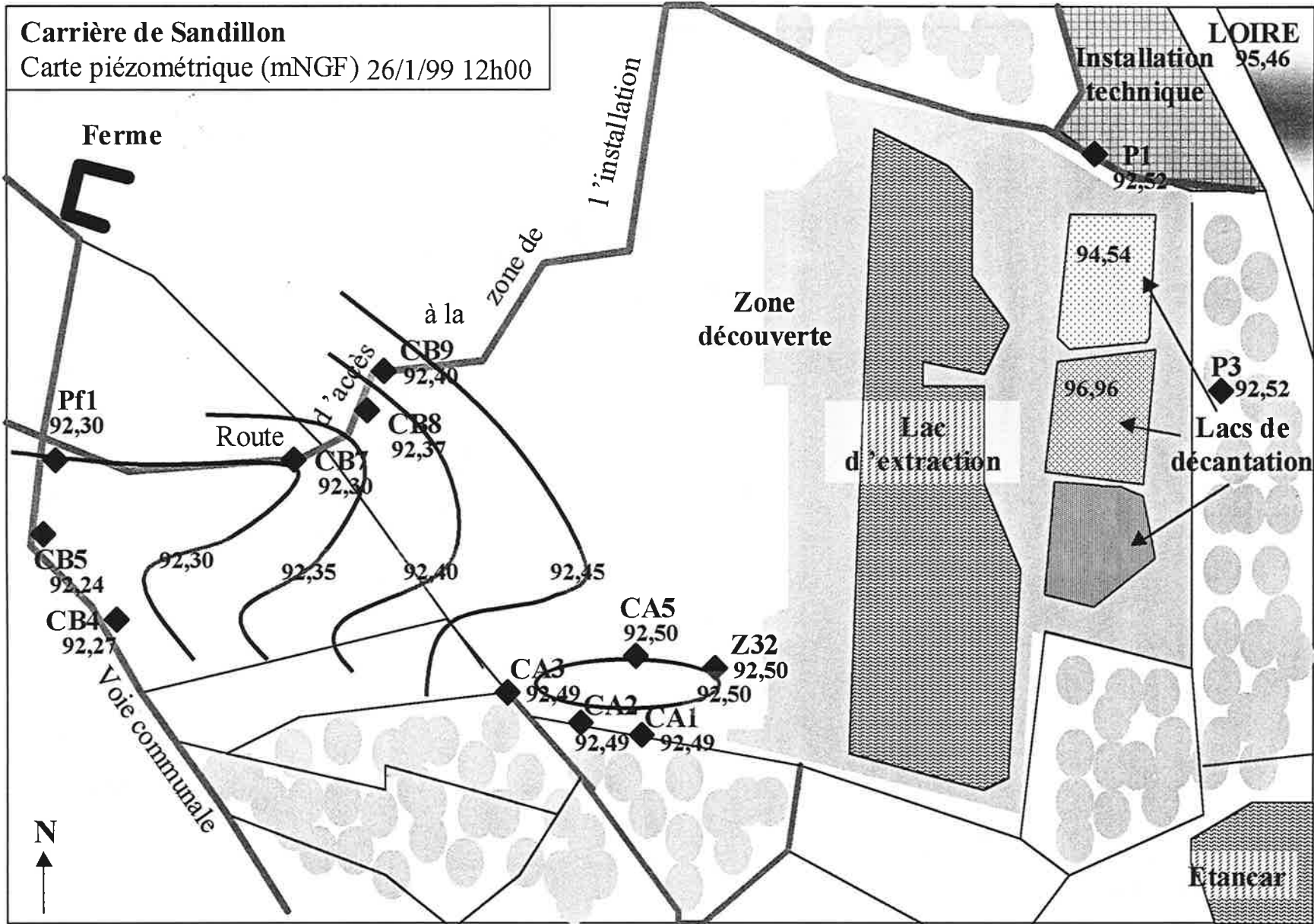
Carte piézométrique (mNGF) 20/1/99 17h00



Carrière de Sandillon

Carte piézométrique (mNGF) 26/1/99 12h00

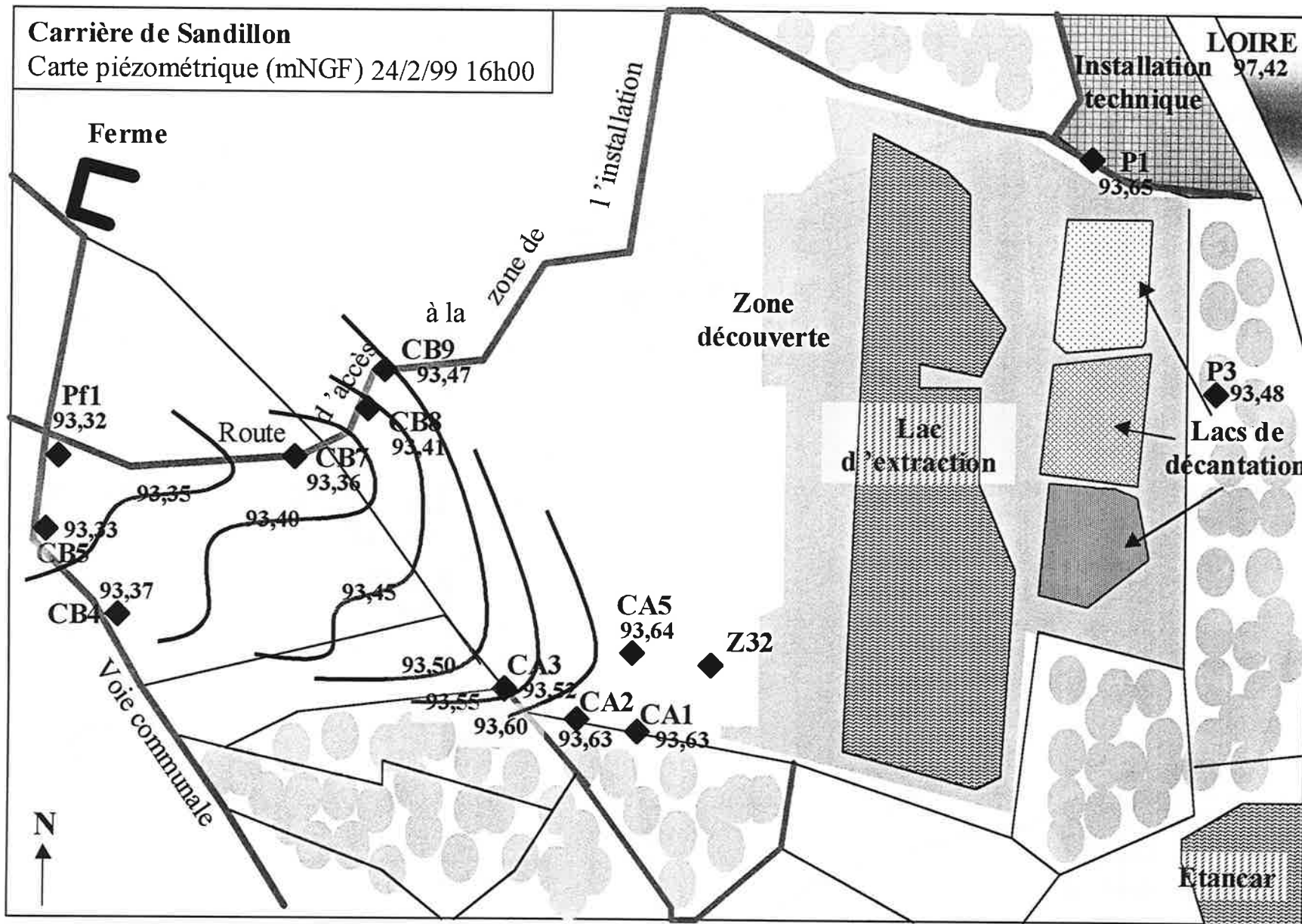
667



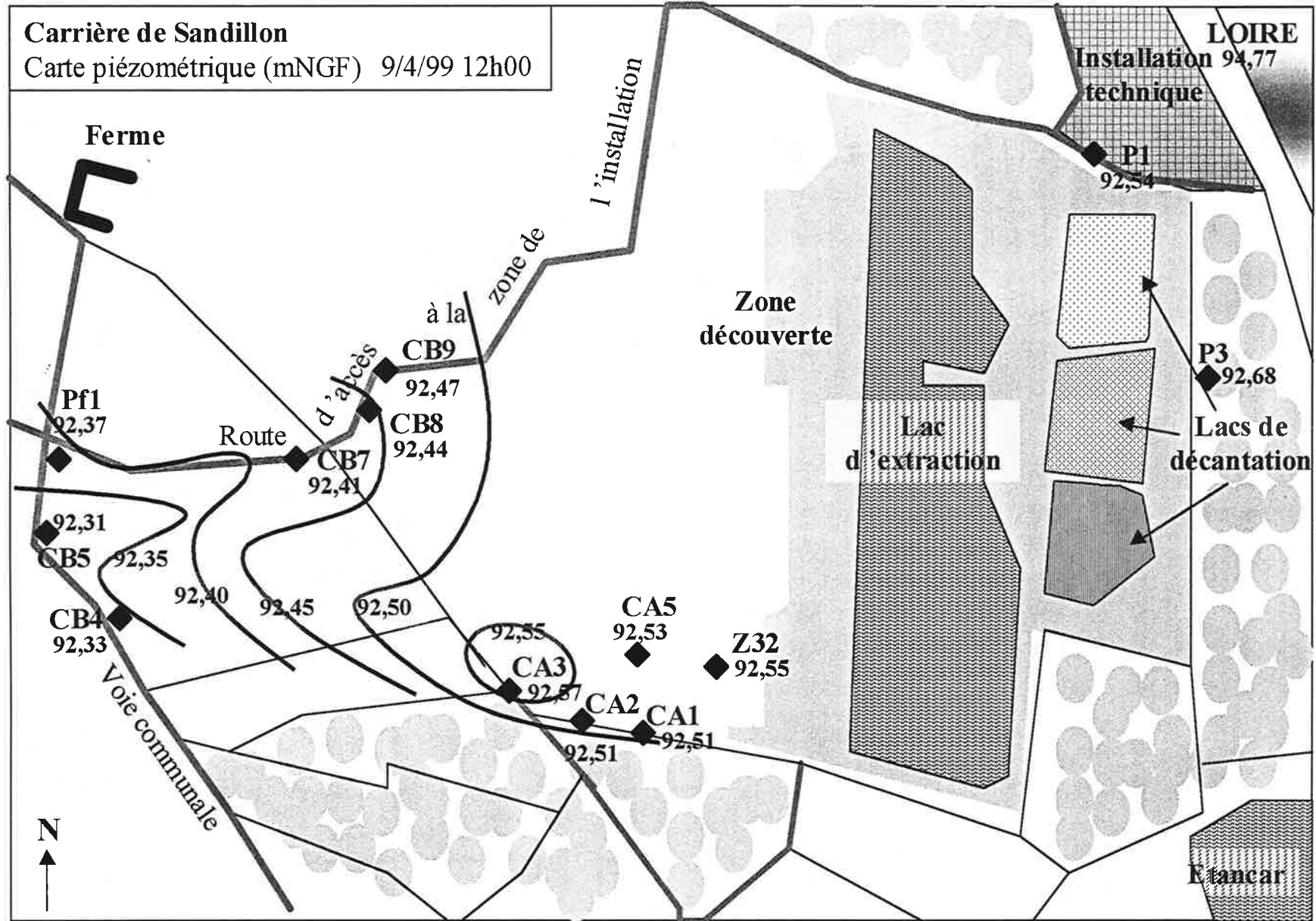
Carrière de Sandillon

Carte piézométrique (mNGF) 24/2/99 16h00

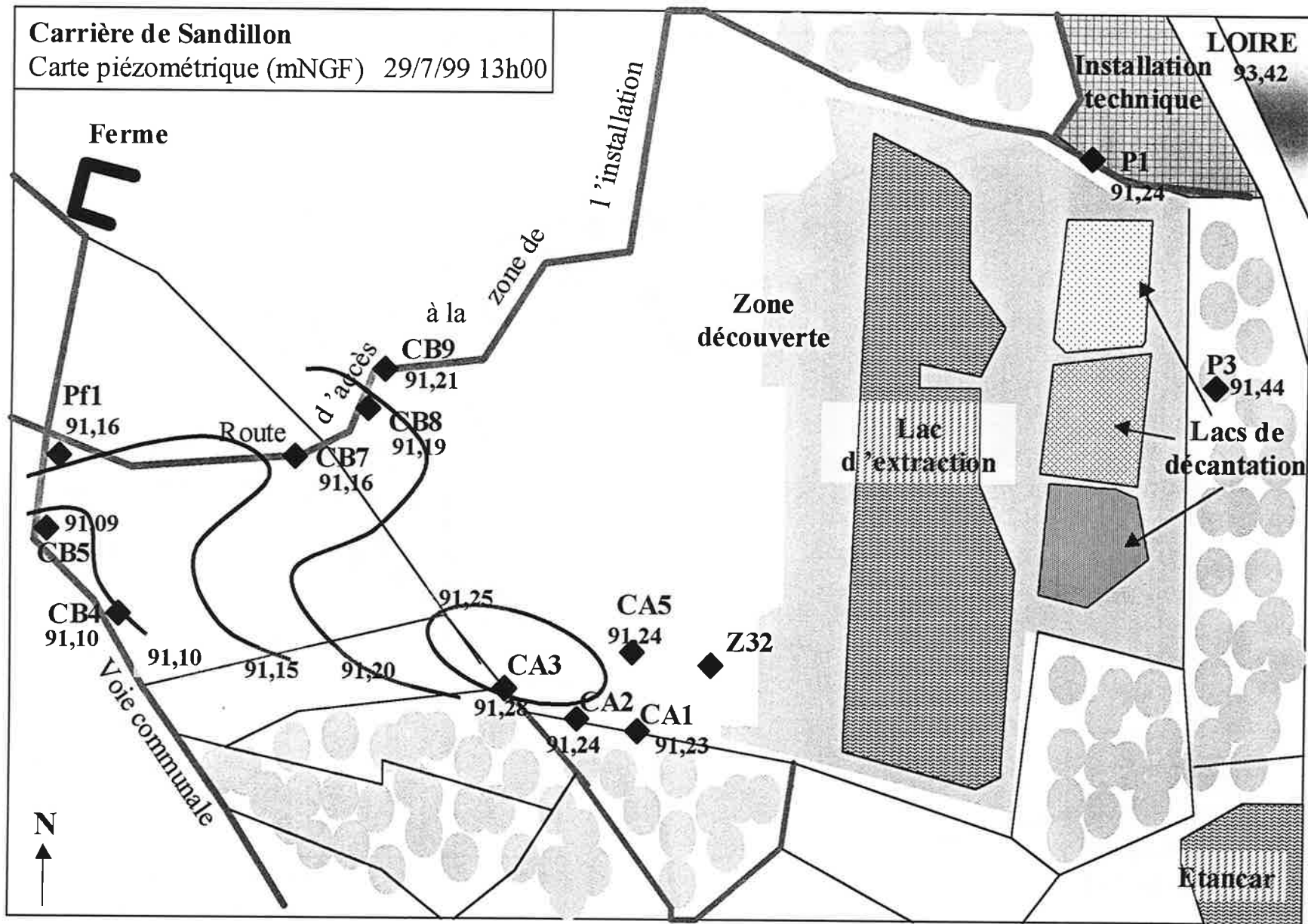
899



Carrière de Sandillon
Carte piézométrique (mNGF) 9/4/99 12h00



Carrière de Sandillon
Carte piézométrique (mNGF) 29/7/99 13h00



Annexe 20

Relevés et cartes piézométriques réalisés sur le
réseau piézométrique alluvionnaire

Cette annexe présente :

-un tableau des relevés piézométriques réalisés de février à octobre 1997 sur l'observatoire piézométrique implanté en février 1997 sur la carrière de Sandillon,

-48 cartes piézométriques tracées à partir de ces relevés piézométriques, à l'aide du logiciel Tecplot,

-la description (ci-dessous) de la méthode d'interpolation utilisée pour le tracé de ces cartes.

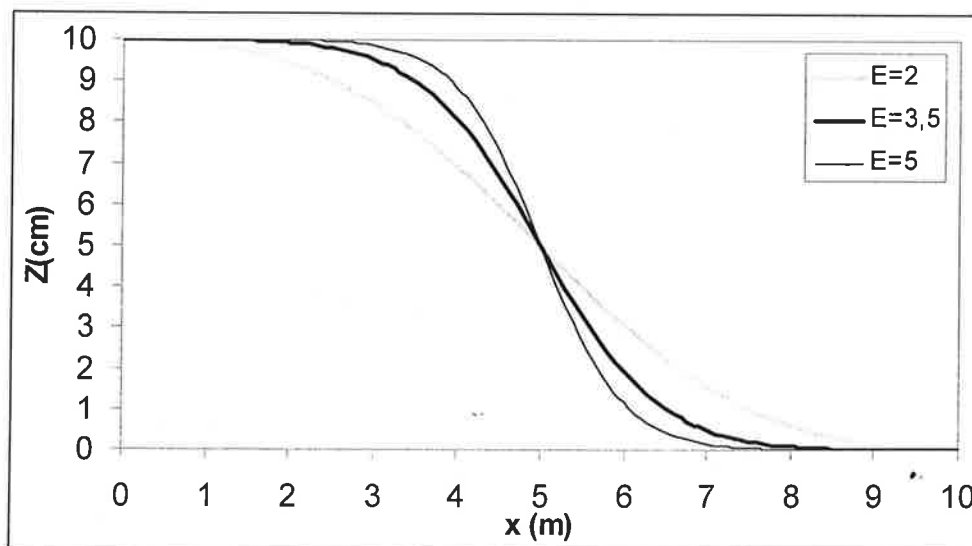
La méthode d'interpolation utilisée pour le calcul des cotes de la nappe est la méthode inverse de la distance, "Inverse distance algorithm", en anglais. Cette méthode consiste, à partir des points sources s dont les cotes mesurées sont Z_s , à affecter à un point M la valeur Z_M calculée à partir de ses N plus proches points sources voisins.

$$Z_M = \frac{\sum_{(s=1-N)} (W_s Z_s)}{\sum_{(s=1-N)} W_s}$$

Avec $W_s = D^{-E}$, D étant la distance entre un point source et le point M . E étant un exposant qui devrait être compris entre 2 et 5.

Pour le tracé des cartes, $N=8$ et $E=3,5$.

A titre d'exemple, considérons un problème à 1 dimension. Soient deux points A et B distants de 10 mètres. Le premier point, A , se trouve à la cote 10 cm et le second, B , à la cote 0. Dans ce cas, $N=2$; on peut calculer la cote Z d'un point M du segment AB se trouvant à la distance x de A . En utilisant la méthode d'interpolation "Inverse de la Distance", et en prenant $E=3,5$ Z s'exprime: $Z=10x^{-3,5}/[x^{-3,5} + (10-x)^{-3,5}]$. La courbe $Z(x)$ est donnée ci-dessous pour des valeurs variables de E .



Cotes de la nappe alluviale sur le réseau piézométrique implanté en février 1997 (période de Février à Octobre 1997)

	7/2/97 10:45	8/2/97 11:30	8/2/97 17:00	9/2/97 17:00	11/2/97 10:30	12/2/97 16:00	13/2/97 13:30	14/2/97 13:40	15/2/97 15:10	16/2/97 16:10
PJ-1	92.49	92.47	92.47	92.45	92.39	92.36	92.34	92.35	92.34	92.45
PJ-2	92.46	92.43	92.44	92.42	92.34	92.31	92.31	92.31	92.33	92.46
PJ-3	92.52	92.48	92.48	92.43	92.39	92.36	92.33	92.34	92.33	92.44
PJ-4	92.52	92.49	92.49	92.45	92.41	92.4	92.36	92.37	92.33	92.43
PJ-5	92.49	92.46	92.47	92.45	92.39	92.36	92.33	92.35	92.33	92.44
PJ-6	92.5	92.47	92.47	92.45	92.39	92.36	92.34	92.35	92.34	92.44
PJ-7	92.53	92.5	92.5	92.48	92.43	92.41	92.38	92.39	92.35	92.43
PJ-8	92.5	92.47	92.47	92.45	92.39	92.36	92.34	92.35	92.34	92.45
PJ-9	92.5	92.47	92.47	92.45	92.39	92.37	92.34	92.35	92.33	92.44
PJ-10	92.49	92.47	92.47	92.45	92.38	92.36	92.34	92.35	92.34	92.45
PJ-11	92.49	92.47	92.47	92.43	92.38	92.36	92.33	92.35	92.34	92.45
PJ-12	92.48	92.46	92.46	92.44	92.38	92.35	92.33	92.34	92.32	92.44
PJ-13	92.48	92.45	92.46	92.44	92.37	92.35	92.33	92.34	92.32	92.43
PJ-14	92.5	92.47	92.47	92.45	92.38	92.36	92.34	92.35	92.34	92.45
PJ-15	92.5	92.48	92.48	92.46	92.4	92.38	92.35	92.36	92.33	92.43
PJ-16	92.48	92.46	92.46	92.44	92.37	92.35	92.33	92.34	92.33	92.44
PJ-17	92.48	92.45	92.46	92.44	92.36	92.34	92.32	92.33	92.33	92.45
moyenne	92,495	92,468	92,470	92,446	92,385	92,361	92,338	92,348	92,334	92,442
Max-min	0,070	0,070	0,060	0,060	0,090	0,100	0,070	0,080	0,030	0,030
	17/2/97 13:40	18/2/97 13:30	19/2/97 13:30	20/2/97 17:00	22/2/97 15:30	23/2/97 14:00	24/2/97 14:00	26/2/97 13:40	27/2/97 16:00	28/2/97 18:00
PJ-1	92.51	92.56	92.54	92.5	92.52	92.52	92.48	92.53	92.54	92.58
PJ-2	92.52	92.58	92.55	92.5	92.52	92.51	92.46	92.53	92.54	92.58
PJ-3	92.5	92.56	92.55	92.51	92.53	92.53	92.49	92.53	92.55	92.58
PJ-4	92.48	92.55	92.56	92.53	92.55	92.55	92.53	92.53	92.55	92.6
PJ-5	92.49	92.55	92.54	92.51	92.53	92.52	92.49	92.53	92.53	92.58
PJ-6	92.49	92.55	92.55	92.51	92.54	92.53	92.5	92.53	92.54	92.58
PJ-7	92.48	92.53	92.54	92.51	92.53	92.53	92.51	92.52	92.53	92.57
PJ-8	92.5	92.56	92.55	92.51	92.53	92.53	92.5	92.53	92.54	92.58
PJ-9	92.49	92.55	92.55	92.51	92.54	92.53	92.5	92.53	92.54	92.59
PJ-10	92.49	92.56	92.55	92.51	92.53	92.53	92.5	92.53	92.54	92.59
PJ-11	92.5	92.56	92.55	92.52	92.53	92.53	92.5	92.53	92.54	92.59
PJ-12	92.48	92.54	92.53	92.5	92.52	92.52	92.48	92.52	92.53	92.54
PJ-13	92.48	92.54	92.53	92.5	92.52	92.52	92.48	92.51	92.53	92.58
PJ-14	92.52	92.56	92.55	92.51	92.54	92.54	92.5	92.53	92.54	92.59
PJ-15	92.49	92.54	92.54	92.51	92.53	92.53	92.5	92.52	92.53	92.57
PJ-16	92.5	92.55	92.54	92.5	92.52	92.52	92.49	92.52	92.53	92.58
PJ-17	92.5	92.55	92.54	92.5	92.52	92.52	92.48	92.52	92.53	92.58
moyenne	92,495	92,552	92,545	92,508	92,529	92,527	92,494	92,526	92,537	92,580
Max-min	0,040	0,050	0,030	0,030	0,030	0,040	0,070	0,020	0,020	0,060

674

Cotes de la nappe alluviale sur le réseau piézométrique implanté en février 1997 (période de Février à Octobre 1997)

	1/3/97 16:30	3/3/97 14:00	4/3/97 14:30	6/3/97 16:15	8/3/97 16:00	19/3/97 9:00	20/3/97 10:00	20/3/97 22:00	21/3/97 17:00	23/3/97 19:00
PJ-1	92.6	92.55	92.54	92.48	92.43					
PJ-2	92.6	92.52	92.51	92.45	92.4					
PJ-3	92.6	92.56	92.55	92.49	92.44					
PJ-4	92.63	92.6	92.59	92.53	92.48					
PJ-5	92.6	92.56	92.55	92.49	92.44					
PJ-6	92.61	92.57	92.56	92.5	92.45					
PJ-7	92.59	92.57	92.57	92.52	92.48					
PJ-8	92.61	92.56	92.55	92.5	92.44					
PJ-9	92.61	92.57	92.56	92.5	92.45	92.1275	92.0725	92.065	92.01	91.99
PJ-10	92.61	92.56	92.55	92.5	92.45					
PJ-11	92.61	92.56	92.55	92.49	92.44					
PJ-12	92.59	92.55	92.54	92.48	92.43					
PJ-13	92.6	92.55	92.54	92.48	92.43					
PJ-14	92.61	92.56	92.56	92.5	92.45					
PJ-15	92.59	92.56	92.55	92.5	92.44					
PJ-16	92.6	92.55	92.54	92.48	92.43					
PJ-17	92.6	92.55	92.54	92.48	92.45					
moyenne	92,604	92,559	92,550	92,492	92,443	92,128	92,073	92,065	92,010	91,990
Max-min	0,040	0,080	0,080	0,080	0,080	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	27/3/97 11:00	30/3/97 14:00	1/4/97 16:00	2/4/97 16:10	3/4/97 9:45	4/4/97 15:30	5/4/97 9:45	12/4/97 16:00	19/4/97 17:00	20/4/97 10:00
PJ-1		91.8225	91.765		91.7375		91.69	91.525		91.4
PJ-2		91.795	91.73		91.7125		91.66	91.5		91.385
PJ-3		91.8075	91.74		91.7125		91.67	91.5025		91.385
PJ-4		91.85	91.805		91.77		91.72	91.5475		91.41
PJ-5		91.825	91.77		91.74		91.69	91.525	91.4	91.4
PJ-6		91.83	91.7725		91.74		91.695	91.5275		91.4
PJ-7		91.87	91.825		91.79		91.7425	91.5675		91.43
PJ-8		91.8325	91.775		91.7475		91.6975	91.5275		91.405
PJ-9	91.875	91.8325	91.78	91.765	91.74	91.695	91.6975	91.5275		91.4
PJ-10		91.83	91.77		91.7425		91.695	91.5275		91.4
PJ-11		91.83	91.7725		91.74		91.6975	91.5275		91.405
PJ-12		91.82	91.765		91.7325		91.685	91.515		91.39
PJ-13		91.815	91.76		91.73		91.68	91.51		91.39
PJ-14		91.83	91.775		91.7475		91.695	91.53		91.4075
PJ-15		91.84	91.79		91.7525		91.7075	91.5375		91.405
PJ-16		91.825	91.765		91.73		91.685	91.52		91.3975
PJ-17		91.8175			91.725		91.685	91.5175		91.39
moyenne	91,875	91,828	91,773	91,765	91,741	91,695	91,694	91,526	91,400	91,400
Max-min	0,000	0,075	0,095	0,000	0,078	0,000	0,083	0,067	0,000	0,045

675

Cotes de la nappe alluviale sur le réseau piézométrique implanté en février 1997 (période de Février à Octobre 1997)

	20/4/97 16:00	27/4/97 16:30	2/5/97 16:00	3/5/97 10:00	4/5/97 20:00	8/5/97 15:30	9/5/97 12:00	9/5/97 12:30	9/5/97 15:50	9/5/97 20:00
PJ-1		91.3125	91.34	91.37	91.3675	91.41	91.4075			
PJ-2		91.3025	91.3325	91.3625	91.3625	91.41	91.4075	91.4075	91.405	91.4275
PJ-3		91.3	91.3325	91.36	91.3625	91.4025	91.405	91.405		91.425
PJ-4		91.32	91.3575	91.3625	91.375	91.395	91.405	91.405		
PJ-5	91.3975	91.315	91.3425	91.3625	91.365	91.405	91.405			
PJ-6		91.315	91.345	91.365	91.37	91.405	91.41			
PJ-7		91.33	91.3575	91.3675	91.375	91.3975	91.4025			
PJ-8		91.3175	91.3475	91.37	91.3725	91.41	91.41			
PJ-9		91.3125	91.3425	91.3675	91.3725	91.4075	91.41			
PJ-10		91.315	91.345	91.3625	91.3675	91.4075	91.41			
PJ-11		91.315	91.3475	91.37	91.3725	91.41	91.41			
PJ-12			91.3325	91.3525	91.355	91.3925	91.3975			
PJ-13		91.3		91.3525	91.355	91.39	91.3925			
PJ-14		91.32	91.3475	91.37	91.37	91.4125	91.41			
PJ-15		91.31	91.345	91.3625	91.37	91.4025	91.4075			
PJ-16		91.305	91.335	91.36	91.3625	91.4025	91.4			
PJ-17		91.305	91.3375	91.36	91.36	91.405	91.4	91.4		91.42
moyenne	91,398	91,312	91,343	91,363	91,367	91,404	91,405	91,404	91,405	91,424
Max-min	0,000	0,030	0,025	0,017	0,020	0,022	0,017	0,008	0,000	0,008
	10/5/97 11:00	10/5/97 19:00	11/5/97 11:00	11/5/97 15:00	11/5/97 19:00	16/5/97 20:00	17/5/97 10:00	17/5/97 15:30	17/5/97 21:30	18/5/97 8:15
PJ-1					91.4695					
PJ-2	91.445	91.4025	91.475	91.4725	91.47	91.5625	91.5825	91.57875	91.57	91.5775
PJ-3	91.44	91.445	91.47		91.465	91.555	91.5725	91.57	91.565	91.57
PJ-4	91.4225	91.43	91.44		91.475	91.53	91.54	91.5425	91.54	91.5525
PJ-5					91.46					
PJ-6					91.46					
PJ-7					91.445					
PJ-8					91.4675					
PJ-9					91.4625					
PJ-10					91.4625					
PJ-11					91.465					
PJ-12					91.45					
PJ-13					91.4475					
PJ-14					91.465					
PJ-15					91.4575					
PJ-16					91.46					
PJ-17	91.435	91.4425	91.46		91.46	91.545	91.5625	91.56	91.5575	91.565
moyenne	91,436	91,430	91,461	91,473	91,461	91,548	91,564	91,563	91,558	91,566
Max-min	0,023	0,042	0,035	0,000	0,030	0,032	0,043	0,036	0,030	0,025

675

Cotes de la nappe alluviale sur le réseau piézométrique implanté en février 1997 (période de Février à Octobre 1997)

	18/5/97 15:15	18/5/97 21:15	19/5/97 8:30	19/5/97 12:40	19/5/97 18:00	19/5/97 22:00	25/5/97 17:30	31/5/97 19:00	1/6/97 18:30	7/6/97 16:00
PJ-1					91.55		91.5	91.35	91.34	91.245
PJ-2	91.5675	91.5625	91.565	91.5525	91.5475	91.5425		91.3325	91.32	91.2325
PJ-3	91.5675	91.56	91.56	91.55	91.55		91.495	91.335	91.3225	91.2325
PJ-4	91.5525	91.555	91.5575	91.5525	91.56	91.5525	91.5075	91.3775	91.365	91.2475
PJ-5					91.55			91.3525	91.34	91.24
PJ-6					91.555		91.5	91.36	91.3475	91.2425
PJ-7					91.55		91.51	91.3875	91.3725	91.26
PJ-8					91.5575		91.505	91.36	91.3475	91.245
PJ-9					91.555		91.5	91.3575	91.3425	91.2425
PJ-10					91.5525		91.5	91.355	91.345	91.24
PJ-11					91.5575		91.505	91.3575	91.345	91.2475
PJ-12					91.54		91.49	91.345	91.3325	91.2325
PJ-13					91.5375		91.485	91.34	91.3275	91.2275
PJ-14					91.555		91.5025	91.36	91.3475	91.245
PJ-15					91.555		91.5	91.3625	91.35	91.245
PJ-16					91.55		91.4975	91.35	91.3375	91.2375
PJ-17	91.56	91.5575	91.56	91.55	91.5475		91.495	91.345	91.33	91.235
moyenne	91,562	91,559	91,561	91,551	91,551	91,548	91,500	91,355	91,342	91,241
Max-min	0,015	0,007	0,007	0,003	0,023	0,010	0,025	0,055	0,053	
	14/6/97 16:00	15/6/97 12:00	15/6/97 18:30	16/6/97 8:00	16/6/97 19:30	17/6/97 7:00	17/6/97 18:30	21/6/97 10:30	21/6/97 16:00	22/6/97 10:00
PJ-1	91.22							91.2075		
PJ-2	91.215	91.22	91.2125	91.185	91.1825	91.1775	91.19	91.2025	91.1975	91.205
PJ-3	91.215	91.2225	91.2125	91.185	91.185	91.18	91.185	91.2025	91.1975	91.205
PJ-4	91.2175	91.225	91.2225	91.21	91.2	91.195	91.195	91.205	91.2075	91.2075
PJ-5	91.2175							91.2025		
PJ-6	91.22							91.2075		
PJ-7	91.23							91.21		
PJ-8	91.225							91.21		
PJ-9	91.2175							91.2075		
PJ-10	91.22							91.2075		
PJ-11	91.2225							91.21		
PJ-12	91.21							91.195		
PJ-13	91.205							91.19		
PJ-14	91.22							91.21		
PJ-15	91.22							91.208		
PJ-16	91.2175							91.205		
PJ-17	91.2125							91.2		
moyenne	91,218	91,223	91,216	91,193	91,189	91,184	91,190	91,205	91,201	91,206
Max-min	0,025	0,005	0,010	0,025	0,017	0,017	0,010	0,020	0,010	0,002

677

Cotes de la nappe alluviale sur le réseau piézométrique implanté en février 1997 (période de Février à Octobre 1997)

	22/6/97 12:00	22/6/97 19:00	28/6/97 17:00	29/6/97 9:00	29/6/97 0:00	5/7/97 20:30	6/7/97 9:45	6/7/97 17:30	11/7/97 19:00	12/7/97 11:30
PJ-1			91.27					91.6175		
PJ-2	91.1975	91.195	91.2725	91.295	91.3025	91.6175	91.6325	91.625	91.54	91.5525
PJ-3	91.1975	91.195	91.27	91.3	91.3	91.6125	91.63	91.625	91.55	91.5625
PJ-4	91.2075	91.205	91.25	91.265	91.27	91.555	91.575	91.585	91.5875	91.5875
PJ-5			91.26					91.6		
PJ-6			91.265					91.6025		
PJ-7			91.2525					91.55		91.5675
PJ-8			91.27					91.6025		
PJ-9			91.265					91.6025		
PJ-10			91.2675					91.605		
PJ-11			91.27					91.6075		
PJ-12			91.255					91.5875		
PJ-13			91.25					91.59		
PJ-14			91.27					91.605		
PJ-15			91.26					91.585		
PJ-16			91.2625					91.6		
PJ-17			91.2625					91.6075		
moyenne	91,203	91,200	91,262	91,283	91,285	91,584	91,603	91,597	91,569	91,573
Max-min	0,010	0,010	0,020	0,035	0,030	0,057	0,055	0,075	0,038	0,025
	12/7/97 18:00	13/7/97 10:00	13/7/97 17:30	14/7/97 10:00	14/7/97 17:00	20/7/97 21:00	18/8/97 9:30	19/8/97 18:00	20/8/97 12:00	20/8/97 20:00
PJ-1						91.385	91.095			
PJ-2	91.545	91.54	91.53	91.52	91.515	91.355	91.085	91.07	91.0625	91.065
PJ-3	91.5575	91.55	91.54	91.53	91.5275	91.37	91.085	91.075	91.07	91.07
PJ-4	91.585	91.58	91.575	91.565	91.56	91.435	91.11	91.1025	91.1025	
PJ-5						91.39	91.095			
PJ-6						91.51	91.1			
PJ-7	91.5675	91.56	91.5575	91.55	91.545	91.43	91.1175			
PJ-8						91.395	91.1			
PJ-9						91.395	91.1			
PJ-10						91.39	91.095			
PJ-11						91.39	91.1			
PJ-12						91.38	91.0875			
PJ-13						91.375	91.085			
PJ-14						91.395	91.1			
PJ-15						91.4	91.1			
PJ-16						91.385	91.0925			
PJ-17						91.38	91.0875			
moyenne	91,564	91,558	91,551	91,541	91,537	91,398	91,096	91,083	91,078	91,068
Max-min	0,040	0,040	0,045	0,045	0,045	0,155	0,033	0,033	0,040	0,005

678

Cotes de la nappe alluviale sur le réseau piézométrique implanté en février 1997 (période de Février à Octobre 1997)

	21/8/97 10:00	21/8/97 20:00	22/8/97 10:00	22/8/97 20:10	23/8/97 9:30	23/8/97 16:00	23/8/97 21:00	24/8/97 8:30	24/8/97 12:30	24/8/97 19:00
PJ-1										
PJ-2	91.0725	91.0625	91.07	91.05	91.065	91.065	91.055	91.0675	91.065	91.07
PJ-3	91.075	91.07	91.07	91.055	91.065	91.065	91.0575	91.0675	91.065	91.07
PJ-4	91.09		91.09	91.0825	91.08	91.0775	91.0775	91.0775	91.0775	91.0775
PJ-5										91.0725
PJ-6										
PJ-7										
PJ-8										
PJ-9										
PJ-10										
PJ-11										
PJ-12										
PJ-13										
PJ-14										
PJ-15										
PJ-16										
PJ-17										
moyenne	91,079	91,066	91,077	91,063	91,070	91,069	91,063	91,071	91,069	91,073
Max-min	0,017	0,007	0,020	0,032	0,015	0,013	0,022	0,010	0,013	0,008
	24/8/97 21:00	25/8/97 8:00	27/8/97 16:00	28/8/97 8:00	29/8/97 10:00	7/9/97 19:30	8/9/97 8:30	8/9/97 13:00	13/9/97 10:00	13/9/97 15:00
PJ-1	91.075									
PJ-2	91.0675	91.06	91.035	91.085	91.08	91.2825	91.26	91.24	91.2525	91.245
PJ-3	91.07	91.0625	91.04	91.085	91.0775	91.28	91.2625	91.2425	91.25	91.2425
PJ-4	91.08	91.075	91.065	91.085	91.085	91.27	91.2675	91.2625	91.245	91.245
PJ-5	91.0725	91.0675	91.05	91.085	91.08	91.2775	91.2625	91.2475	91.25	91.2425
PJ-6	91.0775									
PJ-7	91.085									
PJ-8	91.0775									
PJ-9	91.075									
PJ-10	91.0775									
PJ-11	91.0775									
PJ-12	91.0625									
PJ-13	91.06									
PJ-14	91.0775									
PJ-15	91.075									
PJ-16	91.07									
PJ-17	91.0675									
moyenne	91,073	91,066	91,048	91,085	91,081	91,278	91,263	91,248	91,249	91,244
Max-min	0,025	0,015	0,030	0,000	0,007	0,013	0,007	0,023	0,007	0,002

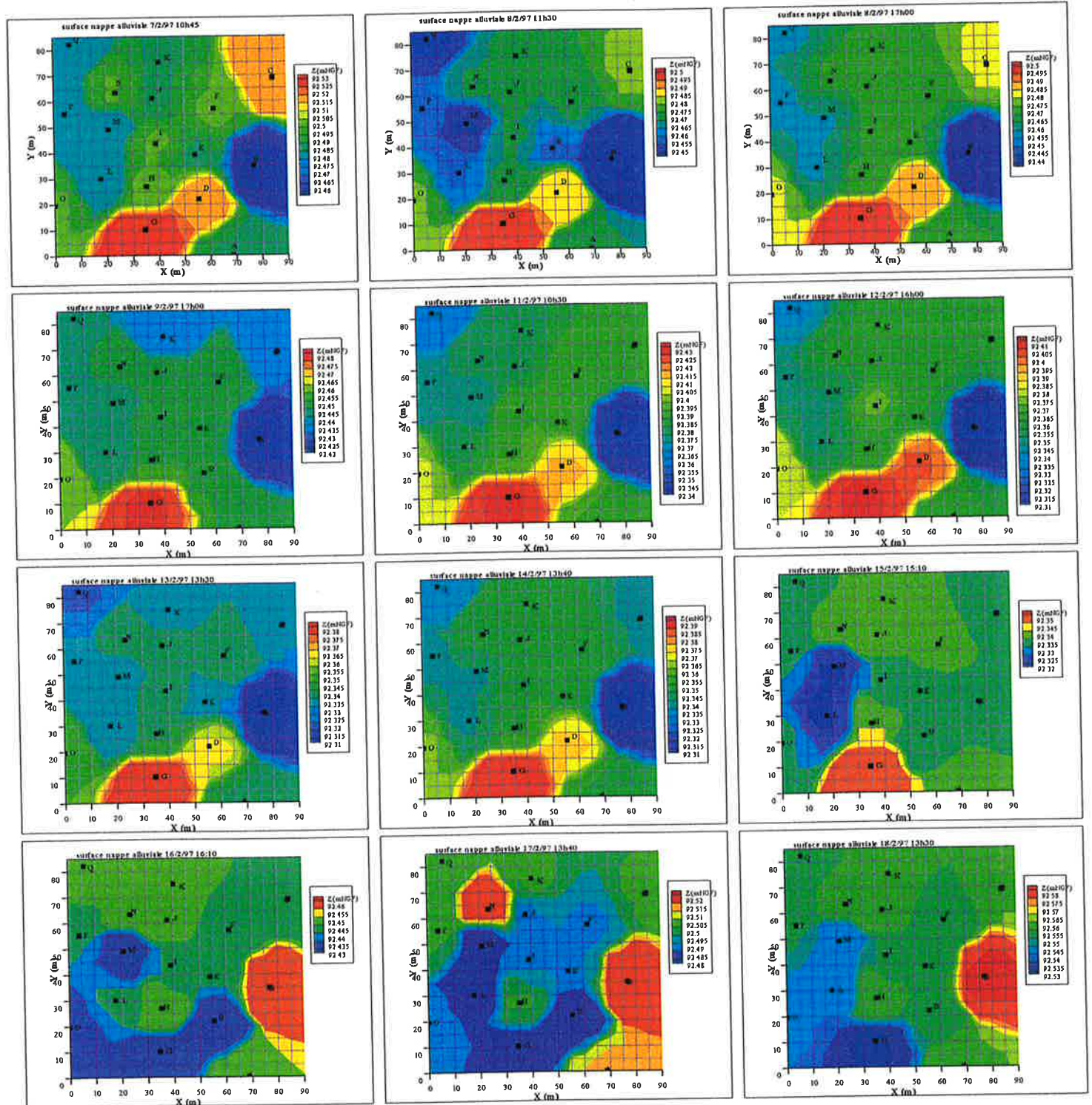
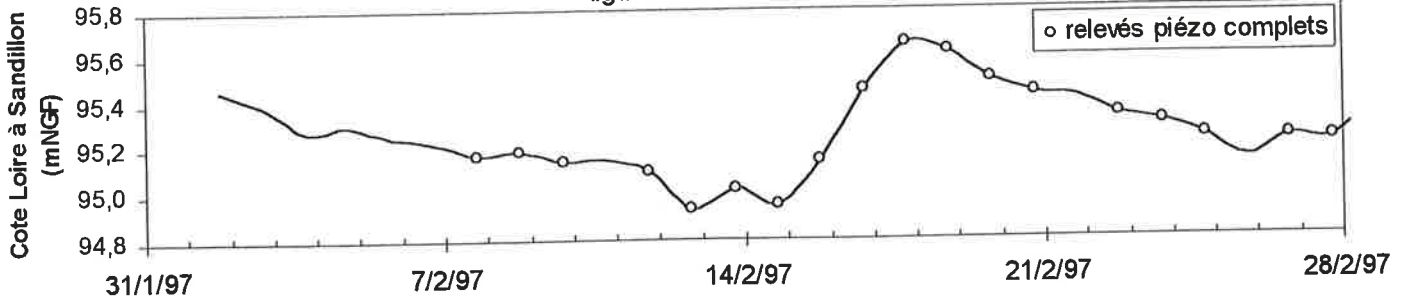
679

Cotes de la nappe alluviale sur le réseau piézométrique implanté en février 1997 (période de Février à Octobre 1997)

	13/9/97 20:00	14/9/97 10:30	14/9/97 18:30	14/9/97 18:30	22/9/97 15:30	27/9/97 12:30	27/9/97 20:00	28/9/97 13:00	29/9/97 9:00	4/10/97 10:30
PJ-1				91.24	91.1575					91.1225
PJ-2	91.24	91.2475	91.2375	91.2375	91.1375	91.115	91.1125	91.1225	91.12	91.1175
PJ-3	91.24	91.2475	91.24	91.24	91.145	91.1175	91.1125	91.1225	91.12	91.1175
PJ-4	91.245	91.2475	91.245	91.245	91.1875	91.1275	91.125	91.1275	91.1275	91.115
PJ-5	91.24	91.245	91.24	91.24		91.12	91.1175	91.125	91.1225	91.12
PJ-6				91.245						91.1225
PJ-7				91.2475						91.12
PJ-8				91.2475	91.17					91.125
PJ-9				91.245						91.125
PJ-10				91.245						91.1225
PJ-11				91.2475						91.1275
PJ-12				91.2325						91.11
PJ-13				91.23						91.105
PJ-14				91.2475						91.125
PJ-15				91.245						91.12
PJ-16				91.24						91.12
PJ-17				91.2375						91.115
moyenne	91,241	91,247	91,241	91,242	91,160	91,120	91,117	91,124	91,123	91,119
Max-min	0,005	0,002	0,008	0,017	0,050	0,012	0,013	0,005	0,008	0,022
	7/10/97 18:00	8/10/97 20:00	9/10/97 8:00	9/10/97 10:15	11/10/97 18:00	12/10/97 13:00	12/10/97 19:00	15/10/97 12:00	15/10/97 17:30	17/10/97 0:00
PJ-1								91.1675	91.1775	
PJ-2	91.125	91.1375	91.1375	91.13	91.1875	91.1875	91.185	91.1625	91.1775	91.1975
PJ-3		91.1375	91.1375	91.13	91.185	91.185	91.185	91.1625	91.175	91.1925
PJ-4		91.135	91.14	91.1375	91.17	91.1775	91.1775	91.175	91.175	91.195
PJ-5		91.1375	91.1375	91.1325	91.18	91.1825	91.1825	91.17	91.2	91.1975
PJ-6								91.17		
PJ-7								91.1725	91.1775	91.1925
PJ-8								91.1775		
PJ-9										
PJ-10										
PJ-11										
PJ-12										
PJ-13								91.1625		
PJ-14										
PJ-15										
PJ-16										
PJ-17										
moyenne	91,125	91,137	91,138	91,133	91,181	91,183	91,183	91,169	91,180	91,195
Max-min	0,000	0,002	0,003	0,008	0,017	0,010	0,008	0,015	0,025	0,005

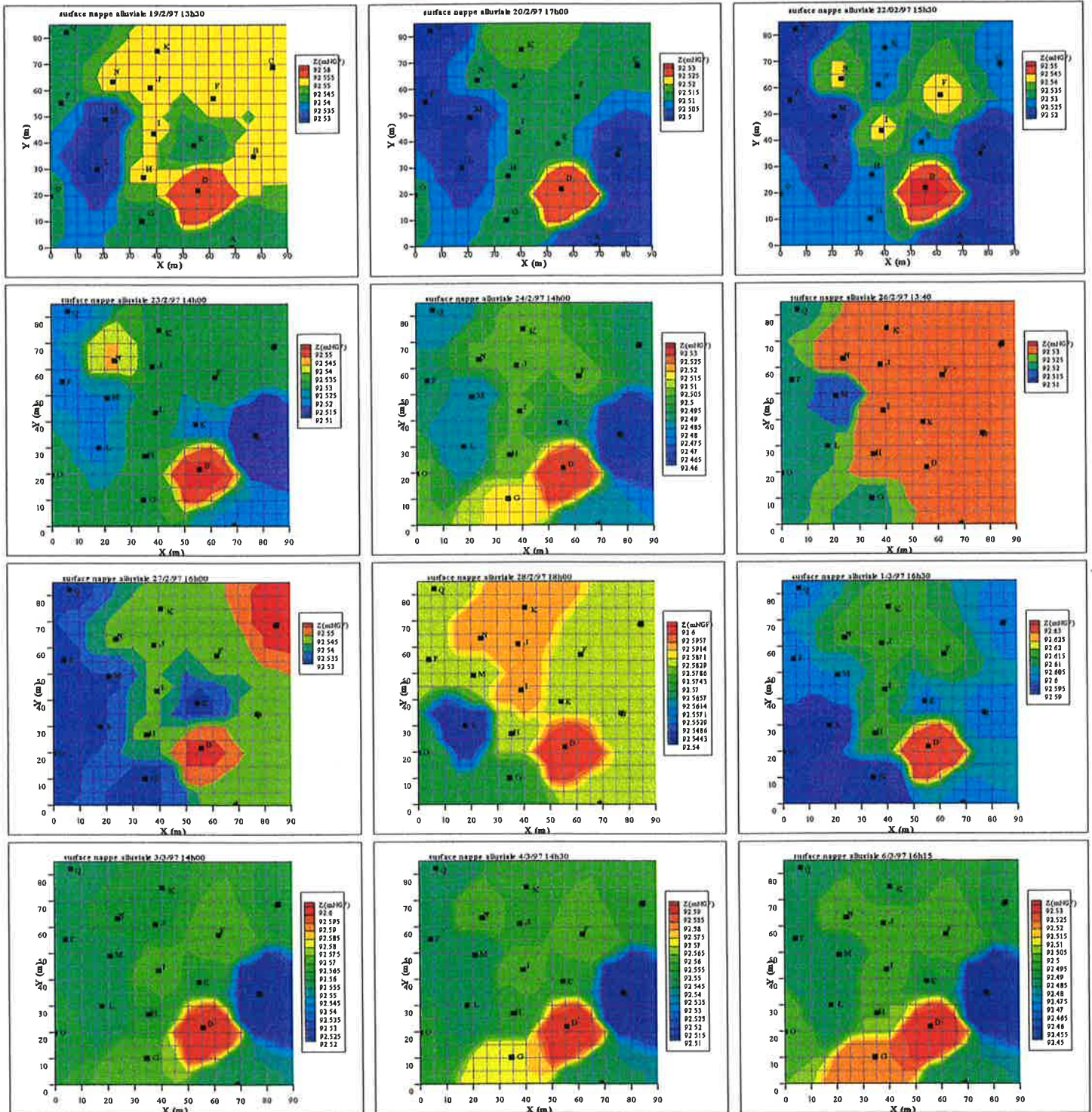
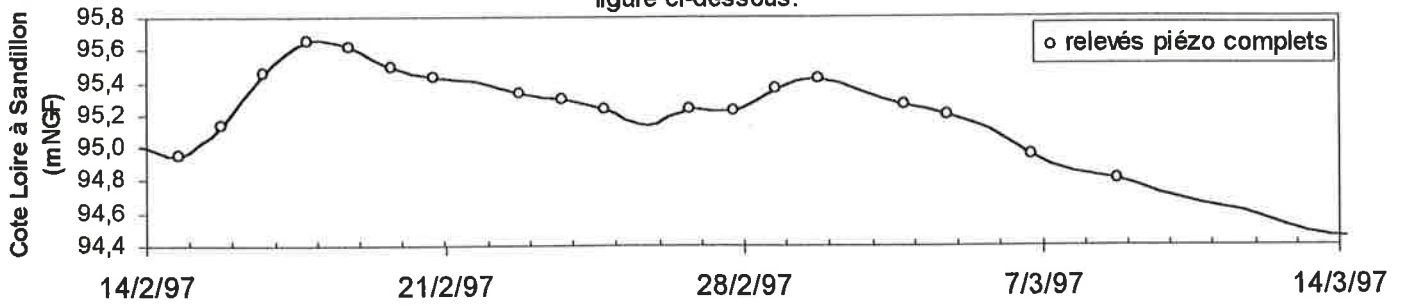
089

Cartes piézométriques de la nappe alluviale sur le réseau implanté en février 1997.
 Les dates des relevés sont représentés par rapport à l'évolution de la cote de la Loire sur la figure ci-dessous.

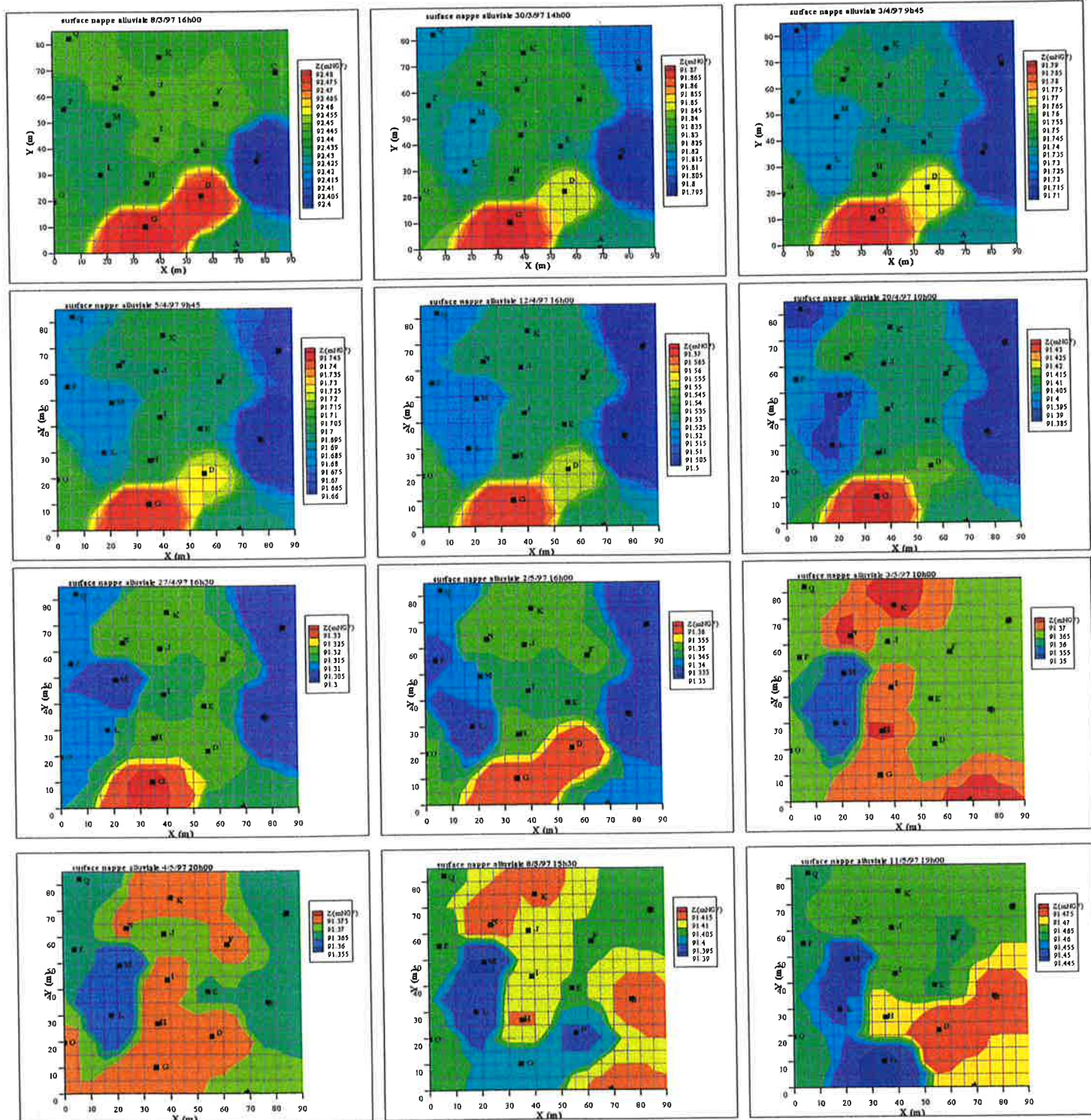
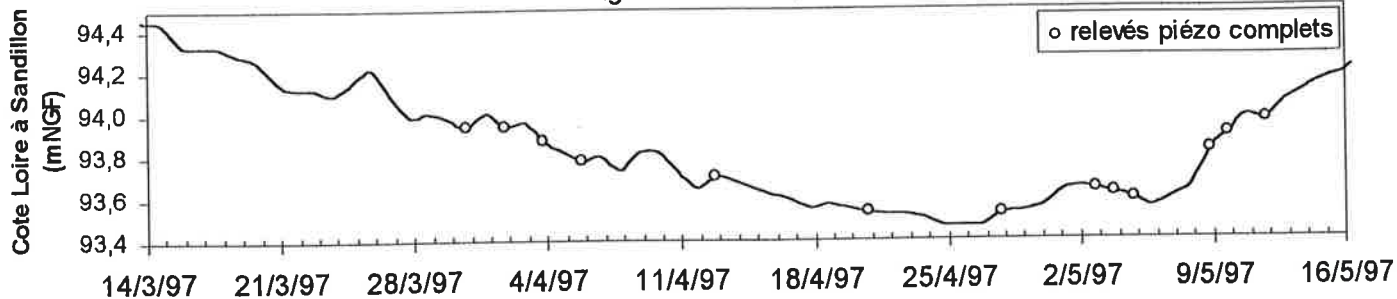


Cartes piézométriques de la nappe alluviale sur le réseau implanté en février 1997.

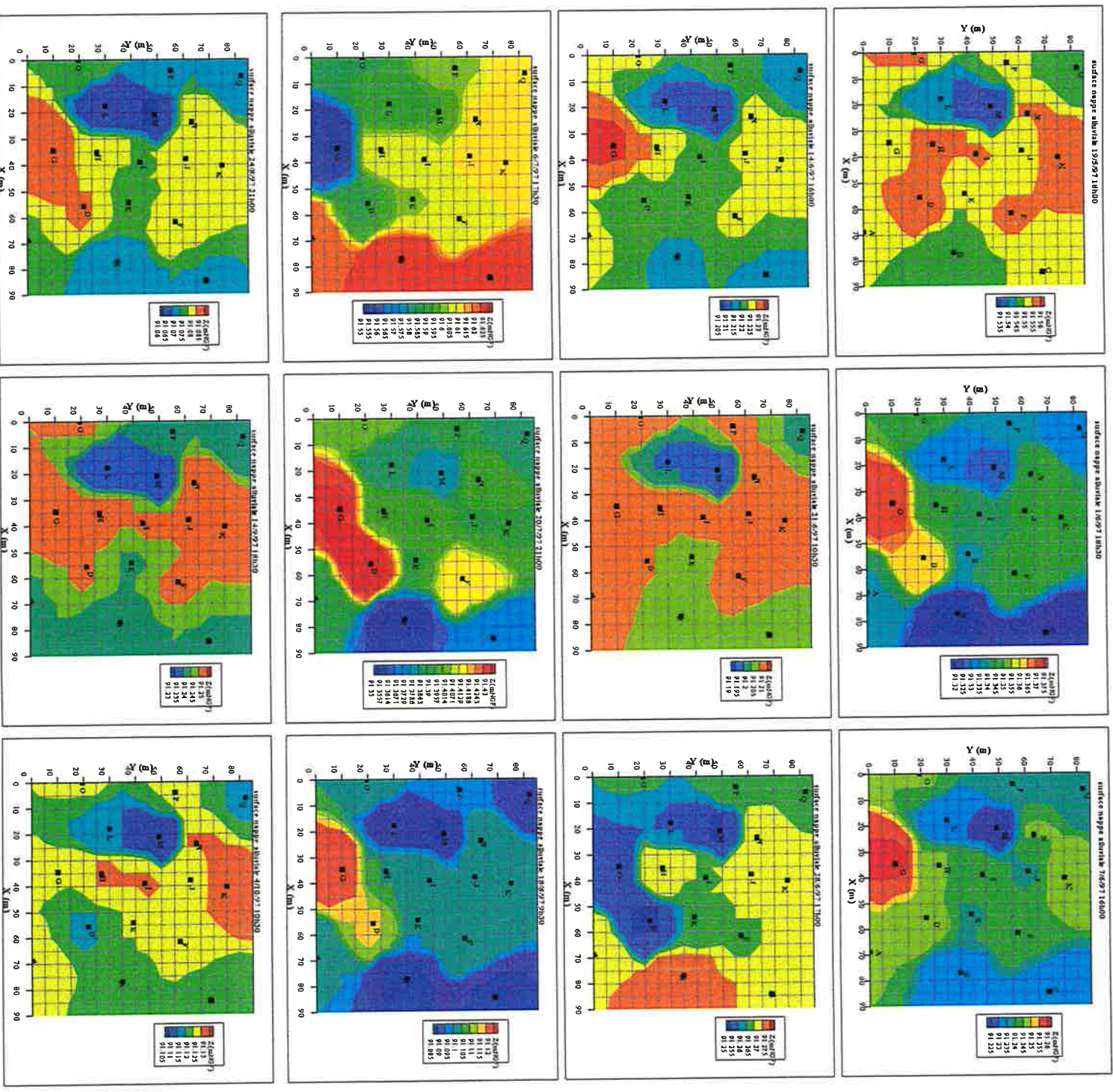
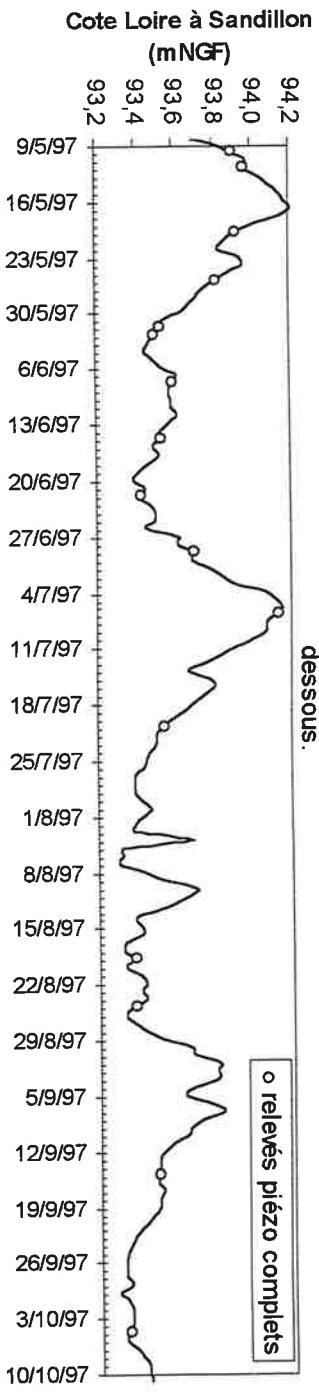
Les dates des relevés sont représentés par rapport à l'évolution de la cote de la Loire sur la figure ci-dessous.



Cartes piézométriques de la nappe alluviale sur le réseau implanté en février 1997.
 Les dates des relevés sont représentés par rapport à l'évolution de la cote de la Loire sur la figure ci-dessous.



Cartes piézométriques de la nappe alluviale sur le réseau implanté en février 1997. Les dates des relevés sont représentés par rapport à l'évolution de la cote de la Loire sur la figure ci-dessous.



Annexe 21

Différences de cote entre les nappes alluviale
et calcaire

Cette annexe présente :

-un tableau des relevés piézométriques réalisés simultanément au niveau des doublets de piézomètres P1-P2 et Pf1-Pf2,

-un tableau des relevés piézométriques réalisés simultanément dans les multiplets de piézomètres du réseau implanté en 1997,

-un tableau des relevés piézométriques réalisés simultanément au niveau des piézomètres situés le long du bois de Brosseilles,

-une représentation graphique de l'évolution des cotes de la nappe dans le doublet P1-P2 du 18/5/00 au 30/10/00.

**Comparaison des niveaux de nappe mesurés dans les piézomètres
alluvionnaires (P2 et Pf2) et dans leurs doublets calcaires (P1 et Pf1)**

<u>Piezomètres</u>	<u>Pf1</u> (Calcaire)	<u>Pf2</u> (Alluvial)	<u>P1</u> (Calcaire)	<u>P2</u> (Alluvial)	<u>Sens d'évolution du niveau de la nappe</u>	<u>Différence de niveau entre les nappes alluviales et calcaires</u> (mètres)	
<u>date-heure</u>	(Cotes en mNGF)					<u>Pf2-Pf1</u>	<u>P2-P1</u>
3/7/98 17:30	91,51	91,51	91,66	91,72		0,00	0,06
21/7/98 0:00	91,20	91,21	91,31	91,38		0,01	0,07
9/9/98 13:00	90,95	90,95	91,09	91,12		0,00	0,03
26/10/98 11:00	91,32	91,30				-0,02	0,00
7/1/99 11:30	91,75	91,74	91,92	91,95		-0,01	0,03
14/1/99 12:00	91,78	91,79	91,94	91,98	↘	0,01	0,04
20/1/99 17:00	92,23	92,21	92,48	92,47	↗	-0,03	-0,01
26/1/99 12:00	92,30	92,32	92,52	92,54	↘	0,02	0,02
16/2/99 15:00	92,67	92,69	92,96	93,01	↘	0,02	0,05
24/2/99 16:00	93,32	93,29			↗	-0,03	
9/4/99 12:00	92,37	92,39	92,54	92,62	↘	0,02	0,08
22/4/99 11:00	92,35	92,36	92,53	92,59	↘	0,01	0,06
6/5/99 14:00	92,18	92,21	92,32	92,40	↘	0,03	0,08
7/6/99 13:00	92,44	92,47		98,31	↘	0,03	
10/6/99 15:45	92,37	92,38	92,51	92,57	↘	0,02	0,06
7/7/99 17:00	91,56	91,57	91,68	91,72	↘	0,01	0,04
29/7/99 13:00	91,16	91,18	91,24	91,28	↘	0,02	0,04
30/9/99 12:30	91,34	91,30	91,51	91,54	↗↘	-0,04	0,03
2/11/99 15:00	91,79	91,77	91,97	92,02	↘	-0,02	0,05
2/12/99 14:00	91,84	91,85	91,99	92,02	↘	0,01	0,03
21/12/99 16:00	92,26	92,22	92,53	92,54	↗	-0,04	0,01
12/1/00 12:00	92,90	92,94	93,10	93,17	↘	0,04	0,07
31/1/00 14:00	92,25	92,27	92,38	92,44	↘	0,02	0,06
24/4/00 15:30	92,45	92,43			↗	-0,02	
28/4/00 16:30	92,43	92,43	92,66	92,69	↗↘	0,00	0,03
3/5/00 17:30	92,39	92,40	98,26	98,31	↘	0,01	0,05
17/5/00	92,44	92,45	98,26	98,31	↘	0,01	0,05
18/5/00 18:20	92,46	92,46	92,63	92,67	↗	0,00	0,04
19/5/00 11:20			92,58	92,64	↘		0,06
22/5/00 17:30			92,50	92,54	↘		0,04
16/6/00 12:15			92,49	92,52	↗↘		0,03
19/6/00 14:50			92,34	92,37	↘		0,03
22/6/00 11:05			92,16	92,21	↘		0,05
29/6/00 16:10			91,77	91,81	↘		0,04
6/7/00 12:00			91,67	91,71	↗		0,04
24/7/00 17:15			91,62	91,66	↘		0,04
9/8/00 17:00			91,33	91,37	→		0,04
29/8/00 17:30			91,17	91,21	↘		0,04

Différences de cotes piézométriques observées entre les piézomètres calcaires (Z32, Z34, Z35) et leurs doubles alluvionnaires (respectivement Z19, Z20, Z21) ou mixte alluvion-calcaire (Z36) sur le réseau implanté en 1997.

Date	1/11/97 18:00	4/11/97 11:30	4/11/97 18:15	5/11/97 9:15	5/11/97 11:30	5/11/97 14:15	5/11/97 16:30	6/11/97 9:45	6/11/97 13:00	6/11/97 15:30	7/11/97 11:30
Cotes (mNGF)											
PZ-19	91,214	91,184			91,197				91,219		91,259
PZ-32	91,201	91,166			91,186				91,211		91,248
PZ-20	91,218	91,198			91,200				91,220		91,255
PZ-34	91,207	91,165			91,195				91,220		91,257
PZ-21	91,214	91,169	91,189	91,189	91,199	91,184	91,182	91,202	91,229	91,232	91,264
PZ-35	91,215	91,170	91,190	91,190	91,200	91,188	91,185	91,203	91,233	91,238	91,268
PZ-36	91,211	91,164			91,196				91,224		91,261
Différences de cotes (mètres)											
Z19-Z32	0,013	0,019			0,011				0,008		0,011
Z20-Z34	0,011	0,033			0,006				0,001		-0,002
Z21-Z35	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,004	-0,004	-0,001	-0,004	-0,006	-0,004
Z21-Z36	0,003	0,005			0,003				0,005		0,003

Date	8/11/97 10:30	8/11/97 18:30	9/11/97 12:30	10/11/97 10:30	11/11/97 12:30	14/11/97 16:15	15/11/97 12:30	16/11/97 12:45	20/11/97 7:30	28/11/97 13:30	4/12/97 14:00
Cotes (mNGF)											
PZ-19	91,312				91,469	91,544				91,479	91,557
PZ-32	91,316				91,473	91,536				91,463	91,548
PZ-20	91,308				91,465	91,545			91,538	91,500	91,555
PZ-34	91,337				91,512	91,552				91,466	91,560
PZ-21	91,349	91,362	91,422	91,474	91,519	91,557	91,602	91,602	91,527	91,471	91,552
PZ-35	91,353	91,360	91,428	91,478	91,523	91,563	91,600	91,605	91,530	91,475	91,555
PZ-36	91,346	91,356	91,421	91,471	91,519	91,556	91,596	91,599	91,524	91,465	91,549
Différences de cotes (mètres)											
Z19-Z32	-0,004				-0,004	0,008				0,016	0,008
Z20-Z34	-0,029				-0,047	-0,007				0,034	-0,004
Z21-Z35	-0,004	0,001	-0,006	-0,004	-0,003	-0,006	0,002	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004
Z21-Z36	0,003	0,005	0,001	0,003	0,001	0,001	0,006	0,003	0,003	0,006	0,003

Cotes de la nappe aux piézomètres situés le long du bois de Brosseilles - Ecart entre les piézomètres alluvionnaires (X, Y, Z) et leur double calcaire CA2.

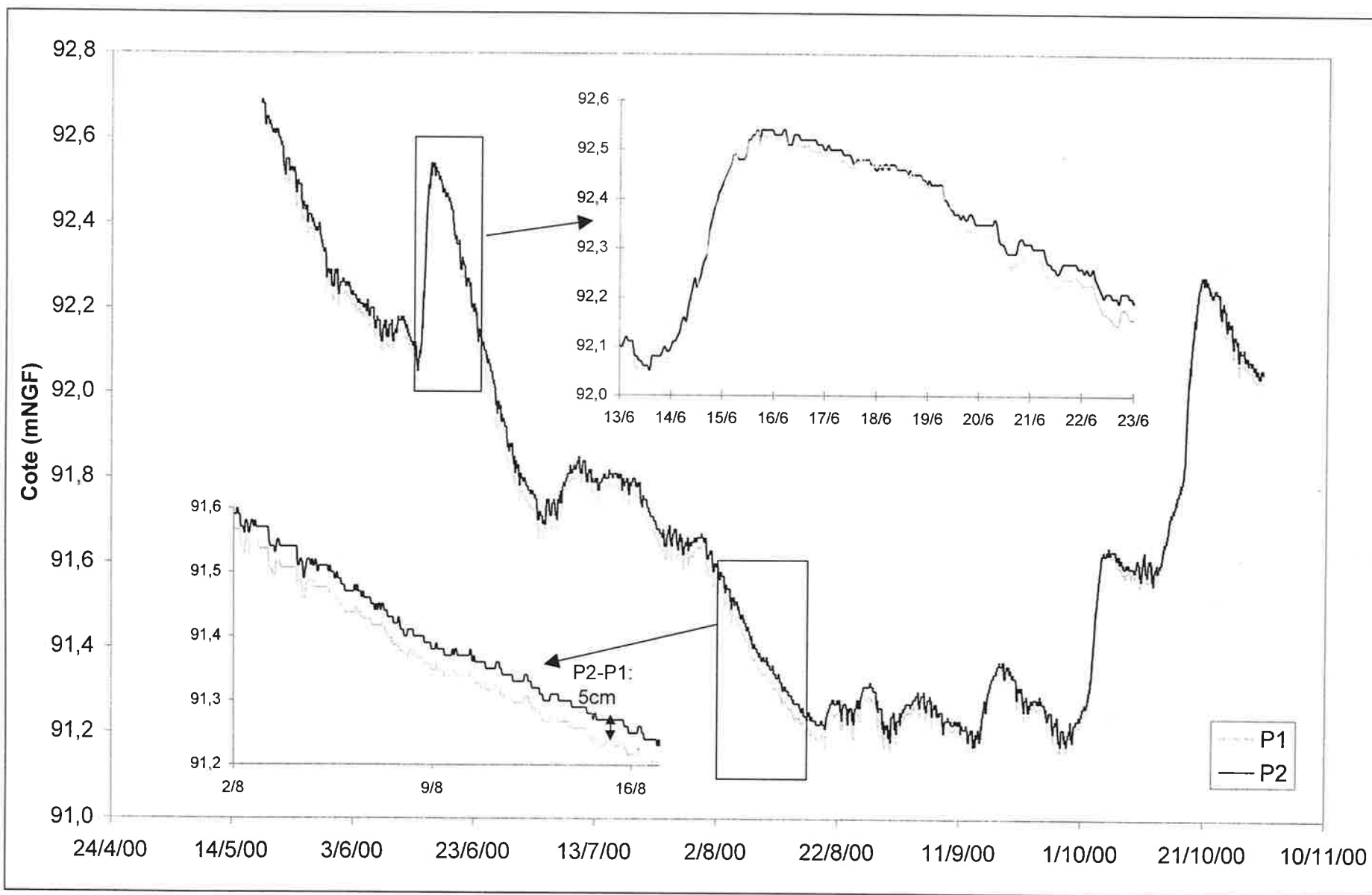
Date	09/12/00	10/12/00	11/12/00	15/12/00 15:00	16/12/00 14:30	17/12/00 15:00	26/12/00 16:00	22/1/01 11:00	27/1/01 11:00	27/1/01 17:30	28/1/01 10:45	28/1/01 17:45	29/1/01 10:45	29/1/01 17:45	3/2/01 12:00	3/2/01 18:30
Cotes piézométriques (mNGF)																
O	92,811	92,808	92,801	92,758	92,746	92,721	92,543	92,586	92,731	92,771	92,838	92,838	92,828	92,838	92,813	92,816
CA1	92,788	92,788	92,775	92,708												
CA2							92,467	92,514	92,739	92,789	92,879	92,882	92,842	92,857	92,747	92,752
X							92,555	92,603	92,808	92,858	92,945	92,943	92,913	92,925	92,830	92,835
Y	92,860	92,858	92,850	92,793												
Z	92,845	92,840	92,835	92,785	92,773	92,745	92,555	92,608	92,748	92,800	92,880	92,878	92,863	92,870	92,810	92,815
CA3	92,815	92,815	92,797	92,742	92,722	92,700	92,495	92,537	92,732	92,782	92,867	92,867	92,837	92,840	92,762	92,767
Ecart piézométriques																
X-CA2							0,089	0,089	0,069	0,069	0,066	0,061	0,071	0,069	0,084	0,084
Y-CA2																
Z-CA2							0,089	0,094	0,008	0,011	0,001	-0,004	0,021	0,014	0,064	0,064

693

Date	4/2/01 12:00	4/2/01 18:00	5/2/01 12:00	5/2/01 17:00	9/2/01 18:00	10/2/01 11:30	10/2/01 17:30	11/2/01 11:00	11/2/01 18:30	12/2/01 17:00	23/2/01 16:00	24/2/01 13:00	25/2/01 11:00	25/2/01 18:30	26/2/01 11:00	3/3/01 11:00
Cotes piézométriques (mNGF)																
O	92,826	92,843	92,826	92,836	92,923	92,931	92,933	92,916	92,921	92,946	92,741	92,723	92,688	92,683	92,668	92,553
CA1											92,535	92,535	92,528	92,515	92,485	92,395
CA2	92,772	92,784	92,782	92,797	92,915	92,898	92,895	92,868	92,860	92,890	92,565	92,543	92,535	92,520	92,480	92,393
X	92,855	92,870	92,855	92,875	92,990	92,983	92,978	92,955	92,948	92,978	92,650	92,635	92,625	92,610	92,585	92,480
Y													92,618	92,610	92,590	92,480
Z	92,823	92,845	92,825	92,835	92,933	92,935	92,938	92,918	92,918	92,950	92,655	92,630	92,615	92,605	92,590	92,468
CA3	92,785	92,800	92,792	92,802	92,912	92,907	92,902	92,882	92,880	92,907	92,595	92,572	92,555	92,545	92,517	92,415
Ecart piézométriques																
X-CA2	0,084	0,086	0,074	0,079	0,075	0,085	0,083	0,087	0,088	0,088	0,085	0,093	0,090	0,090	0,105	0,088
Y-CA2													0,083	0,090	0,110	0,088
Z-CA2	0,051	0,061	0,043	0,038	0,017	0,038	0,043	0,050	0,058	0,060	0,090	0,087	0,080	0,085	0,110	0,075

Date	3/3/01 18:00	4/3/01 14:00	5/3/01 14:00	8/3/01 18:30	9/3/01 10:30	10/3/01 10:00	10/3/01 19:00	11/3/01 12:00	11/3/01 19:00	12/3/01 16:00	17/3/01 10:00	17/3/01 17:00	18/3/01 11:00	18/3/01 18:00	19/3/01 18:00
Cotes piézométriques (mNGF)															
O	92,556	92,538	92,566	92,933	92,936	92,973	92,983	93,046	93,073	93,138	93,673	93,686	93,713	93,718	93,673
CA1	92,395	92,405	92,485	92,955	92,945	92,985	93,005	93,085	93,115	93,195	93,825	93,815	93,815	93,815	93,735
CA2	92,397	92,403	92,493	92,960	92,940	92,983	93,003	93,083	93,115	93,195	93,825	93,808	93,820	93,815	93,735
X	92,483	92,485	92,560	93,018	93,010	93,055	93,070	93,150	93,183	93,260	93,870	93,870	93,880	93,875	93,805
Y	92,490	92,490	92,560	92,990	92,990	93,030	93,050	93,120	93,150	93,230	93,800	93,800	93,820	93,820	93,750
Z	92,475	92,470	92,518	92,935	92,938	92,983	92,995	93,068	93,098	93,168	93,685	93,695	93,718	93,725	93,675
CA3	92,415	92,417	92,485	92,902	92,895	92,942	92,960	93,032	93,065	93,140	93,705	93,712	93,725	93,732	93,677
Ecart piézométriques															
X-CA2	0,086	0,082	0,067	0,058	0,070	0,073	0,067	0,068	0,068	0,065	0,045	0,063	0,060	0,060	0,070
Y-CA2	0,093	0,087	0,067	0,030	0,050	0,047	0,047	0,038	0,035	0,035	-0,025	-0,008	0,000	0,005	0,015
Z-CA2	0,078	0,067	0,025	-0,025	-0,002	0,000	-0,007	-0,015	-0,017	-0,027	-0,140	-0,113	-0,102	-0,090	-0,060

Evolution des cotes piézométriques dans le doublet de piézomètres calcaire (P1) et alluvionnaire (P2) du 18/5 au 30/10/00. L'écart entre les nappes est faible. En phase de descente, la nappe alluv est au-dessus de la nappe calc et inversement en crue.



Annexe 22

Résultats du traçage dans les alluvions (à partir
du 17/3/97)

Distribution et évolution des teneurs en dysprosium sur le réseau de piézomètres alluvionnaires lors du traçage réalisé à partir du 17/3/97

Série	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
Date		27/03/97	28/03/97	30/03/97	01/04/97	03/04/97	07/04/97	11/04/97	18/4/97 0:00	27/4/97 16:00	2/5/97 17:00	10/5/97 16:00
A	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		<LD
B	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		<LD
C	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		<LD
D	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		<LD
E	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		<LD
F	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		<LD
G	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		<LD
H	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		<LD
I		353,8	217,5	288,5	169,3	205,8	243,3	156,7	139,2	132,9	346,7	1997,3
J	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		43,26
K	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		4,87
L	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		<LD
M	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		<LD
N	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		<LD
O	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		<LD
P	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		<LD
Q	<LD			<LD		<LD			<LD	<LD		<LD

Série	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
Date	7/6/97 10:00	15/6/97 11:30	21/6/97 15:00	28/6/97 16:00	5/7/97 21:00	11/7/97 19:30	12/7/97 18:30	13/7/97 17:30	14/7/97 17:30	20/7/97 21:30	18/8/97 10:30	24/8/97 11:30
A				<LD	<LD							
B				<LD	<LD							
C				<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD			
D	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD							
E	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD				<LD	<LD	<LD
F	<LD		<LD	0,35	0,12	0,065	0,06	0,08	0,074	0,04	<LD	<LD
G	<LD		<LD	<LD	<LD							
H	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD							
I	219,5	117,2	101,8	166,0	219,5	372,7	372,7	357,1	337,0	294,2	108,7	89,9
J	1,44	0,75	0,62	29,2	5,09	2,02	2,57	2,7	2,64	1,71	0,81	0,55
K	0,37	0,16	0,12	0,11	3,06	0,95	0,89	1,05	0,97	0,4	0,09	0,05
L	<LD	<LD	<LD	<LD	0,047							
M	<LD	<LD	<LD	<LD	0,9	0,12				0,03	<LD	<LD
N	<LD	<LD	<LD	<LD	1,04	0,2	0,21	0,25	0,21	0,036	<LD	<LD
O				<LD	<LD							
P		<LD	<LD	<LD	0,06							
Q	<LD	<LD	<LD	<LD	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	<LD	<LD	<LD

Série	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
Date	28/8/97 7:30	7/9/97 21:00	13/9/97 10:00	17/9/97 12:00	22/9/97 15:00	27/9/97 14:00	4/10/97 10:30	7/10/97 15:00	8/10/97 20:00	11/10/97 18:30	15/10/97 13:00	17/10/97 9:00
A				<LD								
B				<LD			<LD				<LD	
C			<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD
D				<LD								
E	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD				<LD	
F	<LD	0,66	0,125	0,062	0,05	0,04	0,078	0,136	0,09	1	0,188	0,168
G				<LD								
H				<LD								
I	45,2	113,9	141,4	20,1	163,6	109,5	145,7	60,0	98,9	123,0	71,0	89,9
J	0,45	2,86	0,58	0,5	0,38	0,184	0,46	0,51	0,53	5,78	1,58	0,864
K	0,034	0,09	0,033	0,025	0,033	0,054	0,077	0,071	0,067	0,035	0,048	0,049
L				<LD								
M	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD				<LD	
N	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
O				<LD								
P	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD				<LD	
Q	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD

Distribution et évolution des teneurs en dysprosium sur le réseau de piézomètres alluvionnaires lors du traçage réalisé à partir du 17/3/97

Série	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
Date	22/10/97 12:30	26/10/97 12:00	29/10/97 10:00	4/11/97 15:00	5/11/97 13:30	6/11/97 14:30	7/11/97 14:00	11/11/97 13:00	14/11/97 15:00	20/11/97 10:00	23/11/97 11:00	26/11/97 14:30	29/11/97 17:00	1/12/97 14:00
A			<LD											
B			<LD											
C	<LD		<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
D			<LD											
E			<LD											
F	0,141	0,113	0,088	0,057	0,076	0,064	0,089	0,746	0,676	0,315	<LD	<LD		
G											0,27	0,204	0,151	0,157
H			<LD											
I	119,0	79,0	220,2	62,0	46,9	78,0	74,0	99,0	65,0	72,5	74,0	118,4	91,5	91,6
J	0,832	0,621	0,645	0,537	0,527	0,264	1,33	0,674	0,607	0,676	0,398	0,445	0,254	0,512
K	0,082	0,055	0,258	0,366	0,561	0,726	0,234	0,18	0,106	0,138	0,062	0,083	0,041	0,06
L			<LD											
M			<LD											
N	<LD	<LD	<LD	<LD		<LD		0,085	0,044	0,035	0,04	0,015	<LD	0,02
O											<LD	<LD	<LD	<LD
P			<LD											
Q	<LD		<LD	<LD		<LD		0,024	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-18			<LD	<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-19			<LD	<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-20			<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-21			<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,104	0,044	0,042	0,035	0,046	0,023	0,031
Z-22			<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-23			<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,063	0,02	0,02	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-24			<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-25			<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-26			<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-27			<LD	<LD		<LD	<LD	0,024	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-28			<LD	<LD		<LD	<LD	0,022	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-29			<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,026	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-30			<LD	<LD	<LD	<LD	0,327	2,1	1,067	0,635	0,474	0,481	0,193	0,432
Z-31			<LD	<LD	<LD	<LD	0,189	0,184	0,058	0,125	0,071	0,09	0,064	0,08
Z-32			<LD	<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-33			<LD	<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-34			<LD	<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-35			<LD	<LD		<LD		0,02	0,037		<LD	<LD	<LD	<LD
Z-36			<LD	<LD		<LD		0,153	0,065		<LD	<LD	<LD	<LD

Série	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
Date	4/12/97 12:30	11/12/97 16:00	12/12/97 15:30	13/12/97 12:00	14/12/97 12:00	16/12/97 17:00	18/12/97 13:00	21/12/97 10:00	30/12/97 14:00	4/1/98 10:00	7/1/98 12:00	10/1/98 17:30	11/1/98 13:00	17/1/98 14:30
A			<LD			<LD			<LD		<LD			
B		<LD	<LD	<LD		<LD	<LD		<LD		<LD			
C	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD		0,024	<LD	<LD		<LD			
D			<LD				<LD		<LD		<LD			
E	<LD		<LD	<LD			<LD	<LD			<LD			
F	0,106	0,146	0,06	0,078	0,118	0,084	0,083	0,024	0,041	0,089	0,094	0,063	0,034	0,053
G			<LD				<LD		<LD		<LD			
H			<LD				0,021		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD
I	71,2	74,4	61,5	64,0	61,0	48,0	53,5	40,0	35,0	41,5	52,5	46,6	46,8	95,8
J	0,39	0,34	0,174	0,172	0,097	0,108	0,068	0,032	0,076	0,102	0,116	0,065	0,055	0,074
K	0,035	0,052	<LD	0,033	0,089	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,103	<LD	0,03	0,035
L			0,095			0,181			0,129		0,379	0,365	0,339	0,134
M	<LD	<LD	<LD	<LD		0,024	0,032		<LD		<LD			
N	<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD		<LD			
O			<LD			<LD	<LD		<LD		<LD			
P	<LD		<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD		<LD			
Q	<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD		<LD			
Z-18	<LD		<LD	<LD		<LD	<LD		<LD		<LD			
Z-19	<LD		<LD	<LD		<LD	<LD		<LD		<LD			
Z-20	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD			
Z-21	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD			
Z-22	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD			
Z-23	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD			
Z-24	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD			
Z-25	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD			
Z-26	<LD		<LD	<LD		<LD	<LD		<LD		<LD			
Z-27	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD			
Z-28	0,026	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD			
Z-29	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD			
Z-30	0,211	0,299	0,11	0,339	0,428	0,18	0,174	0,044	0,07	0,138	0,304	0,156	0,139	0,117
Z-31	<LD	0,045	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,028	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-32	<LD		<LD	<LD		<LD	<LD		<LD		<LD			
Z-33	<LD		<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD		<LD			
Z-34	<LD		<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD		<LD			
Z-35	<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD		<LD			
Z-36	<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD		<LD			

Distribution et évolution des teneurs en dysprosium sur le réseau de piézomètres alluvionnaires lors du traçage réalisé à partir du 17/3/97

Série	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
Date	18/1/98 14:30	22/1/98 15:00	25/1/98 13:30	27/1/98 12:00	1/2/98 12:00	3/2/98 13:30	8/2/98 12:00	16/2/98 14:30	20/2/98 13:00	25/2/98 13:30	15/3/98 12:00	20/3/98 14:00	6/4/98 14:30	14/4/98 13:00	21/4/98 13:00
A		<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD
B		<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD
C		<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD
D		<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD
E		0,052		0,026	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
F	0,038	0,071	0,051	0,066	<LD	0,043	0,03	<LD	<LD	<LD	0,062	0,055	<LD	0,028	<LD
G		<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD
H	<LD	0,058	<LD	<LD	0,028	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
I	100,0	37,1	44,0	186,2	142,7	94,7	72,8	98,0	20,6	47,2	14,0	7,8	29,5	5,9	5,7
J	0,055	0,08	0,05	0,071	0,07	0,125	0,05	0,05	0,031	0,055	0,162	0,069	0,022	0,083	0,034
K	0,024	0,068	0,021	0,033	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,028	0,024	0,043	0,042	<LD
L	0,118	0,288	0,288	0,235	0,097	0,124	0,04	0,04	0,045	0,03	<LD	<LD	<LD	<LD	0,268
M		<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
N		<LD		<LD		<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
O		<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
P		0,032		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD
Q		<LD		<LD		<LD	<LD	<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD
Z-18		<LD		<LD		<LD		<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD
Z-19		<LD		<LD		<LD		<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD
Z-20		<LD		<LD		<LD		<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD
Z-21		0,039		<LD	<LD	<LD		<LD	<LD			<LD	<LD	<LD	<LD
Z-22		<LD		<LD	<LD	<LD		<LD	<LD			<LD	<LD	<LD	<LD
Z-23		0,045		<LD	<LD	<LD		<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-24		<LD		<LD	<LD	<LD		<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-25		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-26		<LD		<LD		<LD		<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-27		<LD		<LD		<LD		<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-28		<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-29		<LD		<LD		<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-30	0,132	0,151	0,169	0,152	0,056	0,023	0,028	0,033	0,034	0,027	0,166	0,116	<LD	0,028	0,037
Z-31	<LD	0,055			0,027	0,022	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-32		<LD		<LD		<LD		<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-33		<LD		<LD		<LD		<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-34		<LD		<LD		<LD		<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-35		<LD		<LD		<LD		<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-36		<LD		<LD		<LD		<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

Série	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124
Date	1/5/98 16:00	12/5/98 15:00	19/5/98 16:00	27/5/98 13:30	2/6/98 12:00	9/6/98 13:30	17/6/98 14:00	3/7/98 16:00	21/7/98 0:00	21/8/98 15:00	9/9/98 17:00	6/10/98 12:30
A		<LD	<LD						<LD	<LD	<LD	<LD
B		<LD	<LD						<LD	<LD	<LD	<LD
C		<LD							<LD	<LD	<LD	<LD
D		<LD	<LD			Détruit			<LD	<LD	<LD	<LD
E	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
F	<LD	<LD	<LD	<LD	0,115	0,1	0,05	0,091	<LD	<LD	0,136	<LD
G		<LD	<LD						<LD	<LD	<LD	<LD
H	0,098	0,02	<LD	<LD	<LD	Détruit						
I	6,2	8,1	16,7	7,0	7,01+/-0,05	11,29+/-0,05	3,91+/-0,04	2,3	0,9	0,3	0,7	0,55
J	<LD	0,026	0,02	0,038	0,032	0,07	0,03	0,04	0,018	<LD	0,036	0,084
K	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,091	0,02	<LD	0,022	<LD	<LD	<LD
L	0,118	0,071	0,071	0,044	0,06	0,03	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
M	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
N		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
O		<LD	<LD	<LD					<LD	<LD	<LD	<LD
P	<LD	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Q		<LD	<LD	<LD				<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-18		<LD	<LD						<LD	<LD	<LD	<LD
Z-19		<LD	<LD				0,02		<LD	<LD	<LD	<LD
Z-20		<LD	<LD	<LD				<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-21	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-22		<LD	<LD						<LD	<LD	<LD	<LD
Z-23		<LD	<LD						0,027	<LD	<LD	<LD
Z-24		<LD	<LD				<LD		<LD	<LD	<LD	<LD
Z-25		<LD	<LD				<LD		<LD	<LD	<LD	<LD
Z-26		<LD	<LD						<LD	<LD	<LD	<LD
Z-27		<LD	<LD						<LD	<LD	<LD	<LD
Z-28		<LD	<LD					<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-29		<LD	<LD					<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-31	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-32		<LD	<LD						<LD	<LD	<LD	<LD
Z-33									<LD	<LD	<LD	<LD
Z-34		<LD	<LD						<LD	<LD	<LD	<LD
Z-35	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z-36	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

Teneurs (ppb) en La, Sm et Dy en solution dans le puits d'injection I pendant toute la période du traçage dans les alluvions.

N° de Série	Date	Temps (jours)	La	Sm	Dy	N° de Série	Date	Temps (jours)	La	Sm	Dy
36	27/03/97	10,4	120,53	222,56	353,8	85	11/12/97	269,7	2,70	12,50	74,4
37	28/03/97	11,7	76,34	130,71	217,5	86	12/12/97	270,6	5,80	17,70	61,5
38	30/03/97	13,7	82,97	157,24	288,5	87	13/12/97	271,5	6,35	19,60	64,0
39	01/04/97	15,8	36,70	81,10	169,3	88	14/12/97	272,5	6,26	21,50	61,0
40	03/04/97	17,5	40,70	94,10	205,8	89	16/12/97	274,7	3,00	16,00	48,0
41	07/04/97	21,5	39,68	111,50	243,3	90	18/12/97	276,5	3,92	17,50	53,5
42	11/04/97	25,7	26,44	71,36	156,7	91	21/12/97	279,4	3,60	16,00	40,0
43	19/04/97	33,7	21,26	63,10	139,2	92	30/12/97	288,6	1,94	9,80	35,0
44	27/4/97	41,7	10,10	62,30	132,9	93	04/01/98	293,4	4,35	13,50	41,5
	02/05/97	46,0	29,80	186,60	346,7	94	07/01/98	296,5	6,93	22,50	52,5
45	10/05/97	54,7	459,7	1144,3	1997,3	95	10/01/98	299,7	3,51	23,80	46,6
46	07/06/97	82,4			219,5	96	11/01/98	300,5	3,63	21,30	46,8
47	15/06/97	90,5	15,50	48,20	117,2	97	17/01/98	306,6	9,45	54,22	95,8
48	21/06/97	96,6	12,90	40,80	101,8	98	18/01/98	307,6	8,95	53,49	100,0
49	28/06/97	103,7	33,50	78,71	166,0	99	22/01/98	311,6	4,21	21,17	37,1
50	05/07/97	110,9	35,30	88,50	219,5	100	25/01/98	314,6	2,67	15,50	44,0
51	11/07/97	116,8	27,70	132,0	372,7	101	27/01/98	316,5	14,19	81,61	186,2
52	12/07/97	117,8	29,20	128,0	372,7	102	01/02/98	321,5	9,82	63,25	142,7
53	13/07/97	118,7	34,30	150,2	357,1	103	03/02/98	323,6	5,80	38,45	94,7
54	14/07/97	119,7	35,30	156,2	337,0	104	08/02/98	328,5	4,16	29,00	72,8
55	20/07/97	125,9	37,70	156,4	294,2	105	16/02/98	336,6	5,98	33,00	98,0
56	18/08/97	154,4	14,60	48,90	108,7	106	20/02/98	340,5	3,94	20,60	20,6
57	24/08/97	160,5	12,20	34,80	89,9	107	25/02/98	345,6	2,10	9,90	47,2
58	28/08/97	164,3	5,80	19,70	45,2	108	15/03/98	363,5			14,0
59	07/09/97	174,9	10,70	35,50	113,9	109	20/03/98	368,6	0,55	0,71	7,8
60	13/09/97	180,4	4,10	31,0	141,4	110	06/04/98	385,6	0,92	3,14	29,5
61	17/09/97	184,5	0,20	0,50	20,1	111	14/04/98	393,5	0,48	0,56	5,9
62	22/09/97	189,6	5,70	53,0	163,6	112	21/04/98	400,5	0,48	0,52	5,7
63	27/09/97	194,6	1,10	36,30	109,5	113	01/05/98	410,7			6,2
64	04/10/97	201,4	5,80	42,20	145,7	114	12/05/98	421,6			8,1
65	07/10/97	204,6	0,10	17,00	60,0	115	19/05/98	428,7			16,7
66	08/10/97	205,8	1,90	32,40	98,9	116	27/05/98	436,6			7,0
67	11/10/97	208,8	8,40	40,70	123,0	117	02/06/98	442,5	0,79	0,70	7,1
68	15/10/97	212,5	3,70	16,20	71,0	118	09/06/98	449,6	0,71	0,97	11,4
69	17/10/97	214,4	2,75	15,60	89,9	119	17/06/98	457,6			3,9
70	22/10/97	219,5	4,90	23,00	119,0	120	03/07/98	473,7	0,39	0,36	2,3
71	26/10/97	223,5	2,85	15,50	79,0	121	21/07/98	491,0	0,47	0,28	0,9
72	29/10/97	226,4	8,44	60,50	220,2	122	21/08/98	522,6	0,43	0,20	0,3
73	04/11/97	232,6	2,14	15,00	62,0	123	09/09/98	541,7	0,55	0,17	0,7
74	05/11/97	233,6	1,61	9,90	46,9	124	06/10/98	568,5	0,57	0,18	0,6
75	06/11/97	234,6	1,74	13,00	78,0	125	22/10/98	584,6	0,61	0,24	0,9
76	07/11/97	235,6	4,58	20,00	74,0	126	04/12/98	627,6	0,25	0,12	1,3
77	11/11/97	239,5	10,57	35,50	99,0	127	06/01/99	660,5	0,69	0,40	2,3
78	14/11/97	242,6	5,79	21,20	65,0	128	07/01/99	661,7	0,52	0,23	1,8
79	20/11/97	248,4	1,72	10,60	72,5	129	14/01/99	668,5	0,53	0,41	2,8
80	23/11/97	251,5	1,19	8,20	74,0	130	20/01/99	674,5	0,68	0,33	1,1
81	26/11/97	254,6	2,50	18,90	118,4	131	26/01/99	680,4	0,52	0,30	1,3
82	29/11/97	257,7	1,33	11,60	91,5	132	17/02/99	702,5	0,28	2,20	0,6
83	01/12/97	259,6	1,77	13,40	91,6	134	18/02/99	703,4	0,09	0,07	0,3
84	04/12/97	262,5	4,84	16,70	71,2	135	24/02/99	709,7	0,25	0,16	0,5

Teneurs en La, Sm et Dy normalisées au thorium dans les sédiments du puits d'injection I pendant toute la période du traçage dans les alluvions.

Série	Date	Dy/Th	La/Th	Sm/Th
46	7/6/97 10:00	2,61	14,08	4,38
48	21/6/97 15:00	2,00	13,09	4,16
49	28/6/97 16:00	3,90	15,97	5,74
56	18/8/97 10:30	3,53	10,31	3,92
57	24/8/97 11:30	4,74	14,88	5,25
58	28/8/97 7:30	2,46	12,26	3,67
59	7/9/97 21:00	5,03	13,24	4,75
60	13/9/97 10:00	2,74	10,06	3,27
63	27/9/97 14:00	0,93	9,30	2,91
64	4/10/97 10:30	2,27	10,45	3,33
66	8/10/97 20:00	1,47	12,06	3,89
67	11/10/97 18:30	2,10	13,28	4,38
69	17/10/97 9:00	1,30	10,80	3,42
94	7/1/98 12:00	1,37	13,22	4,38
114	12/5/98 15:00	0,99	7,12	2,85
115	19/5/98 16:00	1,23	8,77	3,78
116	27/5/98 13:30	0,85	7,81	2,61
117	2/6/98 12:00	1,55	13,96	5,30
118	9/6/98 13:30	1,64	13,42	5,14
119	17/6/98 14:00	1,46	11,79	4,44
120	3/7/98 16:00	1,99	11,55	4,74
121	20/7/98 21:00	1,64	13,14	4,82
122	22/7/98 11:35	1,08	12,55	3,58
123	21/8/98 15:00	1,28	17,37	4,91
124	9/9/98 17:00	1,15	15,00	4,58
125	6/10/98 13:00	1,39	14,14	4,49
126	22/10/98 15:00	1,02	9,67	3,19
I127	4/12/98 15:30	1,72	10,39	3,75
I128	7/1/99 17:00	1,18	10,58	3,83
I129	14/1/99 13:00	1,50	11,64	4,54
I130	20/1/99 12:00	1,17	10,50	4,62
I131	26/1/99 10:00	1,68	10,53	5,38
I132	17/2/99 12:30	1,11	7,27	3,08
I133	17/2/99 14:00	1,05	7,67	3,50
I134	18/2/99 10:00	0,92	6,95	2,91
I135	24/2/99 16:00	1,47	10,92	

Teneurs en toutes les terres rares en solution dans les piézomètres I, J et K lors du traçage dans les alluvions

Date	27/4/97	02/05/97	10/5/97	7/6/97	15/6/97	21/6/97	28/6/97	5/7/97	11/7/97	12/7/97	13/7/97	14/7/97	20/7/97	18/8/97	24/8/97	28/8/97	7/9/97	13/9/97	17/9/97	11/1/98
(ppb)	I44	I 02-05	I45	I46	I47	I48	I49	I50	I51	I52	I53	I54	I55	I56	I57	I58	I59	I60	I61	I96
La	10,1	29,8	459,7		15,5	12,9	33,5	35,3	27,8	29,2	34,3	35,3	37,7	14,6	12,2	5,8	10,7	3,0	7,2	3,62
Ce	0,291				0,237	0,145			0,557	0,84	0,48	0,56						0,33	0,127	0,465
Pr	0,185				0,294	0,201			0,536	0,52	0,55	0,54								0,273
Nd	2,72				1,89	1,9	0,47	1,062	3,7	3,39	3,53	3,45	3,49	1,4				2,97	4,17	0,657
Sm	62,3	186,6	1144		48,2	40,8	78,7	88,5	132,0	128,0	150,2	156,2	156,4	48,9	34,8	19,7	35,5	17,2	40,6	21,6
Eu	0,5				0,42	0,53			<LD	<LD	<LD									0,445
Gd	0,98	3,79			1,28	1	0,25	0,563	3,19	3,18	3,06	2,88	1,9	0,77	0,89					2,54
Tb	0,442				12,26	0,438	0,1	0,08	1,08	1,08	1,08	1,09	0,8							0,493
Dy	132,9	346,7	1997		117,2	101,8	166,0	219,5	372,7	372,7	357,1	337,0	294,2	108,7	89,9	45,2	113,9	0,116	0,3	0,493
Ho	0,79				1,09	0,842	<LD	<LD	2,18	2,03	2,17	2,21	2,4	0,7				2,25	2,23	0,597
Er	2,64	4,66	9,2		3,46	3,1	1,61	1,35	7,24	6,78	7,66	7,75	8,9	4,8	3,5	3	3,58		0,82	1,61
Tm	0,43				0,636	0,52			0,97	0,97	1	1,01	1,2							0,208
Yb	2,826	6,11			3,33	2,92	2,47	2,23	7,78	7,78	7,85	7,97	9,7	3,9	3,46	3,2	3,53	3,87	4,55	2,12
Lu	0,514				0,81	0,605	0,25		1,22	1,22	1,32	1,37	1,1							0,44

(ppt)	J44	J45	J46	J47	J48	J49	J50	J51	J52	J53	J54	J55	J56	J57	J58	J59	J60	J61
La	29	335	18	16	17	0,04	0,019	36	37	30	32	18	17	117	61	354	22	
Ce	22	160	15	17	6	0,014		33	33	23	24	9	16	293	103	12	54	
Pr	5	81	19	19	11			19	20	20	20			26	11	8		
Nd	18	558	42	38	26	0,043		40	37	35	37	18	22	122	57	61	53	25
Sm	8	6300	31	24	17	1,27	0,05	37	35	45	39	38	24	40	24	1434	16	9
Eu	8	129	9	6				35	37	37	36	9		4	6	18		
Gd	3	400	63	32	17	0,096		14	24	32	44	17	5	33	10	49		
Tb		150	47	17	12	0,042		14	17	20	23	14	8	8	6	12	3	2
Dy	4	43257	1,44	750	620	29,2	5,1	2016	2569	2697	2638	1708	814	547	455	2861	580	501
Ho	2	275	214	131	104	0,212	0,04	74	82	99	104	118	82	60	52	32	50	55
Er	6	927	650	436	396	0,9	0,2	304	362	342	368	462	332	308	261	85	136	155
Tm		134	100	74	63	0,09		44	48	47	48	72	48	38	37	19	21	24
Yb	6	923	436	341	302	1,03	0,31	355	393	395	393	471	310	264	225	106	221	252
Lu		156	83	69	56	0,167	0,037	60	6	63	66	79	50	44	37	18	28	32

(ppt)	K44	K45	K46	K47	K48	K49	K50	K51	K52	K53	K54	K55	K56	K57	K58	K59	K60	K61
La	37	88	11	8	6	18	35	45	38	41	57	36	13	29	34	10	93	
Ce	35	78	17	10	2		12	43	32	38	80	57	17	51	58	5	424	
Pr	5	27	19	17	9			24	19	21	23	5					9	
Nd	24	156	31	28	12			53	28	32	52	42	15	22	21	16	115	26
Sm	6	917	27	17	7		29	28	16	24	16	28	5	10	19	10	12	
Eu	16	37	6	5				32	30	34	37	4		3	5			
Gd	2	67	27	20	9			21	16	24	22							
Tb		19	11	8	4			10	11	10	13							
Dy	22	4875	373	163	118	114	3060	948	895	1050	966	402	88	50	34	90	33	25
Ho	1	37	34	27	9			28	27	30	28	16	4				21	21
Er	3	125	63	37	32		50	114	98	94	101	86	30	32	19	27		
Tm		16	18	14	6			6	3	3	3	9						
Yb	9	138	40	24	18		130	121	95	115	104	91	29	16	6	24	33	33
Lu		18	18	16	3			22	15	19	20	12						

Annexe 23

Résultats des traçages inter nappes en Pf1-Pf2

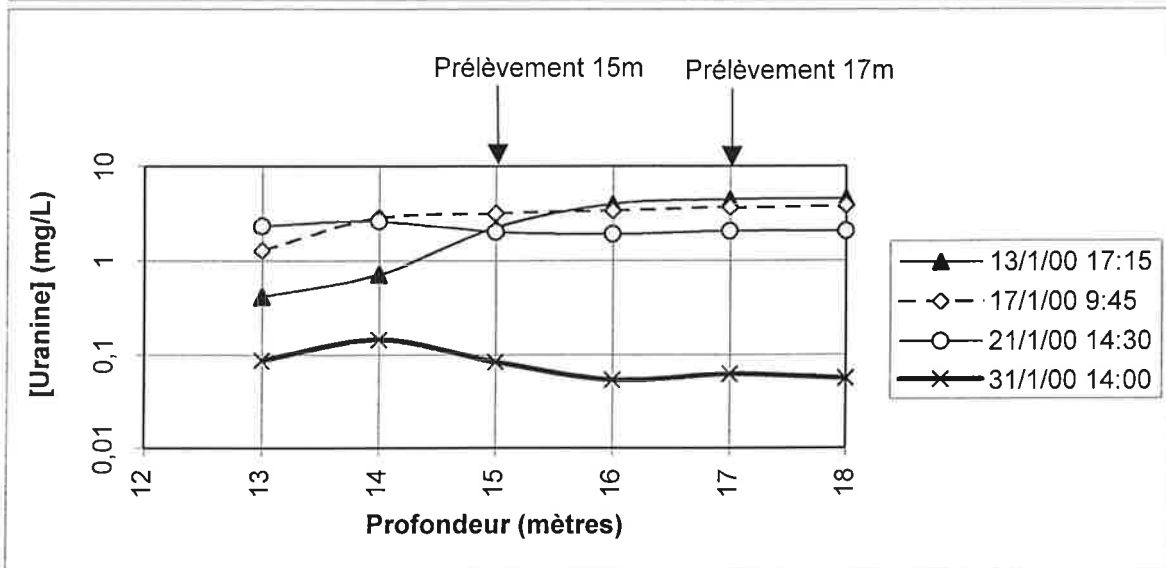
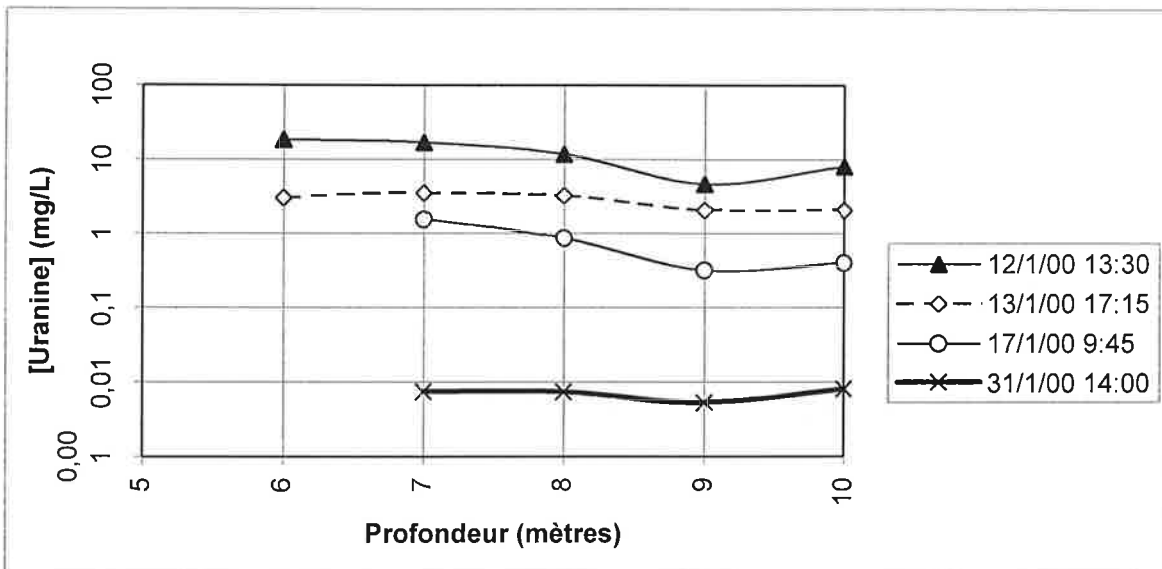
Tracage à la fluorescéine entre Pf2 et Pf1
Teneurs en uranine dans le piézomètre Pf1 à 15 et 17 mètres de profondeur et dans le puits d'injection Pf2

[ng/ml]	date/heure	temps relatif à l'injection (mn)	Pf1 (15m)	Pf1 (17m)	Pf2 (9m)
injection	11/1/00 13:15	0			
1	11/1/00 13:25	10	<LD	<LD	
2	11/1/00 13:30	15	<LD	<LD	
3	11/1/00 13:40	25	<LD	<LD	
4	11/1/00 13:50	35	<LD	<LD	
5	11/1/00 14:00	45	<LD	<LD	
6	11/1/00 14:10	55	<LD	<LD	
7	11/1/00 14:20	65	<LD	<LD	
8	11/1/00 14:30	75	<LD	<LD	
9	11/1/00 14:45	90	<LD	<LD	
10	11/1/00 15:00	105	<LD	<LD	
11	11/1/00 15:15	120	<LD	<LD	
12	11/1/00 15:45	135	<LD	<LD	
13	11/1/00 16:00	150	<LD	<LD	
14	11/1/00 16:15	165	<LD	<LD	
15	11/1/00 16:30	180	<LD	<LD	
16	11/1/00 17:00	210	<LD	<LD	
17	11/1/00 17:30	240	<LD	<LD	
18	11/1/00 18:00	270	<LD	<LD	
19	11/1/00 18:30	300	<LD	<LD	
20	11/1/00 19:00	330	<LD	<LD	
21	11/1/00 19:45	375	<LD	<LD	
22	11/1/00 22:05	530	3,5	70,1	
23	12/1/00 0:15	660	8,3	282	
24	12/1/00 4:35	920	51	1589	
25	12/1/00 8:25	1150	151	2479	
26	12/1/00 10:00	1245	265	2503	
27	12/1/00 11:30	1335	333	2321	
28	12/1/00 13:00	1425	406	1602	4670
29	12/1/00 14:45	1530	425	2804	
30	12/1/00 17:45	1710	504	3465	
31	13/1/00 0:35	2120	637	3782	
32	13/1/00 8:25	2590	858	4175	
33	13/1/00 13:00	2865	1611	4549	2060
34	13/1/00 17:15	3120	2248	4451	
35	14/1/00 15:15	4440	3241	9850	
36	15/1/00 15:05	5870	3825	9420	
37	16/1/00 15:35	7340	3232	3695	
38	17/1/00 9:45	8430	3204	3691	317
39	21/1/00 14:30	14475	2017	2064	60,4
40	25/1/00 10:00	19965	1033	899	21
41	29/1/00 12:00	25845	110	51	
42	31/1/00 14:00	28845	84	62	5,4
43	3/2/00 14:00	33165	11	8	3,9
44	10/2/00 12:00	43245	1,93	3,487	
45	21/2/00 17:15	59385	0,791	0,91	21,3
46	6/3/00 13:00	79290	1,23	1,513	5,075
47	16/3/00 15:00	93810	1,139	1,18	1,44
48	4/4/00 16:00	121230	1,152	1,153	0,69
49	17/4/00 14:20	139850		0,568	
50	17/4/00 18:15	140090		0,564	
51	18/4/00 8:30	140945		0,559	
52	18/4/00 12:00	141155		0,563	
53	18/4/00 17:00	141455		0,563	
54	18/4/00 21:15	141725		0,561	
55	20/4/00 13:50	144145		0,567	
56	20/4/00 19:15	144470		0,564	
57	21/4/00 12:15	145490		0,565	
58	22/4/00 13:10	146985		0,564	
59	24/4/00 16:00	150035		0,565	
60	28/4/00 16:30	155825		1,002	

Logs de concentration dans Pf1 et Pf2 lors du traçage à l'uranine (injection le 11/1/00)

logs Pf1 -calcaire		Conc (mg/L)				
date	12/1/00 11:30	13/1/00 17:15	17/1/00 9:45	21/1/00 14:30	31/1/00 14:00	
prof (m)						
13	0,029	0,419	1,289	2,327	0,088	
14	0,121	0,724	2,859	2,618	0,147	
15	0,303	2,248	3,204	2,017	0,084	
16	1,696	3,989	3,383	1,917	0,054	
17	2,321	4,451	3,691	2,064	0,062	
18	2,566	4,56	3,854	2,064	0,056	

logs Pf2 -alluvions - puits d'injection		Conc (mg/L)				
date	12/1/00 13:30	13/1/00 17:15	17/1/00 9:45	21/1/00 14:30	31/1/00 14:00	
prof (m)						
6	18,6	3,032				
7	16,99	3,522	1,535	0,097	0,00745	
8	11,83	3,274	0,858	0,082	0,00737	
9	4,67	2,06	0,317	0,06	0,0053	
10	8,095	2,063	0,399	0,071	0,0081	



Traçage aux lanthanides du 19/5/00 (injection de complexes EDTA de La, Sm, Tb et Yb dans le piézomètre Pf2) - Evolution des teneurs en terres rares dans le piézomètre calcaire Pf1 (à 17 mètres de profondeur)

Dates des prélèvements	Temps relatif à l'injection			La (ppb)	Sm (ppb)	Tb (ppb)	Yb (ppb)
	temps (mn)	temps (heures)	temps (jours)				
Du 19/5/00 17h55	55	0,92	0,04	0,20	0,07	0,02	0,04
415	6,92	0,29	0,05	0,04	0,02	0,04	
au 20/5/00 16h55	715	11,92	0,50	0,07	0,04	0,02	0,05
775	12,92	0,54	0,14	0,04	0,02	0,08	
835	13,92	0,58	0,06	0,05	0,03	0,25	
895	14,92	0,62	0,13	0,08	0,13	0,75	
955	15,92	0,66	0,74	0,25	0,46	1,96	
1015	16,92	0,70	0,16	0,37	1,40	5,11	
1075	17,92	0,75	0,42	1,11	3,26	9,62	
1135	18,92	0,79	0,14	1,90	5,70	16,0	
1195	19,92	0,83	0,13	3,34	8,41	24,6	
1255	20,92	0,87	0,25	6,04	13,5	32,6	
1315	21,92	0,91	0,28	8,06	18,1	45,3	
1375	22,92	0,95	0,59	10,1	21,3	45,2	
Du 20/5/00 21h	1620	27	1,13	2,79	19,2	38,0	98,7
au 22/5/00 17h	1740	29	1,21	1,44	26,6	49,9	117,9
1860	31	1,29	2,30	29,4	56,6	138,5	
1980	33	1,38	1,86	32,4	60,6	132,6	
2100	35	1,46	2,24	33,1	62,3	150,7	
2220	37	1,54	3,02	39,1	71,7	175,5	
2340	39	1,63	3,28	39,3	72,5	183,0	
2460	41	1,71	2,02	37,9	78,6	218,0	
2580	43	1,79	2,39	41,4	81,6	232,4	
2700	45	1,88	4,67	38,8	84,4	248,3	
2820	47	1,96	2,33	41,6	94,0	274,8	
2940	49	2,04	3,62	37,0	88,5	287,0	
3060	51	2,13	2,70	42,9	102,5	323,5	
3180	53	2,21	3,30	42,2	102,4	319,3	
3300	55	2,29	3,66	44,4	107,7	355,7	
3420	57	2,38	2,60	45,1	110,5	344,7	
3540	59	2,46	2,83	49,5	125,2	414,3	
3660	61	2,54	2,29	44,3	110,1	368,3	
3780	63	2,63	3,37	55,9	138,7	456,0	
3900	65	2,71	1,88	50,8	134,3	470,7	
4020	67	2,79	3,07	56,7	148,8	502,5	
4140	69	2,88	2,30	63,8	164,4	546,5	
4260	71	2,96	3,70	58,1	154,1	515,2	
Du 22/5/00 19h	4380	73	3,04	0,42	49,8	139,0	470,7
au 25/5/00 16h	4560	76	3,17	0,50	58,2	160,4	535,1
4740	79	3,29	0,36	54,0	156,2	516,1	
4920	82	3,42	0,40	55,8	158,4	523,9	
5100	85	3,54	0,38	56,5	164,8	538,5	
5280	88	3,67	0,30	55,1	162,0	533,2	
5460	91	3,79	0,48	55,6	156,8	521,6	
5640	94	3,92	0,34	60,6	173,4	593,7	
5820	97	4,04	0,42	56,0	167,8	607,9	
6000	100	4,17	0,34	55,2	169,4	645,1	
6180	103	4,29	0,34	52,6	168,0	682,8	

Dates des prélèvements	Temps relatif à l'injection			La (ppb)	Sm (ppb)	Tb (ppb)	Yb (ppb)
	temps (mn)	temps (heures)	temps (jours)				
6360	106	4,42	0,28	54,4	171,2	722,1	
6540	109	4,54	0,46	51,8	172,0	759,6	
6720	112	4,67	0,44	55,0	192,4	843,4	
6900	115	4,79	0,46	55,4	193,6	849,8	
7080	118	4,92	0,62	53,6	198,8	860,2	
7260	121	5,04	0,42	56,6	213,6	895,5	
7440	124	5,17	0,34	56,4	221,4	909,1	
7620	127	5,29	0,36	57,2	229,4	917,4	
7800	130	5,42	51,0	227,6	885,3		
7980	133	5,54	52,9	223,8	850,3		
8160	136	5,67	57,5	251,0	907,2		
8340	139	5,79	53,2	241,0	842,3		
8520	142	5,92	53,8	233,0	809,0		
8640	144	6,00	54,3	227,0	771,3		
Du 25/5/00 18h	8940	149	6,21	52,4	234,0	761,7	
au 30/5/00 16h	9240	154	6,42	53,4	230,0	734,3	
9540	159	6,63	51,9	207,0	644,3		
9840	164	6,83	49,1	196,0	598,0		
10140	169	7,04	47,4	187,0	555,7		
10440	174	7,25	44,8	179,0	531,7		
10740	179	7,46	42,6	173,0	517,7		
11040	184	7,67	37,2	153,0	470,7		
11340	189	7,88	34,9	145,0	442,7		
11640	194	8,08	35,0	142,0	427,3		
11940	199	8,29	30,3	131,0	407,6		
12240	204	8,50	30,3	133,0	397,3		
12540	209	8,71	25,2	113,0	356,7		
12840	214	8,92	22,9	121,0	333,0		
13140	219	9,13	24,0	101,3	313,7		
13440	224	9,33	22,8	98,4	308,0		
13740	229	9,54	18,4	95,3	308,4		
14040	234	9,75	19,5	96,1	296,0		
14340	239	9,96	21,6	84,6	260,0		
14640	244	10,17	22,1	82,2	259,2		
14940	249	10,38	20,5	73,7	254,2		
15240	254	10,58	19,6	74,6	234,6		
15540	259	10,79	17,4	63,9	217,3		
Du 30/5/00 22h	16080	268	11,17	14,4	59,6	201,5	
au 6/6/00 15h	16500	275	11,46	14,5	59,9	205,3	
16920	282	11,75	13,6	60,2	207,0		
17340	289	12,04	12,0	51,6	181,8		
17760	296	12,33	11,2	51,8	184,8		
18180	303	12,63	11,5	50,1	178,4		
18600	310	12,92	9,77	44,9	163,7		
19020	317	13,21	9,31	43,4	162,5		
19440	324	13,50	9,24	41,6	157,8		
19860	331	13,79	9,06	41,7	156,9		
20280	338	14,08	8,39	38,9	150,3		

Dates des prélèvements	Temps relatif à l'injection			La (ppb)	Sm (ppb)	Tb (ppb)	Yb (ppb)
	temps (mn)	temps (heures)	temps (jours)				
20700	345	14,38	7,89	36,8	139,9		
21120	352	14,67	7,16	34,3	134,2		
21540	359	14,96	6,87	32,7	129,6		
21960	366	15,25	6,54	31,4	126,3		
22380	373	15,54	6,52	31,5	124,7		
22800	380	15,83	5,58	29,6	120,3		
23220	387	16,13	5,57	28,4	115,1		
23640	394	16,42	5,11	26,8	114,5		
24060	401	16,71	4,95	26,0	110,2		
24480	408	17,00	5,18	26,1	109,0		
24900	415	17,29	4,93	25,2	106,6		
25320	422	17,58	4,98	25,4	106,9		
25740	429	17,88	4,34	23,2	98,8		
Du 6/6/00 20h	26040	434	18,08	4,03	21,6	94,2	
au 16/6/00 0h00	26640	444	18,50	3,82	21,1	92,8	
27240	454	18,92	3,45	20,3	90,0		
27840	464	19,33	4,25	20,1	88,1		
28440	474	19,75	3,89	19,9	86,4		
29040	484	20,17	3,30	18,6	84,7		
29640	494	20,58	3,67	16,7	78,3		
30240	504	21,00	3,67	16,8	79,4		
30840	514	21,42	3,32	15,3	77,3		
31440	524	21,83	3,17	15,1	76,5		
32040	534	22,25	3,43	14,9	74,5		
32640	544	22,67	3,41	14,8	76,4		
33240	554	23,08	3,08	14,8	72,4		
33840	564	23,50	3,13	14,3	70,8		
34440	574	23,92	3,05	14,5	69,6		
35040	584	24,33	3,14	14,8	70,7		
35640	594	24,75	2,68	13,4	64,9		
36240	604	25,17	2,60	12,9	62,3		
36840	614	25,58	2,20	12,1	61,2		
37440	624	26,00	1,51	11,0	65,1		
38040	634	26,42	1,80	11,7	68,2		
38640	644	26,83	1,69	12,4	74,9		
17/6/00 13:40	41500	692	28,82	1,69	12,4	74,9	
19/6/00 15:40	44500	742	30,90	3,20	13,4	61,2	
22/6/00 12:00	48600	810	33,75	2,67	12,7	57,4	
24/6/00 18:50	51890	865	36,03	2,94	13,1	53,8	
17/7/00 13:30	84690	1412	58,81	1,50	9,90	45,9	
9/8/00 22:30	118350	1973	82,19	1,45	9,47	39,4	
6/11/00 16:00	245070	4085	170,19	1,55	8,15	32,9	
21/01/01	351360	5856	244,00	0,12	1,22	45,3	
29/1/01	362880	6048	252,00	0,10		38,4	
12/03/01	383040	6384	266,00	0,50	2,88	14,9	
17/3/01	390240	6504	271,00	0,77	4,94	24,8	
8/4/01	421920	7032	293,00	0,70	5,63	29,2	
22/4/01	442080	7368	307,00	0,69	4,68	23,8	

708

Teneurs (ppb) en tous les lanthanides dans les piézomètres Pf1 et Pf2 après l'injection, le 19/5/00 de La, Sm, Tb et Yb dans Pf2.

PF1 (Calcaire)										
	Pf1 14/11/00	Pf1 18/11/00	Pf1 27/11/00	Pf1 27/12/00	Pf1 21/01	Pf1 29/1/01	Pf1 12/3/01	Pf1 17/3/01	Pf1 8/4/01	Pf1 22/4/01
La	0,007	<LD	<LD	<LD	<LD	0,004	0,020	0,017	0,009	0,024
Ce	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,007	0,004	0,010
Pr	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,002	0,005	0,003	0,005
Nd	0,17	<LD	0,12	0,07		0,040	0,040	0,069	0,061	0,068
Sm	2,66	<LD	2,71	2,0	0,119	0,100	0,495	0,766	0,695	0,695
Eu										
Gd	0,34	<LD	0,36	0,27	<LD	<LD	0,083	0,132	0,135	0,128
Tb	14,8	1,16	15,64	12,45	1,22	0,10	2,88	4,94	5,63	4,68
Dy	1,16	0,17	1,2	1,0	0,170	0,133	0,393	0,556	0,619	0,557
Ho	0,261	0,043	0,28	0,233	0,090	0,079	0,130	0,177	0,188	0,177
Er	1,08	0,42	1,11	0,99	0,534	0,465	0,645	0,781	0,838	0,765
Tm	0,11	0,031	0,14	0,106	0,105	0,085	0,110	0,136	0,135	0,130
Yb	59,7	32,4	64,7	55,5	45,3	38,4	14,9	24,8	29,2	23,8
Lu	0,209	0,07	0,21	0,18	0,160	0,140	0,190	0,232	0,229	0,223

PF2 (Alluvions)										
	Pf2 14/11/00	Pf2 18/11/00	Pf2 27/11/00	Pf2 27/12/00	Pf2 21/01	Pf2 29/1/01	Pf2 12/3/01	Pf2 17/3/01	Pf2 8/4/01	Pf2 22/4/01
La	1,43	<LD	1,13	0,32	0,23	0,19	0,85	0,410	0,008	0,040
Ce	<LD	<LD	<LD	<LD	0,03	0,04	<LD	0,014	0,004	0,001
Pr	<LD	<LD	<LD	<LD	0,003	0,004	0,02	0,018	0,001	0,001
Nd	0,16	<LD	0,09	0,202	0,0455	0,035	0,16	0,125	0,004	0,014
Sm	1,75	<LD	1,23	1,58	0,195	0,23	0,73	0,876	0,036	0,087
Eu										
Gd	0,16	<LD	0,06	0,25	0,03	<LD	0,07	0,115	0,010	0,016
Tb	2,07	<LD	1,75	2,68	0,297	0,26	0,74	1,117	0,134	0,190
Dy	0,43	<LD	0,37	1,65	0,26	0,10	0,19	0,321	0,148	0,179
Ho	0,11	<LD	0,1	0,74	0,165	0,062	0,07	0,106	0,073	0,095
Er	0,71	0,9	0,66	3,9	0,95	0,36	0,32	0,495	0,410	0,968
Tm	0,1	<LD	0,087	0,68	0,19	0,08	0,06	0,087	0,081	0,113
Yb	13,3	4,5	11,9	11,2	2,74	1,48	4,38	5,09	0,915	1,22
Lu	0,19	0,045	0,176	1,04	0,349	0,19	0,1	0,151	0,125	0,173

LD: Limite de détection

NB: L'euporium (Eu) n'apparaît pas dans les résultats car ses teneurs sont masquées par une interférence avec le baryum présent en grande quantité dans les piézomètres Pf1 et Pf2 ([Ba]=60-125 ppb)

Teneurs (ppb) en tous les lanthanides dans les piézomètres Pf1 et Pf2 après l'injection, le 19/5/00 de La, Sm, Tb et Yb dans Pf2

PF1 (Calcaire)										
	Pf1 8/5/01	Pf1 13/5/01	Pf1 25/5/01	Pf1 4/6/01	Pf1 9/6/01	Pf1 14/6/01	Pf1 17/6/01	Pf1 30/6/01	Pf1 9/7/01	Pf1 15/7/01
La	0,019	0,019	0,030	0,018	0,014	0,024	0,018	0,019	0,016	0,025
Ce	0,007	0,010	<LD	0,011	0,011	0,008	0,008	0,005	0,006	0,007
Pr	<LD	0,005	0,013	0,005	0,004	0,008	0,006	<LD	<LD	0,006
Nd	0,036	0,040	0,080	0,038	0,025	0,066	0,047	0,032	0,047	0,043
Sm	0,48	0,50	1,19	0,35	0,12	0,75	0,52	0,25	0,41	0,47
Eu										
Gd	0,099	0,097	0,19	0,083	0,048	0,13	0,10	0,058	0,085	0,066
Tb	4,20	3,98	8,16	3,31	2,08	6,62	4,38	3,05	4,27	3,79
Dy	0,49	0,46	0,81	0,42	0,32	0,69	0,50	0,39	0,48	0,45
Ho	0,16	0,15	0,23	0,14	0,12	0,21	0,16	0,13	0,15	0,14
Er	0,70	0,64	0,92	0,60	0,50	0,83	0,66	0,59	0,67	0,61
Tm	0,12	0,11	0,15	0,10	0,09	0,14	0,11	0,12	0,13	0,10
Yb	24,5	22,0	39,5	19,1	15,3	36,0	24,2	18,9	23,3	20,8
Lu	0,21	0,19	0,27	0,18	0,16	0,28	0,21	0,23	0,27	0,21

PF2 (Alluvions)										
	Pf2 8/5/01	Pf2 13/5/01	Pf2 25/5/01	Pf2 4/6/01	Pf2 9/6/01	Pf2 14/6/01	Pf2 17/6/01	Pf2 30/6/01	Pf2 9/7/01	Pf2 15/7/01
La	0,018	0,155	0,079	0,037	0,48	0,15	0,19	0,044	0,38	0,28
Ce	0,008	0,009	0,008	<LD	0,075	0,010	0,038	<LD	0,045	0,051
Pr		<LD	0,008	<LD	0,021	0,006	0,010		0,017	0,010
Nd		0,018	0,020	0,010	0,089	0,022	0,033	<LD	0,088	0,051
Sm	0,026	0,093	0,095	0,060	0,32	0,069	0,099	0,009	0,28	0,14
Eu										
Gd	0,005	0,012	0,007	0,015	0,029	0,013	0,016		0,018	0,005
Tb	0,045	0,081	0,12	0,13	0,18	0,035	0,070		0,16	0,073
Dy	0,031	0,048	0,075	0,120	0,031	0,026	0,016	0,006	0,020	0,017
Ho	0,019	0,027	0,040	0,062	0,017	0,016	0,010		0,004	0,006
Er	0,148	0,166	0,250	0,393	0,092	0,103	0,056	0,029	0,035	0,043
Tm	0,031	0,035	0,050	0,083	0,020	0,022	0,013	0,005	0,007	0,009
Yb	0,46	0,48	0,57	0,92	0,28	0,34	0,19	0,10	0,15	0,15
Lu	0,064	0,056	0,086	0,130	0,031	0,036	0,021	0,009	0,012	0,012

LD: Limite de détection

NB: L'euporium (Eu) n'apparaît pas dans les résultats car ses teneurs sont masquées par une interférence avec le baryum présent en grandes quantités dans les piézomètres Pf1 et Pf2 ([Ba]=60-125 ppb)

Annexe 24

Diagraphies réalisées dans les piézomètres calcaires

- Températures
- pH
- Micromoulinet
- Oxygène dissous

Logs de température en Pf1 et Pf2

PF1

26/10/98		04/05/99		04/08/99	
Cotes (mNGF Température (°C)		Cotes (mNGF Température (°C)		Cotes (mNGF Température (°C)	
Surface	91,32	92,27		91,05	
	90,51	92,01	12,41	90,76	12,8
	89,51	91,51	12,38	90,51	12,6
	88,51	91,01	12,43	90,01	12,6
	87,51	90,51	12,49	89,51	12,5
	86,51	90,01	12,53	89,01	12,6
	85,51	89,51	12,58	88,51	12,6
	84,51	89,01	12,65	88,01	12,6
	83,51	88,51	12,70	87,51	12,6
	82,51	88,01	12,76	87,01	12,6
	81,51	87,51	12,81	86,51	12,6
		87,01	12,85	86,01	12,6
		86,51	12,86	85,51	12,7
		86,01	12,88	85,01	12,7
		85,51	12,89	84,51	12,7
		85,01	13,00	84,01	12,8
		84,51	13,01	83,51	12,8
		84,01	13,01	83,01	12,8
		83,51	13,01	82,51	12,8
		83,01	13,02	82,01	12,8
	82,51	13,02	81,51	12,8	
	82,01	13,02			
	81,51	13,02			

PF2

04/05/99		04/08/99	
Cotes (mNGF Température (°C)		Cotes (mNGF Température (°C)	
Surface	92,27	91,05	
	92,09	90,84	12,6
	91,84	90,34	12,5
	91,59	89,84	12,5
	91,34	89,34	12,5
	91,09	88,84	12,4
	90,84		
	90,59		
	90,34		
	90,09		
	89,84		
	89,59		
	89,34		
	89,09		
	88,84		
	88,59		

Logs de température dans le piézomètre CA2

CA2	16/02/99		04/05/99		04/08/99	
	Cote (mNGF)	Température (°C)	Cote (mNGF)	Température (°C)	Cote (mNGF)	Température (°C)
	92,65	11,3	92,4	11,69	91,15	12,4
	92,15	11,5	92,15	11,3	90,65	11,9
	91,65	11,6	91,65	11,26	90,15	11,6
	91,15	11,7	91,15	11,37	89,65	11,6
	90,65	11,9	90,65	11,46	89,15	11,7
	90,15	12	90,15	11,5	88,65	11,7
	89,65	12	89,65	11,65	88,15	11,8
	89,15	12	89,15	11,69	87,65	11,9
	88,65	12,1	88,65	11,78	86,65	11,9
	88,15	12,1	88,15	11,84	86,15	12
	87,65	12,1	87,65	11,92	85,65	12
	87,15	12,1	87,15	11,98	85,15	12
	86,65	12,1	86,65	12,01	84,65	12,1
	86,15	12,1	86,15	12,03	84,15	12,1
	85,65	12,2	85,65	12,07	83,65	12,1
	85,15	12,2	85,15	12,08	83,15	12,1
	84,65	12,2	84,65	12,1	82,65	12,2
	84,15	12,2	84,15	12,13	82,15	12,3
	83,65	12,2	83,65	12,14	81,65	12,3
	83,15	12,2	83,15	12,18	80,65	12,4
	82,65	12,2	82,65	12,21	79,65	12,4
	82,15	12,2	82,15	12,23	78,65	12,4
	81,65	12,2	81,65	12,24	77,65	12,5
	81,15	12,3	81,15	12,27	76,65	12,5
	80,65	12,3	80,65	12,32	75,65	12,6
	80,15	12,3	80,15	12,36	74,65	12,6
	79,65	12,4	79,65	12,4	73,65	12,6
	79,15	12,4	79,15	12,43	73,15	12,7
	78,65	12,4	78,65	12,45		
	78,15	12,4	78,15	12,47		
	77,65	12,5	77,65	12,48		
	77,15	12,5	77,15	12,52		
	76,65	12,5	76,65	12,55		
	76,15	12,6	76,15	12,57		
	75,65	12,6	75,65	12,6		
	75,15	12,6	75,15	12,62		
	74,65	12,7	74,65	12,64		
	74,15	12,7	74,15	12,67		
			73,65	12,68		
			73,15	12,7		

Logs de température dans le piézomètre CA3

CA3	16/02/99		04/05/99		04/08/99	
	Cote (mNGF)	Température (°C)	Cote (mNGF)	Température (°C)	Cote (mNGF)	Température (°C)
	92,483	11,6	92,42	11,35	90,92	11,8
	91,983	11,8	91,92	11,17	90,42	11,5
	91,483	11,9	91,42	11,20	89,92	11,5
	90,983	12,0	90,92	11,23	89,42	11,5
	90,483	12,0	90,42	11,37	88,92	11,6
	89,983	12,1	89,92	11,36	88,42	11,6
	89,483	12,1	89,42	11,50	87,92	11,6
	88,983	12,1	88,92	11,65	87,42	11,8
	88,483	12,1	88,42	11,79	86,92	11,9
	87,983	12,0	87,92	11,81	86,42	12,0
	87,483	12,0	87,42	11,96	85,92	12,0
	86,983	11,9	86,92	12,06	85,42	12,1
	86,483	11,9	86,42	12,10	84,92	12,1
	85,983	11,9	85,92	12,13	84,42	12,1
	85,483	11,9	85,42	12,17	83,92	12,2
	84,983	11,9	84,92	12,18	83,42	12,2
	84,483	12,0	84,42	12,20	82,92	12,2
	83,983	12,0	83,92	12,23	82,42	12,2
	83,483	12,0	83,42	12,24	81,42	12,3
	82,983	12,0	82,92	12,28	80,42	12,3
	82,483	12,0	82,42	12,31	79,42	12,3
	81,983	12,1	81,92	12,33	78,92	12,3
	81,483	12,1	81,42	12,34	78,42	12,3
	80,983	12,2	80,92	12,36	77,42	12,3
	80,483	12,2	80,42	12,37	76,42	12,3
	79,983	12,2	79,92	12,37	75,42	12,4
	79,483	12,3	79,42	12,37	74,42	12,6
	78,983	12,3	78,92	12,37		
	78,483	12,3	78,42	12,36		
	77,983	12,3	77,92	12,34		
	77,483	12,2	77,42	12,32		
	76,983	12,2	76,92	12,24		
	76,483	12,2	76,42	12,19		
	75,983	12,4	75,92	12,18		
	75,483	12,4	75,42	12,19		
	74,983	12,4	74,92	12,21		
			74,42	12,31		

Logs de température dans le piézomètre CA5

CA5	16/02/99		04/05/99		04/08/99	
	Cote (mNGF)	Température (°C)	Cote (mNGF)	Température (°C)	Cote (mNGF)	Température (°C)
	92,116	12,2	92,37	12,01	90,87	12,7
	91,616	12,4	92,12	11,83	90,62	12,2
	90,616	12,4	91,87	11,76	90,12	11,9
	89,616	12,4	91,62	11,74	89,62	11,9
	88,616	12,4	91,12	11,83	89,12	12
	87,616	12,4	90,62	11,83	88,62	12
	86,616	12,4	90,12	11,89	87,62	12,1
	85,616	12,4	89,62	11,98	87,12	12,2
	84,616	12,4	89,12	12,05	86,12	12,3
	83,616	12,5	88,62	12,06	85,12	12,3
	82,616	12,5	88,12	12,16	84,62	12,4
	81,616	12,5	87,62	12,21	84,12	12,4
	80,616	12,4	87,12	12,25	83,62	12,4
	79,616	12,4	86,62	12,3	83,12	12,4
	78,616	12,4	86,12	12,31	82,62	12,5
	77,616	12,4	85,62	12,34	82,12	12,5
	76,616	12,4	85,12	12,38	81,62	12,5
	75,616	12,4	84,62	12,44	81,12	12,6
	74,616	12,4	84,12	12,47	80,62	12,6
	73,616	12,3	83,62	12,49	79,62	12,6
	73,116	11,9	83,12	12,51	78,62	12,6
			82,62	12,52	77,62	12,6
			82,12	12,54	76,62	12,6
			81,62	12,59	75,62	12,6
			81,12	12,61	74,62	12,6
			80,62	12,62	73,62	12,6
			80,12	12,62	73,12	12,6
			79,62	12,62	72,62	12,6
			79,12	12,62	72,37	12,6
			78,62	12,62		
			78,12	12,62		
			77,62	12,61		
			77,12	12,6		
			76,62	12,59		
			76,12	12,59		
			75,62	12,6		
			75,12	12,59		
			74,62	12,55		
			74,12	12,54		
			73,62	12,56		
			73,12	12,4		
			72,62	12,13		
			72,22	12,16		

Logs de température dans les piézomètres CB4 et CB5

CB4			
04/05/99		04/08/99	
Cote (mNGF)	Temp. (°C)	Cote (mNGF)	Temp. (°C)
92,2	10,78	90,7	13,9
91,7	10,50	90,2	13,1
91,2	10,58	89,7	12,9
90,7	10,62	89,2	12,8
90,2	10,64	88,7	12,7
89,7	10,70	88,2	12,6
89,2	10,74	87,7	12,6
88,7	10,77	87,2	12,5
88,2	10,82	86,7	12,5
87,7	10,87	86,2	12,5
87,2	10,90	85,7	12,4
86,7	10,95	85,2	12,4
86,2	10,97	84,7	12,4
85,7	10,99	84,2	12,3
85,2	11,03	83,7	12,2
84,7	11,08	83,2	12,2
84,2	11,10	82,7	12,2
83,7	11,12	82,2	12,1
83,2	11,14	81,7	12,1
82,7	11,15	81,2	12,1
82,2	11,18	80,2	12,1
81,7	11,29	79,2	12,1
81,2	11,33	78,2	12,1
80,7	11,50	77,2	12,1
80,2	11,53	76,2	12,2
79,7	11,59	75,2	12,2
79,2	11,62	74,7	12,2
78,7	11,63	74,2	12,3
78,2	11,68	73,7	12,4
77,7	11,68	73,2	12,4
77,2	11,70	72,7	12,5
76,7	11,91		
76,2	12,01		
75,7	12,07		
75,2	12,17		
74,7	12,20		
74,2	12,22		
73,7	12,23		
73,2	12,22		
72,7	12,39		

CB5			
04/05/99		04/08/99	
Cote (mNGF)	Temp. (°C)	Cote (mNGF)	Temp. (°C)
92,07	11,36	90,82	13,9
91,57	11,4	90,57	13,4
91,07	11,46	90,07	12,9
90,82		89,57	12,5
90,57	11,57	89,07	12,4
90,07	11,68	88,57	12,2
89,57	11,83	88,07	12,1
89,07	11,9	87,57	12,1
88,57	11,99	87,07	12,1
88,07	12,05	86,57	12,1
87,57	12,15	86,07	12,2
87,07	12,19	85,57	12,2
86,57	12,26	85,07	12,2
86,07	12,29	84,57	12,3
85,57	12,32	84,07	12,3
85,07	12,35	83,57	12,3
84,57	12,36	83,07	12,4
84,07	12,38	82,57	12,4
83,57	12,4	82,07	12,4
83,07	12,41	81,07	12,4
82,57	12,41	80,07	12,4
82,07	12,41	79,07	12,4
81,57	12,41	78,07	12,4
81,07	12,41	77,07	12,5
80,57	12,41	76,07	12,5
80,07	12,41	75,07	12,5
79,57	12,42	74,07	12,5
79,07	12,43	73,07	12,6
78,57	12,44	72,07	12,6
78,07	12,45		
77,57	12,46		
77,07	12,47		
76,57	12,47		
76,07	12,47		
75,57	12,48		
75,07	12,48		
74,57	12,49		
74,07	12,5		
73,57	12,52		
73,07	12,54		
72,57	12,58		
72,07	12,61		

Logs de température dans les piézomètres CB7 et CB8

CB7			
04/05/99		04/08/99	
Cote (mNGF)	Temp. (°C)	Cote (mNGF)	Temp. (°C)
92,22	12,01	90,72	12,9
91,72	12,04	90,22	12,4
91,22	12,11	89,72	12,4
90,72	12,23	89,22	12,4
90,22	12,23	88,72	12,4
89,72	12,34	88,22	12,4
89,22	12,41	87,72	12,4
88,72	12,5	87,22	12,4
88,22	12,56	86,72	12,4
87,72	12,61	86,22	12,4
87,22	12,67	85,72	12,5
86,72	12,7	85,22	12,5
86,22	12,73	84,72	12,6
85,72	12,75	84,22	12,6
85,22	12,76	83,72	12,6
84,72	12,77	83,22	12,7
84,22	12,76	82,72	12,7
83,72	12,74	82,22	12,7
83,22	12,71	81,72	12,7
82,72	12,69	81,22	12,7
82,22	12,68	80,72	12,7
81,72	12,66	80,22	12,7
81,22	12,67	79,72	12,7
80,72	12,66	79,22	12,7
80,22	12,66	78,72	12,7
79,72	12,65	78,22	12,7
79,22	12,64	77,72	12,7
78,72	12,63	77,22	12,7
78,22	12,63	76,72	12,7
77,72	12,62	76,22	12,7
77,22	12,62	75,72	12,7
76,72	12,62	75,22	12,7
76,22	12,62	74,72	12,7
75,72	12,62	74,22	12,7
75,22	12,62	73,72	12,7
74,72	12,62		
74,22	12,63		

CB8			
04/05/99		04/08/99	
Cote (mNGF)	Temp. (°C)	Cote (mNGF)	Temp. (°C)
92,12	11,41	90,62	12,6
91,62	11,39	90,12	12,1
91,12	11,41	89,62	12,0
90,62	11,52	89,12	12,0
90,12	11,64	88,62	12,0
89,62	11,66	88,12	12,0
89,12	11,73	87,62	12,1
88,62	11,83	87,12	12,1
88,12	11,92	86,62	12,1
87,62	12,1	86,12	12,2
87,12	12,18	85,62	12,2
86,62	12,28	85,12	12,3
86,12	12,28	84,62	12,3
85,62	12,31	84,12	12,3
85,12	12,33	83,62	12,3
84,62	12,35	83,12	12,3
84,12	12,37	82,62	12,4
83,62	12,38	82,12	12,4
83,12	12,35	81,12	12,4
82,62	12,35	80,12	12,4
82,12	12,34	79,12	12,4
81,62	12,34	78,12	12,4
81,12	12,33	77,12	12,4
80,62	12,32	76,12	12,4
80,12	12,31	75,12	12,4
79,62	12,31	74,12	12,4
79,12	12,31	73,12	12,4
78,62	12,31		
78,12	12,31		
77,62	12,31		
77,12	12,31		
76,62	12,31		
76,12	12,32		
75,62	12,32		
75,12	12,33		
74,62	12,33		
74,12	12,33		
73,62	12,34		
73,12	12,35		

Logs de température dans le piézomètre CB9

CB9			
04/05/99		04/08/99	
Cote (mNGF)	Temp. (°C)	Cote (mNGF)	Temp. (°C)
92,1	12,18	91,1	13,1
91,6	12,2	90,6	12,6
91,1	12,26	90,1	12,4
90,6	12,35	89,6	12,4
90,1	12,37	89,1	12,4
89,6	12,42	88,6	12,4
89,1	12,51	88,1	12,4
88,6	12,57	87,6	12,4
88,1	12,62	87,1	12,4
87,6	12,67	86,6	12,4
87,1	12,7	86,1	12,5
86,6	12,72	85,6	12,5
86,1	12,74	85,1	12,5
85,6	12,75	84,6	12,6
85,1	12,73	84,1	12,6
84,6	12,71	83,6	12,6
84,1	12,69	82,85	12,6
83,6	12,67	82,6	12,6
82,85	12,64	82,1	12,6
82,6	12,62	81,6	12,6
82,1	12,6	80,6	12,6
81,6	12,58	79,6	12,6
81,1	12,56	78,6	12,5
80,6	12,55	77,6	12,5
80,1	12,52	76,6	12,4
79,6	12,5	75,6	12,4
79,1	12,47	74,6	12,4
78,6	12,46	73,6	12,4
78,1	12,45		
77,6	12,44		
77,1	12,42		
76,6	12,4		
76,1	12,4		
75,6	12,39		
75,1	12,39		
74,6	12,38		
74,1	12,38		
73,6	12,38		

Logs de température dans le piézomètre CA1

16/02/99		04/05/99		04/08/99	
Cote (mNGF)	Température (°C)	Cote (mNGF)	Température (°C)	Cote (mNGF)	Température (°C)
92,446	10,7	92,245	10,78	90,945	11,7
91,946	10,8	91,945	10,75	90,445	11,3
91,446	11	91,445	10,81	89,945	11,2
90,946	11,1	90,945	10,84	89,445	11,2
90,446	11,2	90,445	10,87	88,945	11,3
89,946	11,3	89,945	11,1	88,445	11,4
89,446	11,4	89,445	11,25	87,945	11,5
88,946	11,5	88,945	11,31	87,445	11,5
88,446	11,6	88,445	11,39	86,945	11,6
87,946	11,7	87,945	11,56	86,445	11,7
87,446	11,8	87,445	11,63	85,945	11,7
86,946	11,8	86,945	11,65	85,445	11,8
86,446	11,8	86,445	11,71	84,945	11,8
85,946	11,8	85,945	11,74	84,445	11,9
85,446	11,9	85,445	11,78	83,945	11,9
84,946	11,9	84,945	11,79	83,445	11,9
84,446	11,9	84,445	11,82	82,945	12
83,946	11,9	83,945	11,84	82,445	12
83,446	12	83,445	11,86	81,445	12
82,946	12	82,945	11,88	80,445	12
82,446	11,9	82,445	11,88	79,445	12
81,946	11,9	81,945	11,89	78,445	12,1
81,446	11,9	81,445	11,89	77,945	12,4
80,946	11,8	81,195	11,96	77,445	12,4
80,446	11,8	80,945	11,97	76,945	12,4
79,946	11,7	80,695	11,98	76,445	12,4
79,446	11,8	80,445	11,98	75,445	12,4
78,946	11,8	80,195	11,98	74,445	12,5
78,446	11,8	79,945	11,97	73,445	12,5
77,946	11,7	79,695	11,97	72,945	12,4
77,646	10,8	79,445	11,97		
77,446	9,9	79,195	11,97		
77,046	9,5	78,945	11,96		
76,846	9,3	78,695	11,96		
76,646	9,1	78,445	11,95		
76,446	8,9	78,195	11,95		
75,946	8,5	77,945	11,95		
75,446	8,3	77,695	11,95		
74,946	8,2	77,445	11,95		
74,446	8	77,195	11,95		
73,946	7,9	76,945	11,95		
73,446	7,8	76,695	11,94		
72,946	7,8	76,445	11,94		
		76,195	11,93		
		75,945	11,93		
		75,695	11,91		
		75,445	11,9		
		75,195	11,89		
		74,945	11,9		
		74,695	11,87		
		74,445	11,85		
		74,195	11,87		
		73,945	11,84		
		73,695	11,84		
		73,445	11,88		
		73,195	11,91		
		72,945	11,57		
		72,695	11,35		

Logs de pH dans le piézomètre CA1

CA1	16/02/99		04/05/99		04/08/99	
	Cote (mNGF)	pH	Cote (mNGF)	pH	Cote (mNGF)	pH
	92,446	7,71	91,945	7,41	90,945	7,55
	91,946	7,67	91,445	7,41	90,445	7,55
	91,446	7,69	90,445	7,40	89,945	7,53
	90,946	7,69	89,445	7,40	89,445	7,53
	90,446	7,69	88,445	7,39	88,945	7,53
	89,946	7,69	87,445	7,40	88,445	7,53
	89,446	7,69	86,445	7,40	87,945	7,53
	88,946	7,69	85,445	7,40	87,445	7,51
	88,446	7,67	84,445	7,39	86,945	7,51
	87,946	7,65	83,445	7,64	86,445	7,51
	87,446	7,64	82,945	7,60	85,945	7,51
	86,946	7,64	82,445	7,58	85,445	7,51
	86,446	7,64	81,945	7,57	84,945	7,49
	85,946	7,64	81,445	7,57	84,445	7,50
	85,446	7,64	80,945	7,53	83,945	7,50
	84,946	7,66	80,445	7,53	83,445	7,50
	84,446	7,66	79,945	7,54	82,945	7,50
	83,946	7,65	79,445	7,54	82,445	7,50
	83,446	7,65	78,945	7,54	81,445	7,50
	82,946	7,67	78,445	7,54	80,445	7,48
	82,446	7,72	77,445	7,54	79,445	7,48
	81,946	7,73	76,445	7,55	78,445	7,48
	81,446	7,91	75,945	7,57	77,945	7,49
	80,946	7,92	75,445	7,57	77,445	7,57
	80,446	7,93	74,445	7,57	76,945	7,57
	79,946	7,94	73,945	7,57	76,445	7,57
	79,446	7,95	73,445	7,56	75,445	7,56
	78,946	7,95	72,945	7,51	74,445	7,56
	78,446	7,94			73,445	7,55
	77,946	7,94			72,945	7,53
	77,646	7,95				
	77,446	7,96				
	77,046	7,97				
	76,846	7,96				
	76,646	7,95				
	76,446	7,94				
	75,946	7,94				
	75,446	7,94				
	74,946	7,94				
	74,446	7,94				
	73,946	7,94				
	73,446	7,94				
	72,946	7,99				

Logs de pH dans le piézomètre CA2

CA2	16/02/99		04/05/99		04/08/99	
	Cote (mNGF)	pH	Cote (mNGF)	pH	Cote (mNGF)	pH
	92,65	7,24	92,15	7,48	90,65	7,4
	92,15	7,22	91,65	7,48	90,15	7,37
	91,65	7,2	90,65	7,48	89,65	7,35
	91,15	7,2	89,65	7,48	89,15	7,35
	90,65	7,2	88,65	7,48	88,65	7,35
	90,15	7,21	87,65	7,48	88,15	7,34
	89,65	7,21	86,65	7,48	87,65	7,34
	89,15	7,2	85,65	7,48	86,65	7,34
	88,65	7,19	84,65	7,53	86,15	7,33
	88,15	7,19	84,15	7,61	85,65	7,33
	87,65	7,2	83,65	7,65	85,15	7,33
	87,15	7,19	83,15	7,67	84,65	7,33
	86,65	7,19	82,65	7,59	84,15	7,33
	86,15	7,19	82,15	7,56	83,65	7,33
	85,65	7,19	81,65	7,56	83,15	7,32
	85,15	7,19	81,15	7,55	82,65	7,32
	84,65	7,19	80,65	7,55	82,15	7,37
	84,15	7,18	79,65	7,55	81,65	7,46
	83,65	7,18	79,15	7,53	80,65	7,47
	83,15	7,18	78,65	7,51	79,65	7,48
	82,65	7,18	78,15	7,48	78,65	7,47
	82,15	7,18	77,65	7,44	77,65	7,47
	81,65	7,16	77,15	7,43	76,65	7,47
	81,15	7,15	76,65	7,4	75,65	7,47
	80,65	7,1	76,15	7,38	74,65	7,47
	80,15	7,09	75,65	7,32	73,65	7,48
	79,65	7,1	75,15	7,29		
	79,15	7,08	74,65	7,16		
	78,65	7,06	74,15	7,08		
	78,15	7,03				
	77,65	7				
	77,15	7,12				
	76,65	7,19				
	76,15	7,2				
	75,65	7,22				
	75,15	7,23				
	74,65	7,19				
	74,15	7,06				

Logs de pH dans les piézomètres CA3 et CA5

CA3					
16/02/99		04/05/99		04/08/99	
Cote (mNGF)	pH	Cote (mNGF)	pH	Cote (mNGF)	pH
92,48	7,50	91,93	7,37	90,93	7,44
91,98	7,55	91,43	7,35	90,43	7,42
91,48	7,55	90,43	7,35	89,93	7,41
90,98	7,54	89,93	7,35	89,43	7,41
90,48	7,53	89,43	7,34	88,93	7,40
89,98	7,52	88,93	7,33	88,43	7,39
89,48	7,52	88,43	7,33	87,93	7,39
88,98	7,52	87,93	7,33	87,43	7,29
88,48	7,54	85,93	7,33	86,93	7,30
87,98	7,57	85,43	7,38	86,43	7,30
87,48	7,57	84,43	7,38	85,93	7,30
86,98	7,68	83,43	7,38	85,43	7,32
86,48	7,74	82,43	7,38	84,93	7,32
85,98	7,73	81,43	7,37	84,43	7,30
85,48	7,73	80,43	7,37	83,93	7,30
84,98	7,72	79,43	7,37	83,43	7,30
84,48	7,74	78,43	7,37	82,93	7,29
83,98	7,74	77,43	7,35	82,43	7,28
83,48	7,74	76,43	7,34	81,43	7,28
82,98	7,72	75,43	7,34	80,43	7,28
82,48	7,73	74,93	7,34	79,43	7,27
81,98	7,73	74,43	7,39	78,93	7,28
81,48	7,73			78,43	7,27
80,98	7,73			77,43	7,27
80,48	7,73			76,43	7,27
79,98	7,73			75,43	7,26
79,48	7,72			74,43	7,40
78,98	7,72				
78,48	7,72				
77,98	7,72				
77,48	7,71				
76,98	7,70				
76,48	7,69				
75,98	7,68				
75,48	7,68				
74,98	7,67				

CA5					
16/02/99		04/05/99		04/08/99	
Cote (mNGF)	pH	Cote (mNGF)	pH	Cote (mNGF)	pH
92,12	7,95	92,12	7,75	90,87	7,56
91,62	7,96	91,62	7,75	90,62	7,57
90,62	7,96	90,62	7,75	90,12	7,58
89,62	7,96	89,62	7,75	89,62	7,57
88,62	7,95	88,62	7,75	89,12	7,56
87,62	7,82	87,62	7,74	88,62	7,54
86,62	7,84	86,62	7,74	87,62	7,55
85,62	7,83	85,62	7,74	87,12	7,56
84,62	7,73	84,62	7,74	86,12	7,56
83,62	7,74	84,12	7,68	85,12	7,54
82,62	7,75	83,62	7,60	84,62	7,55
81,62	7,66	83,12	7,49	84,12	7,55
80,62	7,50	82,62	7,37	83,62	7,55
79,62	7,50	82,12	7,36	83,12	7,55
78,62	7,53	81,62	7,33	82,62	7,55
77,62	7,53	81,12	7,35	82,12	7,55
76,62	7,51	80,62	7,36	81,62	7,38
75,62	7,51	79,62	7,39	81,12	7,38
74,62	7,49	78,62	7,38	80,62	7,40
73,62	7,48	77,62	7,38	79,62	7,40
73,12	7,54	76,62	7,38	78,62	7,42
		75,62	7,38	77,62	7,42
		74,62	7,37	76,62	7,42
		73,62	7,37	75,62	7,42
		72,62	7,32	74,62	7,42
				73,62	7,42
				73,12	7,35
				72,62	7,34

Logs de pH dans les piézomètres CB4 et CB5

CB4			
04/05/99		04/08/99	
Cote (mNGF)	pH	Cote (mNGF)	pH
91,70	7,46	90,70	7,33
91,20	7,46	90,20	7,33
90,70	7,45	89,70	7,31
90,20	7,45	89,20	7,32
89,20	7,44	88,70	7,32
88,20	7,44	88,20	7,32
87,20	7,44	87,70	7,30
86,20	7,44	87,20	7,30
85,20	7,44	86,70	7,34
84,20	7,44	86,20	7,33
83,20	7,44	85,70	7,33
82,70	7,37	85,20	7,33
82,20	7,25	84,70	7,33
81,70	7,07	84,20	7,29
81,20	7,26	83,70	7,29
80,70	7,29	83,20	7,28
80,20	7,29	82,70	7,28
79,20	7,30	82,20	7,26
78,20	7,30	81,70	7,20
77,20	7,30	81,20	7,23
76,70	7,26	80,20	7,24
76,20	7,21	79,20	7,26
75,70	7,06	78,20	7,26
75,20	7,02	77,20	7,26
74,20	6,96	76,20	7,23
73,70	6,93	75,20	7,21
73,20	6,93	74,70	7,13
72,70	6,89	74,20	6,86
		73,70	6,66
		73,20	6,62

CB5			
04/05/99		04/08/99	
Cote (mNGF)	pH	Cote (mNGF)	pH
91,57	7,47	90,82	7,30
91,07	7,47	90,57	7,28
90,07	7,46	90,07	7,28
89,07	7,46	89,57	7,28
88,07	7,45	89,07	7,28
87,07	7,45	88,57	7,28
86,07	7,45	88,07	7,29
85,07	7,44	87,57	7,29
84,07	7,44	87,07	7,30
83,07	7,44	86,57	7,28
82,07	7,41	86,07	7,29
81,57	7,26	85,57	7,29
81,07	7,07	85,07	7,28
80,57	7,07	84,57	7,28
80,07	7,07	84,07	7,28
79,07	7,07	83,57	7,28
78,07	7,07	83,07	7,28
77,07	7,05	82,57	7,28
76,07	7,03	82,07	7,28
75,07	7,02	81,07	7,31
74,07	7,02	80,07	7,31
73,07	7,02	79,07	7,31
		78,07	7,31
		77,07	7,31
		76,07	7,31
		75,07	7,31
		74,07	7,31
		73,07	7,30

Logs de pH dans les piézomètres CB7, CB8 et CB9

CB7	
04/08/99	
Cote (mNGF)	pH
90,72	7,29
90,22	7,26
89,72	7,25
89,22	7,25
88,72	7,24
88,22	7,24
87,72	7,23
87,22	7,23
86,72	7,23
86,22	7,23
85,72	7,23
85,22	7,23
84,72	7,22
84,22	7,22
83,72	7,22
83,22	6,88
82,72	6,86
81,72	6,84
80,72	6,84
79,72	6,83
78,72	6,83
77,72	6,83
76,72	6,83
75,72	6,83
74,72	6,83

CB8	
04/08/99	
Cote (mNGF)	pH
90,62	7,44
90,12	7,38
89,62	7,34
89,12	7,29
88,62	7,28
88,12	7,27
87,62	7,28
87,12	7,26
86,62	7,26
86,12	7,25
85,62	7,27
85,12	7,27
84,62	7,26
84,12	7,26
83,62	7,26
83,12	7,26
82,62	7,07
82,12	6,98
81,12	6,97
80,12	6,96
79,12	6,96
78,12	6,96
77,12	6,96
76,12	6,97
75,12	6,97
74,12	6,97

CB9	
04/08/99	
Cote (mNGF)	pH
91,10	7,43
90,60	7,41
90,10	7,40
89,60	7,38
89,10	7,37
88,60	7,36
88,10	7,36
87,60	7,36
87,10	7,36
86,60	7,35
86,10	7,37
85,60	7,37
85,10	7,37
84,60	7,37
84,10	7,37
83,60	7,37
82,85	7,30
82,60	7,25
82,10	7,22
81,60	7,22
80,60	7,22
79,60	7,22
78,60	7,22
77,60	7,22
76,60	7,21
75,60	7,20
74,60	7,20
73,60	7,20

Logs d'oxygène dissous dans les piézomètres CA1, CA2, CA3 et CA5 le 4/5/99

CA1		CA2		CA3		CA5	
Cote (mNGF)	O ₂ (%)	Cote (mNGF)	O ₂ (%)	Cote (mNGF)	O ₂ (%)	Cote (mNGF)	O ₂ (%)
92,25	0	92,15	27	91,93	1	92,12	1
82,45	0	91,65	22	91,43	0	91,62	0
80,70	0	90,65	10	90,43	0	90,62	0
80,45	9	89,65	2	89,43	0	89,62	0
79,45	8	88,65	0	88,43	0	88,62	0
78,45	8	78,65	0	87,43	6	87,62	0
77,45	7	77,65	0	86,43	7	86,62	0
76,45	6	76,65	0	85,43	5	85,62	0
75,45	6	75,65	0	84,43	3	84,62	0
74,45	7	74,65	0	83,43	3	83,62	0
72,45	11	73,15	0	82,43	3	82,62	0
				81,43	3	81,62	0
				80,43	3	80,62	0
				79,43	2	79,62	0
				78,43	3	78,62	0
				77,43	4	77,62	0
				76,43	4	76,62	0
				75,43	4	75,62	0
				74,43	3	74,62	0
						73,62	0

Débits verticaux normalisés au débit de l'eau injectée (D_{inj}) dans les piézomètres calcaires de Sandillon

CA1		CA2		CA3		CA5	
Cote (mNGF)	D/D _{inj}	Cote (mNGF)	D/D _{inj}	Cote (mNGF)	D/D _{inj}	Cote (mNGF)	D/D _{inj}
90,45	0,97673363	90,65	0,64775665	90,43	0,99696049	88,62	0,99995926
88,45	0,97673363	88,65	0,80047727	88,93	0,98154917	86,62	0,97004055
85,45	0,99908956	86,65	0,93138065	88,43	0,99696049	84,62	0,92516248
83,45	0,99908956	84,65	0,97501511	87,93	0,82743596	83,62	0,93264216
81,45	0,95437771	83,65	0,99683234	87,43	0,781202	83,12	0,94012184
80,45	0,77553028	82,65	0,90956342	86,43	0,71955672	82,62	0,76060955
79,45	0,79788621	81,65	0,90956342	85,43	0,59626616	82,12	0,61101599
78,45	0,79788621	80,65	0,28786248	84,43	0,50379824	81,12	0,57361759
77,95	0,59668286	79,65	0,11628906	83,43	0,45756427	80,62	0,57361759
77,45	0,61903879	78,65	0,07830494	82,43	0,33427371	80,12	0,59605663
76,45	0,61903879	77,65	0,06817298	81,43	0,28803975	79,62	0,60353631
74,45	0,61903879	76,65	0,05589442	80,43	0,27262843	79,12	0,58857695
73,95	0,61903879	75,65	0,05101911	79,43	0,25721711	78,62	0,58109727
73,80	0,29487784	74,65	0,02664255	78,43	0,27262843	78,12	0,62597534
				77,93	0,13392655	77,62	0,61101599
						77,12	0,57361759
						76,12	0,58857695
						75,12	0,58857695
						74,12	0,56613791
						73,62	0,13979624
						73,12	0
						72,62	0

CB4		CB5		CB7		CB9	
Cote (mNGF)	D/D _{inj}	Cote (mNGF)	D/D _{inj}	Cote (mNGF)	D/D _{inj}	Cote (mNGF)	D/D _{inj}
90,20	0,92015478	90,07	0,99854569	91,72	0,99984419	90,8	0,77441392
88,20	0,93583296	88,07	0,99854569	89,72	0,98414562	88,8	0,80907095
86,20	0,98286751	86,07	0,96718932	87,72	0,96844705	86,8	0,98235614
84,20	0,99854569	84,07	0,99854569	85,72	0,96844705	84,8	0,99968465
82,20	0,96718932	83,07	0,92015478	83,72	0,98414562	82,8	0,98235614
81,70	0,90447659	82,07	0,90447659	82,72	0,95274848	81,8	0,98235614
81,20	0,74769476	81,07	0,90447659	81,72	0,82715991	80,8	0,96502762
80,20	0,76337294	80,07	0,92015478	80,72	0,6701742	80,3	0,70509985
79,70	0,4341311	79,07	0,90447659	79,72	0,65447563	79,8	0,54914318
79,20	0,4341311	78,57	0,90447659	79,47	0,35620278	79,3	0,35852948
78,70	0,340062	78,07	0,65362566			78,8	0,13325875
78,20	0,29302745	77,57	0,46548746				
77,70	0,23031472	77,07	0,41845292				
77,20	0,18328017	76,57	0,35574018				
76,20	0,10488925	76,07	0,27734927				
		75,57	0,23031472				
		75,07	0,23031472				
		74,57	0,12056744				

Annexe 25

Teneurs en lanthanides naturels dans les eaux du Val d'Orléans

-Loire

-Nappe alluviale (X et Z)

-Résurgences du réseau karstique du Val
d'Orléans

Teneurs (ppb) en lanthanides naturels dans l'eau de la Loire et des résurgences du réseau karstique du Val d'Orléans.

Les échantillons sont filtrés à 0,22 µm et concentrés environ 10 fois par évaporation

LOIRE

Date	Loire Beaugency		Loire Orléans	Loire Sandillon	Loire Jargeau	
	19/04/01	04/06/01	19/04/01	25/05/01	19/04/01	04/06/01
La	0,0389	0,0161	0,0456	0,0197	0,0454	0,0154
Ce	0,0695	0,0204	0,0716	0,0237	0,0809	0,0217
Pr	0,0110	0,0041	0,0121	0,0045	0,0126	0,0042
Nd	0,0459	0,0181	0,0538	0,0178	0,0518	0,0176
Sm	0,0099	0,0059	0,0118	0,0052	0,0109	0,0050
Eu						
Gd	0,0105	0,0060	0,0112	0,0053	0,0114	0,0050
Tb	0,0017	0,0008	0,0018	0,0008	0,0017	0,0009
Dy	0,0083	0,0058	0,0106	0,0040	0,0101	0,0048
Ho	0,0019	0,0013	0,0021	0,0011	0,0021	0,0012
Er	0,0059	0,0052	0,0070	0,0037	0,0058	0,0041
Tm	0,0010	0,0007	0,0012	0,0007	0,0011	0,0008
Yb	0,0057	0,0047	0,0071	0,0043	0,0060	0,0043
Lu	0,0012	0,0009	0,0014	0,0009	0,0012	0,0011

EXUTOIRES DU RESEAU KARSTIQUE

Date	Le Bouillon		La Pie	Les Clouseaux	Saint-Nicolas	Eaux Bleues
	20/04/01	04/06/01	04/06/01	04/06/01	04/06/01	04/06/01
La	0,0137	0,0222	0,0076	0,0054	0,0089	0,0076
Ce	0,0229	0,0214	0,0048	0,0045	0,0053	0,0028
Pr	0,0039	0,0051	0,0020	0,0017	0,0022	0,0010
Nd	0,0192	0,0223	0,0093	0,0076	0,0100	0,0046
Pm						
Sm	0,0043	0,0095	0,0036	0,0030	0,0037	0,0048
Eu						
Gd	0,0055	0,0059	0,0041	0,0036	0,0045	0,0043
Tb	0,0005	0,0011	0,0005	0,0006	0,0006	0,0003
Dy	0,0046	0,0081	0,0034	0,0030	0,0036	0,0008
Ho	0,0011	0,0017	0,0011	0,0009	0,0011	0,0004
Er	0,0046	0,0063	0,0043	0,0047	0,0047	0,0019
Tm	0,0007	0,0010	0,0006	0,0007	0,0009	0,0003
Yb	0,0053	0,0068	0,0050	0,0050	0,0053	0,0023
Lu	0,0012	0,0014	0,0009	0,0012	0,0012	0,0003

Teneurs (ppb) en lanthanides naturels dans l'eau de la nappe alluviale sur la carrière de Sandillon.

Les échantillons sont filtrés à 0,22 µm. Seul Z est concentré environ 10 fois par évaporation

NAPPE ALLUVIALE

Date	Z	Y	X			
	13/05/01	25/05/01	21/01/01	29/01/01	12/03/01	17/03/01
La	0,0118	0,102	0,038	0,061	0,410	0,730
Ce	0,0063	0,038	0,037	0,031	0,280	0,403
Pr	0,0025	0,033	0,008	0,014	0,148	0,250
Nd	0,0121	0,145	0,054	0,092	0,730	1,120
Sm	0,0040	0,034	0,013	0,016	0,166	0,275
Eu						
Gd	0,0051	0,034	0,011	0,022	0,161	0,275
Tb	0,0008	0,006	<LD	<LD	0,019	0,033
Dy	0,0063	0,026	0,011	0,015	0,110	0,188
Ho	0,0018	0,008	<LD	<LD	0,022	0,038
Er	0,0071	0,026	<LD	0,013	0,080	0,122
Tm	0,0012	0,003	<LD	<LD	0,006	0,016
Yb	0,0093	0,018	<LD	0,010	0,076	0,117
Lu	0,0014	0,004	<LD	<LD	0,013	0,020

Date	X					
	08/04/01	22/04/01	01/05/01	08/05/01	13/05/01	04/06/01
La	2,490	2,500	2,724	2,690	3,990	0,979
Ce	1,260	1,360	1,620	1,400	2,790	0,706
Pr	0,820	0,858	0,884	0,858	1,340	0,348
Nd	3,590	3,865	4,055	4,120	6,260	1,780
Sm	0,825	0,920	0,903	0,900	1,410	0,426
Eu						
Gd	0,840	0,916	0,880	0,900	1,440	0,467
Tb	0,111	0,116	0,113	0,117	0,178	0,068
Dy	0,589	0,646	0,603	0,620	0,960	0,375
Ho	0,124	0,130	0,124	0,126	0,196	0,082
Er	0,370	0,393	0,383	0,381	0,591	0,256
Tm	0,050	0,051	0,051	0,054	0,082	0,037
Yb	0,335	0,366	0,356	0,350	0,555	0,250
Lu	0,057	0,060	0,058	0,061	0,095	0,048

Teneurs (ppb) en lanthanides naturels dans l'eau de la nappe alluviale dans le piézomètre X.
Variations des teneurs avec la filtration

ESSAIS DE FILTRATION SUR X (prélèvement du 1/05/01)

Porosité filtre	0,02 µm	0,1 µm	0,22 µm	0,45 µm
La	1,14	1,66	2,72	3,40
Ce	0,703	0,999	1,62	3,43
Pr	0,423	0,583	0,884	1,07
Nd	2,13	2,81	4,06	4,71
Sm	0,470	0,618	0,903	1,068
Eu				
Gd	0,458	0,619	0,880	1,014
Tb	0,062	0,079	0,113	0,130
Dy	0,347	0,448	0,603	0,710
Ho	0,076	0,092	0,124	0,137
Er	0,233	0,285	0,383	0,410
Tm	0,032	0,041	0,051	0,054
Yb	0,225	0,272	0,356	0,360
Lu	0,042	0,048	0,058	0,062

ESSAIS DE FILTRATION SUR X (Comparaison des filtrations à 0,02 µm et 0,22 µm)

	08/05/01		13/05/01		04/06/01	
	0,02 µm	0,22 µm	0,02 µm	0,22 µm	0,02 µm	0,22 µm
La	1,725	2,69	1,95	3,99	0,738	0,979
Ce	0,883	1,4	1,43	2,79	0,503	0,706
Pr	0,594	0,858	0,73	1,34	0,271	0,348
Nd	2,9	4,12	3,55	6,26	1,41	1,78
Sm	0,62	0,9	0,79	1,41	0,33	0,426
Eu						
Gd	0,61	0,9	0,81	1,44	0,373	0,467
Tb	0,084	0,117	0,103	0,178	0,052	0,068
Dy	0,465	0,62	0,57	0,96	0,29	0,375
Ho	0,098	0,126	0,126	0,196	0,066	0,082
Er	0,293	0,381	0,388	0,591	0,215	0,256
Tm	0,042	0,054	0,054	0,082	0,031	0,037
Yb	0,29	0,35	0,381	0,555	0,215	0,25
Lu	0,05	0,061	0,071	0,095	0,038	0,048

Annexe 26

Résultats des traçages dans la nappe du calcaire

- Traçage du 20/4/00 à l'uranine
- Traçage du 14/6/00 aux lanthanides
- Traçage du lac par Dy-DTPA (15/6/00)

Traçage à l'uranine du 20/4/00 en CA1 - Calcul des DTS à la source du Bouillon.

TRACAGE DU PIEZOMETRE CA1 (SANDILLON - LOIRET) CALCUL DES PARAMETRES DU TRANSIT Masse d'uranine injectée en g : 500,00 Injection dans le piézomètre CA1, à - 25 m, le 20 avril 2000 à 11h50 HE. Restitution à la source du Bouillon (Orléans - Loiret)											
Distance apparente (en m) :		6325	m	Débit constant adopté pour le calcul de S (en l/s) = 250				l/s			
temps moyen de séjour :		45,86	heures	Vmoy = 143,7		m/h		intégrale DTS :		1	
Masse restituée :		14,46	g	Vapp = 137,9		m/h					
% restitué :		2,89%		Section moyenne du drain =		6,5		m²			
temps min.	concentration ng/ml	débit l/s	flux ng/s	Masse restituée ng	dts = h(t) s-1	integrale DTS	t*(h)	integrale t*(h(t) = temps moyen de séjour en h	1/t*(h)	intégrale 1/t*(h(t) = V moy. de transit en m/s	
0	0,000	250	0,00	0,00	0	0	0	0	0,000E+00	0,000E+00	
1810	0,000	250	0,00	0,00	0	0	0	0	1,125E-11	2,025E-08	
1870	0,073	250	18250	32850000	1,262E-06	0,002271902	0,142	255	8,959E-12	3,637E-08	
1930	0,060	250	15000	59850000	1,037E-06	0,004139219	0,120	471	2,563E-11	6,226E-08	
1990	0,177	250	44250	106850000	3,060E-06	0,007375901	0,365	874	4,006E-11	1,182E-07	
2050	0,285	250	71250	207900000	4,928E-06	0,014378339	0,606	1749	6,405E-11	1,874E-07	
2110	0,469	250	117250	339300000	8,109E-06	0,023465947	1,027	2939	8,672E-11	2,714E-07	
2170	0,653	250	163250	504900000	1,129E-05	0,034918824	1,470	4494	1,116E-10	3,571E-07	
2230	0,864	250	216000	682650000	1,494E-05	0,047211992	1,999	6244	1,229E-10	4,223E-07	
2290	0,977	250	244250	828450000	1,689E-05	0,057295503	2,321	7776	1,262E-10	4,484E-07	
2350	1,029	250	257250	902700000	1,779E-05	0,062430624	2,509	8693	1,261E-10	4,542E-07	
2410	1,055	250	263750	937800000	1,824E-05	0,064858136	2,638	9263	1,216E-10	4,459E-07	
2470	1,042	250	260500	943650000	1,802E-05	0,065262721	2,670	9554	1,121E-10	4,206E-07	
2530	0,984	250	246000	911700000	1,701E-05	0,063053063	2,583	9455	1,025E-10	3,862E-07	
2590	0,921	250	230250	857250000	1,592E-05	0,059287307	2,475	9103	9,493E-11	3,553E-07	
2650	0,873	250	218250	807300000	1,509E-05	0,055832771	2,400	8774	7,837E-11	3,119E-07	
2710	0,737	250	184250	724500000	1,274E-05	0,050106333	2,072	8049	6,689E-11	2,615E-07	
2770	0,643	250	160750	621000000	1,112E-05	0,042948286	1,848	7055	6,120E-11	2,306E-07	
2830	0,601	250	150250	559800000	1,039E-05	0,038715701	1,764	6502	4,966E-11	2,001E-07	
2890	0,501	250	125250	495900000	8,662E-06	0,034296385	1,502	5880	4,767E-11	1,757E-07	
2950	0,488	250	122000	445050000	8,438E-06	0,030779605	1,493	5392	3,581E-11	1,503E-07	
3010	0,374	250	93500	387900000	6,466E-06	0,026827118	1,168	4790	3,201E-11	1,221E-07	
3070	0,341	250	85250	321750000	5,896E-06	0,022252192	1,086	4057	2,661E-11	1,055E-07	
3130	0,289	250	72250	283500000	4,997E-06	0,019606826	0,938	3644	2,177E-11	8,708E-08	
3190	0,241	250	60250	238500000	4,167E-06	0,016494631	0,798	3125	2,244E-11	2,653E-08	
3210	0,250	250	62500	73650000	4,322E-06	0,005093625	0,833	978	1,695E-11	1,654E-07	
3350	0,197	250	49250	469350000	3,406E-06	0,03246019	0,685	6372	1,038E-11	9,838E-08	
3470	0,125	250	31250	289800000	2,161E-06	0,020042533	0,450	4085	8,428E-12	6,771E-08	
3590	0,105	250	26250	207000000	1,815E-06	0,014316095	0,391	3028	6,525E-12	5,383E-08	
3710	0,084	250	21000	170100000	1,452E-06	0,011764096	0,323	2572	3,837E-12	3,730E-08	
3830	0,051	250	12750	121500000	8,818E-07	0,008402925	0,203	1893	3,246E-12	2,550E-08	
3950	0,045	250	11125	85950000	7,694E-07	0,005944292	0,182	1386	2,690E-12	2,137E-08	
4070	0,038	250	9500	74250000	6,570E-07	0,005135121	0,160	1234	2,476E-12	1,860E-08	
4190	0,036	250	9000	66600000	6,224E-07	0,004606048	0,156	1141	2,808E-12	1,902E-08	
4310	0,042	250	10500	70200000	7,262E-07	0,004855024	0,188	1239	2,537E-12	1,924E-08	
4430	0,039	250	9750	72900000	6,743E-07	0,005041755	0,179	1321	2,660E-12	1,871E-08	
4550	0,042	250	10500	72900000	7,262E-07	0,005041755	0,198	1359	3,085E-12	2,068E-08	
4670	0,050	250	12500	82800000	8,645E-07	0,005726438	0,242	1586	7,219E-13	1,371E-08	
4790	0,012	250	3000	55800000	2,075E-07	0,003859121	0,060	1087	1,409E-12	7,670E-09	
4910	0,024	250	6000	32400000	4,150E-07	0,00224078	0,122	655	1,661E-12	1,105E-08	
5030	0,029	250	7250	47700000	5,014E-07	0,003298926	0,151	985	8,953E-13	9,204E-09	
5150	0,016	250	4000	40500000	2,766E-07	0,002800975	0,085	853	1,367E-12	8,144E-09	
5270	0,025	250	6250	36900000	4,322E-07	0,002552	0,137	800	5,881E-13	7,038E-09	
5390	0,011	250	2750	32400000	1,902E-07	0,00224078	0,062	713	1,935E-12	9,083E-09	
5510	0,037	250	9250	43200000	6,397E-07	0,002987707	0,211	983	3,583E-13	8,256E-09	
5630	0,007	250	1750	39600000	1,210E-07	0,002738731	0,041	909	4,009E-13	2,733E-09	
5750	0,008	250	2000	13500000	1,383E-07	0,000933658	0,048	319	7,364E-13	4,094E-09	
5870	0,015	250	3750	20700000	2,593E-07	0,00143161	0,091	501	1,924E-13	3,344E-09	
5990	0,004	250	1000	17100000	6,916E-08	0,001182634	0,025	418	3,301E-13	1,881E-09	
6110	0,007	250	1750	9900000	1,210E-07	0,000684683	0,044	249	9,251E-14	1,522E-09	
6230	0,002	250	500	8100000	3,458E-08	0,000560195	0,013	206	4,538E-14	4,964E-10	
6350	0,001	250	250	2700000	1,729E-08	0,000186732	0,007	70	0,000E+00	1,634E-10	
6470	0,000	500	0	900000	0	6,22439E-05	0	24			

Traçage à l'urinine du 20/4/01 en CA1 - Calcul des DTS au captage du Theuriet

TRACAGE DU PIEZOMETRE CA1 (SANDILLON - LOIRET) CALCUL DES PARAMETRES DU TRANSIT Masse d'urinine injectée en g : 500,00 Injection dans le piézomètre, à - 25 m, le 20 avril 2000 à 11h50 HE. Restitution au captage A.E.P. du puits Theuriet (Orléans - Loiret)												
Distance apparente (en m) :		6490	m	Débit constant adopté pour le calcul de S (en l/s) = 110				l/s				
temps moyen de séjour :		89,55	heures	Vmoy =	75,9	m/h	intégrale DTS :	1				
Masse restituée :		1,37	g	Vapp =	72,5	m/h						
% restitué :		0,27%	Section moyenne du drain =		5,5	m²						
temps min.	concentration ng/ml	débit l/s	flux ng/s	Masse restituée ng	dts = h(t) s-1	integrale DTS	t*(h) = temps moyen de séjour en h	integrale t*(h(t) 1/t*(h(t))	integrale 1/t*(h(t)) = V moy. de transit en m/s			
0	0,000	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3085	0,000	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3205	0,008	110	860	3168000	6,413E-07	0,00231	0,12333	444	3,335E-12	1,201E-08		
3325	0,014	110	1540	8712000	1,122E-06	0,00635	0,22391	1250	5,626E-12	3,226E-08		
3445	0,013	110	1430	10692000	1,042E-06	0,00779	0,21542	1582	5,042E-12	3,840E-08		
3565	0,023	110	2530	14256000	1,844E-06	0,01039	0,39440	2195	8,620E-12	4,918E-08		
3685	0,034	110	3740	22572000	2,726E-06	0,01645	0,60265	3589	1,233E-11	7,541E-08		
3805	0,040	110	4400	29304000	3,207E-06	0,02136	0,73208	4805	1,405E-11	9,495E-08		
3925	0,042	110	4620	32472000	3,367E-06	0,02367	0,79293	5490	1,430E-11	1,020E-07		
4045	0,045	110	4950	34452000	3,608E-06	0,02511	0,87554	6006	1,486E-11	1,050E-07		
4165	0,052	110	5720	38412000	4,169E-06	0,02799	1,04175	6902	1,668E-11	1,136E-07		
4285	0,066	110	7260	46728000	5,291E-06	0,03405	1,36032	8647	2,058E-11	1,341E-07		
4405	0,065	110	7150	51976000	5,211E-06	0,03781	1,37722	9855	1,972E-11	1,451E-07		
4525	0,080	110	8800	57420000	6,413E-06	0,04185	1,74122	11226	2,362E-11	1,560E-07		
4645	0,071	110	7810	59796000	5,692E-06	0,04358	1,58632	11979	2,042E-11	1,586E-07		
4765	0,073	110	8030	57024000	5,852E-06	0,04156	1,67314	11734	2,047E-11	1,472E-07		
4885	0,078	110	8580	59796000	6,253E-06	0,04358	1,83276	12621	2,133E-11	1,505E-07		
5005	0,075	110	8250	60588000	6,013E-06	0,04416	1,80556	13098	2,002E-11	1,489E-07		
5125	0,073	110	8030	58608000	5,852E-06	0,04271	1,79954	12978	1,903E-11	1,406E-07		
5245	0,079	110	8690	60192000	6,333E-06	0,04387	1,99305	13653	2,012E-11	1,410E-07		
5365	0,069	110	7590	58608000	5,532E-06	0,04271	1,78059	13585	1,718E-11	1,343E-07		
5485	0,070	110	7700	55044000	5,612E-06	0,04012	1,84680	13059	1,705E-11	1,232E-07		
5605	0,069	110	7590	55044000	5,532E-06	0,04012	1,86025	13345	1,645E-11	1,206E-07		
5725	0,063	110	6930	52272000	5,051E-06	0,03810	1,73485	12942	1,470E-11	1,121E-07		
5845	0,053	110	5830	45936000	4,249E-06	0,03348	1,49007	11610	1,212E-11	9,655E-08		
5965	0,054	110	5940	42372000	4,329E-06	0,03088	1,54935	10942	1,210E-11	8,716E-08		
6085	0,042	110	4620	22176000	3,367E-06	0,01616	1,21919	5814	9,299E-12	4,493E-08		
6130	0,036	110	3960	24453000	2,886E-06	0,01782	1,06147	6500	7,847E-12	4,886E-08		
6250	0,034	110	3740	27720000	2,726E-06	0,02020	1,02213	7501	7,268E-12	5,441E-08		
6370	0,032	110	3520	26136000	2,565E-06	0,01905	0,98047	7209	6,712E-12	5,033E-08		
6490	0,031	110	3410	24948000	2,485E-06	0,01818	0,96772	7014	6,382E-12	4,714E-08		
6610	0,036	110	3960	26532000	2,886E-06	0,01934	1,14459	7604	7,277E-12	4,917E-08		
6730	0,024	110	2640	23760000	1,924E-06	0,01732	0,77691	6917	4,765E-12	4,335E-08		
6850	0,024	110	2640	19008000	1,924E-06	0,01385	0,79076	5644	4,681E-12	3,401E-08		
6970	0,025	110	2750	19404000	2,004E-06	0,01414	0,83814	5864	4,792E-12	3,411E-08		
7090	0,025	110	2750	19800000	2,004E-06	0,01443	0,85257	6087	4,711E-12	3,421E-08		
7210	0,016	110	1760	16236000	1,283E-06	0,01183	0,55488	5067	2,965E-12	2,763E-08		
7330	0,014	110	1540	11880000	1,122E-06	0,00866	0,49360	3775	2,552E-12	1,986E-08		
7450	0,019	110	2090	13068000	1,523E-06	0,00952	0,68086	4228	3,408E-12	2,145E-08		
7570	0,009	110	990	11088000	7,215E-07	0,00808	0,32771	3631	1,589E-12	1,799E-08		
7690	0,009	110	990	7128000	7,215E-07	0,00519	0,33290	2378	1,564E-12	1,135E-08		
7810	0,007	110	770	6336000	5,612E-07	0,00462	0,26296	2145	1,198E-12	9,941E-09		
7930	0,008	110	880	5940000	6,413E-07	0,00433	0,30515	2045	1,348E-12	9,164E-09		
8050	0,006	110	660	5544000	4,810E-07	0,00404	0,23232	1935	9,959E-13	8,438E-09		
8170	0,007	110	770	5148000	5,612E-07	0,00375	0,27508	1827	1,145E-12	7,706E-09		
8290	0,007	110	770	5544000	5,612E-07	0,00404	0,27912	1995	1,128E-12	8,183E-09		
8410	0,007	110	770	5544000	5,612E-07	0,00404	0,28316	2024	1,112E-12	8,065E-09		
8530	0,006	110	660	5148000	4,810E-07	0,00375	0,24618	1906	9,398E-13	7,387E-09		
8650	0,003	110	330	3564000	2,405E-07	0,00260	0,12482	1336	4,634E-13	5,052E-09		
8770	0,002	110	220	1980000	1,603E-07	0,00144	0,08437	753	3,047E-13	2,765E-09		
8890	0,002	110	220	1584000	1,603E-07	0,00115	0,08552	612	3,006E-13	2,179E-09		
8980	0,002	110	220	1188000	1,603E-07	0,00087	0,08639	464	2,976E-13	1,615E-09		
9010	0,003	110	330	495000	2,405E-07	0,00036	0,13001	195	4,449E-13	6,682E-10		
9130	0,003	110	330	2376000	2,405E-07	0,00173	0,13175	942	4,390E-13	3,182E-09		
9250	0,002	110	220	1980000	1,603E-07	0,00144	0,08899	795	2,889E-13	2,621E-09		
9370	0,001	110	110	1188000	8,017E-08	0,00087	0,04507	483	1,426E-13	1,553E-09		
9490	0,008	110	880	3564000	6,413E-07	0,00260	0,36518	1477	1,126E-12	4,568E-09		
9610	0,002	110	220	3960000	1,603E-07	0,00289	0,09245	1647	2,781E-13	5,056E-09		
9730	0,001	110	110	1188000	8,017E-08	0,00087	0,04680	501	1,373E-13	1,495E-09		
9850	0,001	110	110	792000	8,017E-08	0,00058	0,04738	339	1,356E-13	9,827E-10		
9970	0,000	110	0	396000	0,000E+00	0,00029	0,00000	171	0,000E+00	4,883E-10		

Traçages d'Avril 2000: Evolution des teneurs en traceurs dans les piézomètres d'injection

CA1		CA1		CA5	
Temps relatif (mn)	Naphthionate (ng/mL)	Temps relatif (mn)	Uranine (ng/mL)	Temps relatif (mn)	SulfoRh G (ng/mL)
220	12070	70	4011	195	14230
385	6949	170	1195	425	29270
1295	430,3	685	2297	1265	4021
1535	1976	1360	1774	1520	2290
1730	1562	1810	1177	1705	2392
1955	10010	2920	712,9	2915	48590
2935	5660	5920	1570	4220	16610
4235	1338	8900	1245	5610	14730
4355	1086	11920	473,7	7175	22060
4455	323	19000	255	10175	63760
4970	521	38950	177,6	13175	19200
5645	249	38950	589,3	16175	7376
6095	2510	38980	1602	23270	159,7
10205	79	80440	4,214	45950	2128
13185	219			84660	142,5
16205	158,5			85365	5270
23285	46,3				
43235	58				
43235	2274				
43265	9032				

Traçage de Juin: injection en CA1. Calcul des DTS à la source du Bouillon pour le Samarium

**TRACAGE DU PIEZOMETRE CA1 (SANDILLON - LOIRET)
CALCUL DES PARAMETRES DU TRANSIT**

Masse de Samarium injectée en g : 373,00

Injection dans le piézomètre CA1, à - 23 m, le 14 juin 2000 à 22h25 HE.

Restitution à la source du Bouillon (Orléans - Loiret)

Distance apparente (en m) :	6325	m	Débit constant adopté pour le calcul de S (en l/s) =	250	l/s
temps moyen de séjour :	54,14	heures	Vmoy =	128,3	m/h
Masse restituée :	3,05	g	Vapp =	116,8	m/h
% restitué :	0,82%		Section moyenne du drain =	7,7	m ²
					intégrale DTS : 1

temps min.	concentration ng/ml	débit l/s	flux ng/s	Masse restituée ng	dts = h(t) s-1	intégrale DTS	t*(h) s	intégrale t*(h(t) = temps moyen de séjour en h	intégrale 1/t*(h(t) = V moy. de transit en m/s	
0	0,000	250	0	0	0	0	0	0	0	
1790	0,000	250	0	0	0	0	0	0	0	
1835	0,001	250	198	266891	6,488E-08	8,759E-05	0,007	10	5,893E-13	7,956E-10
1880	0,003	250	843	1405332	2,768E-07	4,612E-04	0,031	52	2,454E-12	4,108E-09
1925	0,013	250	3304	5599281	1,084E-06	1,838E-03	0,125	211	9,389E-12	1,599E-08
1970	0,029	250	7217	14204421	2,369E-06	4,662E-03	0,280	547	2,004E-11	3,973E-08
2015	0,041	250	10129	23417875	3,324E-06	7,686E-03	0,402	921	2,750E-11	6,417E-08
2060	0,070	250	17385	37144658	5,706E-06	1,219E-02	0,705	1495	4,616E-11	9,944E-08
2105	0,069	250	17221	46718694	5,652E-06	1,533E-02	0,714	1916	4,475E-11	1,227E-07
2150	0,102	250	25408	57549281	8,339E-06	1,889E-02	1,076	2416	6,464E-11	1,477E-07
2195	0,121	250	30150	75003290	9,895E-06	2,462E-02	1,303	3212	7,513E-11	1,887E-07
2240	0,128	250	31941	83822905	1,048E-05	2,751E-02	1,409	3661	7,800E-11	2,067E-07
2285	0,144	250	35893	91575602	1,178E-05	3,005E-02	1,615	4082	8,592E-11	2,213E-07
2330	0,148	250	37035	98452626	1,215E-05	3,231E-02	1,699	4474	8,694E-11	2,334E-07
2375	0,160	250	40044	104057241	1,314E-05	3,415E-02	1,873	4822	9,223E-11	2,419E-07
2420	0,175	250	43721	113083189	1,435E-05	3,711E-02	2,084	5341	9,882E-11	2,579E-07
2450	0,160	250	40000	75349025	1,313E-05	2,473E-02	1,930	3612	8,931E-11	1,693E-07
2510	0,158	250	39500	143100000	1,296E-05	4,697E-02	1,952	6988	8,608E-11	3,157E-07
2570	0,142	250	35500	135000000	1,165E-05	4,431E-02	1,797	6748	7,556E-11	2,910E-07
2630	0,125	250	31250	120150000	1,026E-05	3,943E-02	1,618	6147	6,499E-11	2,530E-07
2690	0,101	250	25250	101700000	8,287E-06	3,338E-02	1,338	5321	5,134E-11	2,094E-07
2750	0,099	250	24750	90000000	8,123E-06	2,954E-02	1,340	4820	4,923E-11	1,810E-07
2810	0,089	250	22250	84600000	7,302E-06	2,777E-02	1,231	4629	4,331E-11	1,666E-07
2870	0,078	250	19500	75150000	6,400E-06	2,466E-02	1,102	4200	3,717E-11	1,449E-07
2930	0,077	250	19250	69750000	6,318E-06	2,289E-02	1,111	3983	3,594E-11	1,316E-07
2990	0,065	250	16250	63900000	5,333E-06	2,097E-02	0,957	3721	2,973E-11	1,182E-07
3050	0,054	250	13500	53550000	4,431E-06	1,758E-02	0,811	3182	2,421E-11	9,709E-08
3110	0,060	250	15000	51300000	4,923E-06	1,684E-02	0,919	3113	2,638E-11	9,107E-08
3170	0,060	250	15000	54000000	4,923E-06	1,772E-02	0,936	3339	2,588E-11	9,408E-08
3230	0,054	250	13500	51300000	4,431E-06	1,684E-02	0,859	3231	2,286E-11	8,774E-08
3290	0,032	250	8000	38700000	2,626E-06	1,270E-02	0,518	2479	1,330E-11	6,509E-08
3350	0,053	250	13250	38250000	4,349E-06	1,255E-02	0,874	2506	2,163E-11	6,288E-08
3410	0,052	250	13000	47250000	4,267E-06	1,551E-02	0,873	3145	2,085E-11	7,648E-08
3470	0,048	250	12000	45000000	3,938E-06	1,477E-02	0,820	3047	1,892E-11	7,159E-08
3530	0,050	250	12500	44100000	4,102E-06	1,447E-02	0,869	3040	1,937E-11	6,891E-08
3590	0,055	250	13750	47250000	4,513E-06	1,551E-02	0,972	3314	2,095E-11	7,258E-08
3650	0,034	250	8500	40050000	2,790E-06	1,314E-02	0,611	2849	1,274E-11	6,064E-08
3710	0,024	250	6000	28100000	1,969E-06	8,566E-03	0,438	1889	8,846E-12	3,885E-08
3770	0,025	250	6250	22050000	2,051E-06	7,237E-03	0,464	1624	9,068E-12	3,225E-08
3830	0,025	250	6250	22500000	2,051E-06	7,384E-03	0,471	1684	8,926E-12	3,239E-08
3935	0,028	250	7000	41737500	2,297E-06	1,370E-02	0,542	3193	9,731E-12	5,879E-08
4055	0,029	250	7250	51300000	2,379E-06	1,684E-02	0,579	4037	9,780E-12	7,024E-08
4175	0,039	250	9750	61200000	3,200E-06	2,009E-02	0,802	4970	1,277E-11	8,119E-08
4295	0,027	250	6750	59400000	2,215E-06	1,949E-02	0,571	4941	8,597E-12	7,693E-08
4415	0,027	250	6750	48600000	2,215E-06	1,595E-02	0,587	4168	8,363E-12	6,105E-08
4535	0,031	250	7750	52200000	2,544E-06	1,713E-02	0,692	4604	9,348E-12	6,376E-08
4655	0,029	250	7250	54000000	2,379E-06	1,772E-02	0,665	4884	8,519E-12	6,432E-08
4775	0,014	250	3500	38700000	1,149E-06	1,270E-02	0,329	3577	4,009E-12	4,510E-08
4895	0,015	250	3750	26100000	1,231E-06	8,566E-03	0,361	2486	4,190E-12	2,952E-08
5015	0,016	250	4000	27900000	1,313E-06	9,157E-03	0,395	2723	4,363E-12	3,079E-08
5135	0,016	250	4000	28800000	1,313E-06	9,452E-03	0,404	2878	4,261E-12	3,105E-08
5255	0,007	250	1750	20700000	5,743E-07	6,794E-03	0,181	2108	1,822E-12	2,190E-08
5375	0,005	250	1250	10800000	4,102E-07	3,545E-03	0,132	1128	1,272E-12	1,114E-08
5495	0,012	250	3000	15300000	9,846E-07	5,021E-03	0,325	1645	2,986E-12	1,533E-08
5615	0,010	250	2500	19800000	8,205E-07	6,498E-03	0,276	2164	2,435E-12	1,952E-08
5735	0,020	250	5000	27000000	1,641E-06	8,861E-03	0,565	3028	4,769E-12	2,594E-08
5855	0,016	250	4000	32400000	1,313E-06	1,063E-02	0,461	3693	3,737E-12	3,062E-08
5975	0,018	250	4500	30600000	1,477E-06	1,004E-02	0,529	3566	4,120E-12	2,828E-08
6095	0,003	250	750	18900000	2,461E-07	6,203E-03	0,090	2230	6,731E-13	1,725E-08
6215	0,012	250	3000	13500000	9,846E-07	4,431E-03	0,367	1646	2,640E-12	1,193E-08
6335	0,024	250	6000	32400000	1,969E-06	1,063E-02	0,748	4016	5,181E-12	2,816E-08
6455	0,012	250	3000	32400000	9,846E-07	1,063E-02	0,381	4067	2,542E-12	2,780E-08
6535	0,004	250	1000	9600000	3,282E-07	3,151E-03	0,129	1224	8,370E-13	8,110E-09
6575	0,000	250	0	1200000	0	3,938E-04	0,000	154	0	1,004E-09

Traçage de Juin 2000 en CA1: calcul des DTS au Bouillon pour l'erbium

TRACAGE DU PIEZOMETRE CA1 (SANDILLON - LOIRET)											
CALCUL DES PARAMETRES DU TRANSIT											
Masse d'Erbium injectée en g : 500,00											
Injection dans le piézomètre CA1, à - 23 m, le 14 juin 2000 à 22h25 HE.											
Restitution à la source du Bouillon (Orléans - Loiret)											
Distance apparente (ε	6325	m	Débit constant adopté pour le calcul de S (en l/s) = 250				l/s				
temps moyen de séj	48,69	heures	V _{moy} = 138,8		m/h	intégrale DTS :		1			
Masse restituée	8,46	g	V _{app} = 129,9		m/h						
% restitué :	1,69%	Section moyenne du drain =		6,9							
temps min.	concentration ng/ml	débit l/s	flux ng/s	Masse restituée ng	dts = h(t) s-1	integrale DTS	t*h(t)	integrale t*h(t) = temps moyen de séjour en h	1/t*h(t)	integrale 1/t*h(t) = V moy. de transit en m/s	
0	0,000	250	0	0	0	0	0	0	0	0	
1790	0,000	250	0	0	0	0	0	0	0	0	
1835	0,001	250	194	262552	2,299E-08	3,103E-05	0,003	3	2,088E-13	2,819E-10	
1880	0,019	250	4787	6725620	5,659E-07	7,950E-04	0,064	90	5,017E-12	7,054E-09	
1925	0,051	250	12737	23657373	1,505E-06	2,796E-03	0,174	321	1,303E-11	2,437E-08	
1970	0,102	250	25526	51654025	3,017E-06	6,106E-03	0,357	716	2,553E-11	5,206E-08	
2015	0,156	250	39060	87190281	4,617E-06	1,031E-02	0,558	1235	3,819E-11	8,601E-08	
2060	0,227	250	56744	129335488	6,707E-06	1,529E-02	0,829	1873	5,427E-11	1,248E-07	
2105	0,294	250	73400	175694999	8,676E-06	2,077E-02	1,096	2598	6,866E-11	1,660E-07	
2150	0,373	250	93309	225057485	1,103E-05	2,660E-02	1,423	3400	8,550E-11	2,082E-07	
2195	0,438	250	109606	273935956	1,296E-05	3,238E-02	1,706	4224	9,837E-11	2,482E-07	
2240	0,461	250	115183	303465273	1,361E-05	3,587E-02	1,830	4774	1,013E-10	2,696E-07	
2285	0,502	250	125576	325024752	1,484E-05	3,842E-02	2,035	5218	1,083E-10	2,829E-07	
2330	0,521	250	130276	345401296	1,540E-05	4,083E-02	2,153	5654	1,101E-10	2,949E-07	
2375	0,573	250	143245	369254293	1,693E-05	4,365E-02	2,413	6164	1,188E-10	3,091E-07	
2420	0,568	250	142036	385128951	1,679E-05	4,552E-02	2,438	6548	1,156E-10	3,165E-07	
2450	0,529	250	132250	246856953	1,563E-05	2,918E-02	2,298	4262	1,063E-10	1,998E-07	
2510	0,514	250	128500	469350000	1,519E-05	5,548E-02	2,287	8254	1,009E-10	3,730E-07	
2570	0,485	250	121250	449550000	1,433E-05	5,314E-02	2,210	8095	9,294E-11	3,488E-07	
2630	0,425	250	106250	409500000	1,256E-05	4,840E-02	1,982	7545	7,959E-11	3,106E-07	
2690	0,376	250	94000	360450000	1,111E-05	4,261E-02	1,793	6795	6,884E-11	2,672E-07	
2750	0,337	250	84250	320850000	9,959E-06	3,793E-02	1,643	6186	6,035E-11	2,326E-07	
2810	0,304	250	76000	288450000	8,983E-06	3,410E-02	1,515	5684	5,328E-11	2,045E-07	
2870	0,255	250	63750	251550000	7,535E-06	2,973E-02	1,298	5062	4,376E-11	1,747E-07	
2930	0,241	250	60250	223200000	7,122E-06	2,638E-02	1,252	4589	4,051E-11	1,517E-07	
2990	0,194	250	48500	195750000	5,733E-06	2,314E-02	1,028	4105	3,196E-11	1,304E-07	
3050	0,161	250	40250	159750000	4,758E-06	1,888E-02	0,871	3418	2,600E-11	1,043E-07	
3110	0,180	250	45000	153450000	5,319E-06	1,814E-02	0,993	3354	2,851E-11	9,811E-08	
3170	0,134	250	33500	141300000	3,960E-06	1,670E-02	0,753	3142	2,082E-11	8,878E-08	
3230	0,139	250	34750	122850000	4,108E-06	1,452E-02	0,796	2789	2,119E-11	7,562E-08	
3290	0,113	250	28250	113400000	3,339E-06	1,340E-02	0,659	2619	1,692E-11	6,860E-08	
3350	0,113	250	28250	101700000	3,339E-06	1,202E-02	0,671	2395	1,661E-11	6,035E-08	
3410	0,118	250	29500	103950000	3,487E-06	1,229E-02	0,713	2492	1,704E-11	6,058E-08	
3470	0,101	250	25250	98550000	2,985E-06	1,165E-02	0,621	2403	1,434E-11	5,648E-08	
3530	0,090	250	22500	85950000	2,660E-06	1,016E-02	0,563	2132	1,256E-11	4,841E-08	
3590	0,081	250	20250	76950000	2,394E-06	9,096E-03	0,516	1942	1,111E-11	4,260E-08	
3650	0,085	250	21250	74700000	2,512E-06	8,830E-03	0,550	1918	1,147E-11	4,065E-08	
3710	0,064	250	16000	67050000	1,891E-06	7,925E-03	0,421	1748	8,496E-12	3,594E-08	
3770	0,056	250	14000	54000000	1,655E-06	6,383E-03	0,374	1432	7,316E-12	2,846E-08	
3830	0,038	250	9500	42300000	1,123E-06	5,000E-03	0,258	1138	4,887E-12	2,196E-08	
3935	0,066	250	16500	81900000	1,950E-06	9,681E-03	0,460	2263	8,261E-12	4,141E-08	
4055	0,063	250	15750	116100000	1,862E-06	1,372E-02	0,453	3288	7,652E-12	5,728E-08	
4175	0,053	250	13250	104400000	1,566E-06	1,234E-02	0,392	3043	6,252E-12	5,005E-08	
4295	0,051	250	12750	93600000	1,507E-06	1,106E-02	0,388	2811	5,848E-12	4,356E-08	
4415	0,048	250	12000	89100000	1,418E-06	1,053E-02	0,376	2751	5,355E-12	4,033E-08	
4535	0,046	250	11500	84600000	1,359E-06	1,000E-02	0,370	2684	4,996E-12	3,726E-08	
4655	0,030	250	7500	68400000	8,865E-07	8,085E-03	0,248	2223	3,174E-12	2,941E-08	
4775	0,029	250	7250	53100000	8,570E-07	6,277E-03	0,246	1775	2,991E-12	2,219E-08	
4895	0,018	250	4500	42300000	5,319E-07	5,000E-03	0,156	1446	1,811E-12	1,729E-08	
5015	0,021	250	5250	35100000	6,206E-07	4,149E-03	0,187	1235	2,062E-12	1,394E-08	
5135	0,011	250	2750	28800000	3,251E-07	3,404E-03	0,100	1033	1,055E-12	1,122E-08	
5255	0,014	250	3500	22500000	4,137E-07	2,660E-03	0,130	830	1,312E-12	8,522E-09	
5375	0,017	250	4250	27900000	5,024E-07	3,298E-03	0,162	1053	1,558E-12	1,033E-08	
5495	0,019	250	4750	32400000	5,615E-07	3,830E-03	0,185	1250	1,703E-12	1,174E-08	
5615	0,022	250	5500	36900000	6,501E-07	4,362E-03	0,219	1455	1,930E-12	1,308E-08	
5735	0,022	250	5500	39600000	6,501E-07	4,681E-03	0,224	1594	1,889E-12	1,375E-08	
5855	0,021	250	5250	38700000	6,206E-07	4,574E-03	0,218	1590	1,766E-12	1,316E-08	
5975	0,016	250	4000	33300000	4,728E-07	3,936E-03	0,170	1395	1,319E-12	1,111E-08	
6095	0,018	250	4500	30600000	5,319E-07	3,617E-03	0,195	1310	1,454E-12	9,984E-09	
6215	0,009	250	2250	24300000	2,660E-07	2,872E-03	0,099	1057	7,132E-13	7,804E-09	
6335	0,013	250	3250	19800000	3,842E-07	2,340E-03	0,146	883	1,011E-12	6,206E-09	
6455	0,014	250	3500	24300000	4,137E-07	2,872E-03	0,160	1102	1,068E-12	7,484E-09	
6535	0,012	250	3000	15600000	3,546E-07	1,844E-03	0,139	718	9,044E-13	4,734E-09	
6575	0,00	250	0	3600000	0,000E+00	4,255E-04	0	167	0	1,085E-09	

Traçage de Juin 2000 - injection en CA1 - Calcul des DTS au Bouillon pour l'Ytterbium

TRACAGE DU PIEZOMETRE CA1 (SANDILLON - LOIRET) CALCUL DES PARAMETRES DU TRANSIT

Masse d'Ytterbium injectée en g : 404,00

Injection dans le piézomètre, à - 23 m, le 14 juin 2000 à 22h25 HE.

Restitution à la source du Bouillon (Orléans - Loiret)

Distance apparente (en m) :		6325 m	Débit constant adopté pour le calcul de S (en l/s) =		250 l/s	intégrale DTS :		1		
temps moyen de séjour :		46,97 heures	V _{moy} =		141,8 m/h	V _{vapp} =		134,7 m/h		
Masse restituée :		5,86 g	Section moyenne du drain =		6,7 m ²					
% restitué :		1,45%								
temps min	concentration ng/ml	débit l/s	flux ng/s	Masse restituée ng	dts = h(t) s-1	intégrale DTS	t*(h) t	intégrale t*(h(t) = temps moyen de séjour en h	intégrale 1/t*(h(t) = V moy. de transit en m/s	
0	0,000	250	0	0	0	0	0	0	0	
1790	0,000	250	0	0	0	0	0	0	0	
1835	0,000	250	70	94673	1,197E-08	1,615E-05	0,001	2	1,087E-13	0,000
1880	0,011	250	2702	3742674	4,611E-07	6,386E-04	0,052	72	4,088E-12	0,000
1925	0,038	250	9417	16361499	1,607E-06	2,792E-03	0,186	321	1,391E-11	0,000
1970	0,070	250	17478	36309258	2,982E-06	6,195E-03	0,353	726	2,523E-11	0,000
2015	0,113	250	28146	61592686	4,803E-06	1,051E-02	0,581	1260	3,972E-11	0,000
2060	0,181	250	45206	99024568	7,713E-06	1,690E-02	0,953	2071	6,241E-11	0,000
2105	0,209	250	52316	131654345	8,927E-06	2,246E-02	1,127	2809	7,068E-11	0,000
2150	0,270	250	67567	161842736	1,153E-05	2,762E-02	1,487	3530	8,937E-11	0,000
2195	0,303	250	75819	193572206	1,294E-05	3,303E-02	1,704	4308	9,823E-11	0,000
2240	0,337	250	84371	216257614	1,440E-05	3,690E-02	1,935	4912	1,071E-10	0,000
2285	0,362	250	90529	236116252	1,545E-05	4,029E-02	2,118	5471	1,127E-10	0,000
2330	0,394	250	98567	255280815	1,682E-05	4,356E-02	2,351	6033	1,203E-10	0,000
2375	0,410	250	102488	271425476	1,749E-05	4,631E-02	2,492	6538	1,227E-10	0,000
2420	0,400	250	100020	273386199	1,707E-05	4,665E-02	2,478	6710	1,175E-10	0,000
2450	0,386	250	96500	176867818	1,647E-05	3,018E-02	2,420	4409	1,120E-10	0,000
2510	0,378	250	94500	343800000	1,612E-05	5,866E-02	2,428	8728	1,071E-10	0,000
2570	0,351	250	87750	328050000	1,497E-05	5,597E-02	2,309	8527	9,710E-11	0,000
2630	0,291	250	72750	288900000	1,241E-05	4,929E-02	1,959	7682	7,866E-11	0,000
2690	0,285	250	71250	259200000	1,216E-05	4,423E-02	1,962	7058	7,532E-11	0,000
2750	0,259	250	64750	244800000	1,105E-05	4,177E-02	1,823	6813	6,696E-11	0,000
2810	0,215	250	53750	213300000	9,171E-06	3,640E-02	1,546	6065	5,440E-11	0,000
2870	0,196	250	49000	184950000	8,361E-06	3,156E-02	1,440	5375	4,855E-11	0,000
2930	0,176	250	44000	167400000	7,508E-06	2,856E-02	1,320	4967	4,271E-11	0,000
2990	0,143	250	35750	143550000	6,100E-06	2,449E-02	1,094	4346	3,400E-11	0,000
3050	0,140	250	35000	127350000	5,972E-06	2,173E-02	1,093	3937	3,263E-11	0,000
3110	0,129	250	32250	121050000	5,503E-06	2,065E-02	1,027	3815	2,949E-11	0,000
3170	0,091	250	22750	99000000	3,882E-06	1,689E-02	0,738	3177	2,041E-11	0,000
3230	0,092	250	23000	82350000	3,924E-06	1,405E-02	0,761	2698	2,025E-11	0,000
3290	0,078	250	19500	76500000	3,327E-06	1,305E-02	0,657	2551	1,686E-11	0,000
3350	0,079	250	19750	70650000	3,370E-06	1,205E-02	0,677	2401	1,677E-11	0,000
3410	0,077	250	19250	70200000	3,285E-06	1,198E-02	0,672	2429	1,605E-11	0,000
3470	0,066	250	16500	64350000	2,815E-06	1,098E-02	0,586	2265	1,352E-11	0,000
3530	0,065	250	16250	58950000	2,773E-06	1,006E-02	0,587	2112	1,309E-11	0,000
3590	0,047	250	11750	50400000	2,005E-06	8,600E-03	0,432	1834	9,308E-12	0,000
3650	0,048	250	12000	42750000	2,048E-06	7,294E-03	0,448	1584	9,350E-12	0,000
3710	0,036	250	9000	37800000	1,536E-06	6,450E-03	0,342	1422	6,899E-12	0,000
3770	0,032	250	8000	30600000	1,365E-06	5,221E-03	0,309	1171	6,035E-12	0,000
3830	0,016	250	4000	21600000	6,825E-07	3,686E-03	0,157	838	2,970E-12	0,000
3935	0,046	250	11500	48825000	1,962E-06	8,331E-03	0,463	1953	8,311E-12	0,000
4055	0,041	250	10250	78300000	1,749E-06	1,336E-02	0,426	3200	7,188E-12	0,000
4175	0,037	250	9250	70200000	1,578E-06	1,198E-02	0,395	2955	6,301E-12	0,000
4295	0,030	250	7500	60300000	1,280E-06	1,029E-02	0,330	2611	4,966E-12	0,000
4415	0,035	250	8750	58500000	1,493E-06	9,982E-03	0,395	2611	5,636E-12	0,000
4535	0,024	250	6000	53100000	1,024E-06	9,060E-03	0,279	2427	3,763E-12	0,000
4655	0,016	250	4000	36000000	6,825E-07	6,143E-03	0,191	1689	2,444E-12	0,000
4775	0,017	250	4250	29700000	7,252E-07	5,068E-03	0,208	1434	2,531E-12	0,000
4895	0,008	250	2000	22500000	3,413E-07	3,839E-03	0,100	1109	1,162E-12	0,000
5015	0,012	250	3000	18000000	5,119E-07	3,071E-03	0,154	915	1,701E-12	0,000
5135	0,006	250	1500	16200000	2,559E-07	2,764E-03	0,079	838	8,307E-13	0,000
5255	0,005	250	1250	9900000	2,133E-07	1,689E-03	0,067	526	6,765E-13	0,000
5375	0,005	250	1250	9000000	2,133E-07	1,536E-03	0,069	490	6,614E-13	0,000
5495	0,001	250	250	5400000	4,266E-08	9,214E-04	0,014	298	1,294E-13	0,000
5615	0,009	250	2250	9000000	3,839E-07	1,536E-03	0,129	516	1,140E-12	0,000
5735	0,007	250	1750	14400000	2,986E-07	2,457E-03	0,103	836	8,678E-13	0,000
5855	0,008	250	2000	13500000	3,413E-07	2,303E-03	0,120	801	9,714E-13	0,000
5975	0,007	250	1750	13500000	2,986E-07	2,303E-03	0,107	817	8,329E-13	0,000
6095	0,007	250	1750	12600000	2,986E-07	2,150E-03	0,109	778	8,165E-13	0,000
6215	0,007	250	1750	12600000	2,986E-07	2,150E-03	0,111	794	8,008E-13	0,000
6335	0,001	250	250	7200000	4,266E-08	1,229E-03	0,016	459	1,122E-13	0,000
6455	0,000	250	0	900000	0,000E+00	1,536E-04	0	58	0	0,000

Traçage de Juin 2000 - injection en CA1 - Calcul des DTS au Theuriet pour le samarium

TRACAGE DU PIEZOMETRE CA1 (SANDILLON - LOIRET) CALCUL DES PARAMETRES DU TRANSIT Masse de Samarium injectée en g : 373,00 Injection dans le piézomètre CA1, à - 25 m, le 14 juin 2000 à 22h25 HE. Restitution au captage AEP du Theuriet (Orléans - Loiret)										
Distance apparente (en m) :		6490	m	Débit constant adopté pour le calcul de S (en l/s) = 110			l/s			
temps moyen de séjour :		82,14	heures	Vmoy = 84,3		m/h		intégrale DTS :		1
Masse restituée :		0,11	g	Vapp = 79,0		m/h				
% restitué :		0,03%	Section moyenne du drain = 5,0		m ²					
temps min.	concentration ng/ml	débit l/s	flux ng/s	Masse restituée ng	dts = h(t) s-1	integrale DTS	t ^h (t)	integrale t ^h (t) = temps moyen de séjour en h	1/t ^h (t)	intégrale 1/t ^h (t) = V moy. de transit en m/s
0	0,000	110	0	0	0	0	0	0	0	0
2915	0,000	110	0	0	0	0	0	0	0	0
3095	0,004	110	440	2376000	3,919E-06	0,0212	0,728	3930	2,111E-11	1,140E-07
3155	0,005	110	550	1782000	4,899E-06	0,0159	0,927	2979	2,588E-11	8,457E-08
3215	0,005	110	550	1980000	4,899E-06	0,0176	0,945	3370	2,540E-11	9,230E-08
3275	0,004	110	440	1782000	3,919E-06	0,0159	0,770	3087	1,995E-11	8,162E-08
3335	0,004	110	440	1584000	3,919E-06	0,0141	0,784	2798	1,959E-11	7,116E-08
3395	0,001	110	110	990000	9,798E-07	0,0088	0,200	1771	4,810E-12	4,391E-08
3455	0,003	110	330	792000	2,939E-06	0,0071	0,609	1456	1,418E-11	3,418E-08
3515	0,006	110	605	1683000	5,389E-06	0,0150	1,137	3143	2,555E-11	7,152E-08
3575	0,003	110	275	1584000	2,450E-06	0,0141	0,525	2992	1,142E-11	6,655E-08
3635	0,006	110	605	1584000	5,389E-06	0,0141	1,175	3061	2,471E-11	6,503E-08
3695	0,005	110	495	1980000	4,409E-06	0,0176	0,978	3875	1,989E-11	8,027E-08
3755	0,006	110	605	1980000	5,389E-06	0,0176	1,214	3945	2,392E-11	7,885E-08
3815	0,007	110	770	2475000	6,859E-06	0,0220	1,570	5011	2,996E-11	9,699E-08
3875	0,007	110	770	2772000	6,859E-06	0,0247	1,595	5696	2,950E-11	1,070E-07
3995	0,007	110	715	5346000	6,369E-06	0,0476	1,527	11237	2,657E-11	2,019E-07
4115	0,003	110	275	3564000	2,450E-06	0,0317	0,605	7673	9,921E-12	1,314E-07
4235	0,012	110	1320	5742000	1,176E-05	0,0511	2,988	12933	4,627E-11	2,023E-07
4355	0,003	110	330	5940000	2,939E-06	0,0529	0,768	13521	1,125E-11	2,071E-07
4475	0,004	110	440	2772000	3,919E-06	0,0247	1,052	6553	1,460E-11	9,305E-08
4595	0,011	110	1155	5742000	1,029E-05	0,0511	2,836	13999	3,732E-11	1,869E-07
4715	0,002	110	220	4950000	1,960E-06	0,0441	0,554	12207	6,927E-12	1,593E-07
4835	0,008	110	825	3762000	7,349E-06	0,0335	2,132	9670	2,533E-11	1,161E-07
4955	0,003	110	275	3960000	2,450E-06	0,0353	0,728	10296	8,239E-12	1,209E-07
5075	0,007	110	770	3762000	6,859E-06	0,0335	2,088	10140	2,252E-11	1,107E-07
5195	0,002	110	220	3564000	1,960E-06	0,0317	0,611	9717	6,287E-12	1,037E-07
5315	0,003	110	330	1980000	2,939E-06	0,0176	0,937	5574	9,217E-12	5,582E-08
5435	0,005	110	550	3168000	4,899E-06	0,0282	1,598	9126	1,502E-11	8,727E-08
5555	0,004	110	440	3564000	3,919E-06	0,0317	1,306	10454	1,176E-11	9,642E-08
5675	0,002	110	220	2376000	1,960E-06	0,0212	0,867	7105	5,755E-12	6,305E-08
5795	0,004	110	440	2376000	3,919E-06	0,0212	1,363	7308	1,127E-11	6,130E-08
5915	0,000	110	0	1584000	0	0,0141	0	4906	0	4,058E-08
6035	0,000	110	0	0	0	0	0	0	0	0
6155	0,003	110	330	1188000	2,939E-06	0,0106	1,086	3908	7,960E-12	2,865E-08
6515	0,000	110	0	3564000	0	0,0317	0	11724	0	8,596E-08
6635	0,000	110	0	0	0	0	0	0	0	0
6755	0,005	110	550	1980000	4,899E-06	0,0176	1,986	7148	1,209E-11	4,352E-08
6935	0,002	110	220	4158000	1,960E-06	0,0370	0,815	15125	4,710E-12	9,070E-08
7115	0,005	110	550	4158000	4,899E-06	0,0370	2,091	15697	1,148E-11	8,740E-08
7295	0,000	110	0	2970000	0	0,0265	0	11294	0	6,197E-08
7475	0,000	110	0	0	0	0	0	0	0	0
7655	0,000	110	0	0	0	0	0	0	0	0
7835	0,000	110	0	0	0	0	0	0	0	0
8015	0,001	110	110	594000	9,798E-07	0,0053	0,471	2544	2,037E-12	1,100E-08
8195	0,000	110	0	594000	0	0,0053	0	2544	0	1,100E-08
8375	0,001	110	110	594000	9,798E-07	0,0053	0,492	2659	1,950E-12	1,053E-08
8555	0,002	110	220	1782000	1,960E-06	0,0159	1,006	8090	3,818E-12	3,115E-08
8735	0,000	110	0	1188000	0	0,0106	0	5432	0	2,062E-08

Traçage de Juin 2000 - injection en CA1 - Calcul des DTS pour l'erbium au Theuriet

TRACAGE DU PIEZOMETRE CA1 (SANDILLON - LOIRET) CALCUL DES PARAMETRES DU TRANSIT Masse d'Erbium injectée en g : 500,00 Injection dans le piézomètre CA1, à - 25 m, le 14 juin 2000 à 22h25 HE. Restitution au captage AEP du Theuriet (Orléans - Loiret)											
Distance apparente (en m) :		6490	m	Débit constant adopté pour le calcul de S (en l/s) = 110				l/s			
temps moyen de séjour :		88,16	heures	Vmoy = 76,8		m/h		intégrale DTS :		1	
Masse restituée :		0,97	g	Vapp = 73,6		m/h					
% restitué :		0,19%		Section moyenne du drain = 5,4		m ²					
temps min.	concentration ng/ml	débit l/s	flux ng/s	Masse restituée ng	dts = h(t) s-1	intégrale DTS	t*(h)	intégrale t*(h)(t) = temps moyen de séjour en h	1/t*(h)(t)	intégrale 1/t*(h)(t) = V moy. de transit en m/s	
0	0,000	110	0	0	0	0	0	0	0	0	
2915	0,000	110	0	0	0	0	0	0	0	0	
3095	0,007	110	770	4158000	7,920E-07	0,0043	0,147	794	4,265E-12	2,303E-08	
3155	0,006	110	660	2574000	6,788E-07	0,0026	0,129	496	3,586E-12	1,413E-08	
3215	0,005	110	495	2079000	5,091E-07	0,0021	0,098	408	2,639E-12	1,121E-08	
3275	0,002	110	220	1287000	2,263E-07	0,0013	0,044	257	1,152E-12	6,823E-09	
3335	0,005	110	550	1386000	5,657E-07	0,0014	0,113	284	2,827E-12	7,161E-09	
3395	0,002	110	220	1386000	2,263E-07	0,0014	0,046	287	1,111E-12	7,088E-09	
3455	0,005	110	495	1287000	5,091E-07	0,0013	0,106	273	2,456E-12	6,420E-09	
3515	0,004	110	385	1584000	3,960E-07	0,0016	0,084	340	1,878E-12	7,800E-09	
3575	0,009	110	935	2376000	9,617E-07	0,0024	0,206	522	4,483E-12	1,145E-08	
3635	0,016	110	1705	4752000	1,754E-06	0,0049	0,382	1060	8,040E-12	2,254E-08	
3695	0,029	110	3190	8811000	3,281E-06	0,0091	0,727	1998	1,480E-11	4,111E-08	
3755	0,033	110	3630	12276000	3,733E-06	0,0126	0,841	2823	1,657E-11	5,647E-08	
3815	0,037	110	4070	13860000	4,186E-06	0,0143	0,958	3239	1,829E-11	6,275E-08	
3875	0,033	110	3575	13761000	3,677E-06	0,0142	0,855	3264	1,581E-11	6,138E-08	
3995	0,043	110	4675	29700000	4,808E-06	0,0305	1,153	7227	2,006E-11	1,291E-07	
4115	0,043	110	4730	33858000	4,865E-06	0,0348	1,201	8473	1,970E-11	1,431E-07	
4235	0,045	110	4950	34848000	5,091E-06	0,0358	1,294	8981	2,004E-11	1,431E-07	
4355	0,049	110	5390	37224000	5,544E-06	0,0383	1,449	9872	2,122E-11	1,485E-07	
4475	0,057	110	6270	41976000	6,449E-06	0,0432	1,731	11448	2,402E-11	1,628E-07	
4595	0,059	110	6435	45738000	6,618E-06	0,0470	1,825	12802	2,401E-11	1,729E-07	
4715	0,054	110	5885	44352000	6,053E-06	0,0456	1,712	12733	2,140E-11	1,634E-07	
4835	0,062	110	6765	45540000	6,958E-06	0,0468	2,018	13431	2,398E-11	1,634E-07	
4955	0,055	110	6050	46134000	6,222E-06	0,0474	1,850	13926	2,093E-11	1,617E-07	
5075	0,055	110	6050	43560000	6,222E-06	0,0448	1,895	13481	2,044E-11	1,489E-07	
5195	0,055	110	6050	43560000	6,222E-06	0,0448	1,940	13803	1,996E-11	1,454E-07	
5315	0,044	110	4840	39204000	4,978E-06	0,0403	1,587	12697	1,561E-11	1,281E-07	
5435	0,043	110	4730	34452000	4,865E-06	0,0354	1,586	11426	1,492E-11	1,099E-07	
5555	0,041	110	4510	33264000	4,639E-06	0,0342	1,546	11277	1,392E-11	1,038E-07	
5675	0,035	110	3850	30096000	3,960E-06	0,0310	1,348	10420	1,163E-11	9,197E-08	
5795	0,033	110	3630	26928000	3,733E-06	0,0277	1,298	9527	1,074E-11	8,052E-08	
5915	0,034	110	3740	26532000	3,847E-06	0,0273	1,365	9588	1,084E-11	7,767E-08	
6035	0,033	110	3630	26532000	3,733E-06	0,0273	1,352	9781	1,031E-11	7,614E-08	
6155	0,031	110	3410	25344000	3,507E-06	0,0261	1,295	9530	9,497E-12	7,131E-08	
6515	0,023	110	2530	64152000	2,602E-06	0,0660	1,017	24974	6,657E-12	1,745E-07	
6635	0,021	110	2310	17424000	2,376E-06	0,0179	0,946	7067	5,968E-12	4,545E-08	
6755	0,020	110	2200	16236000	2,263E-06	0,0167	0,917	6706	5,583E-12	4,158E-08	
6935	0,014	110	1540	20196000	1,584E-06	0,0208	0,659	8511	3,807E-12	5,070E-08	
7115	0,017	110	1870	18414000	1,923E-06	0,0189	0,821	7993	4,505E-12	4,488E-08	
7295	0,011	110	1210	16632000	1,244E-06	0,0171	0,545	7375	2,843E-12	3,968E-08	
7475	0,007	110	770	10692000	7,920E-07	0,0110	0,355	4860	1,766E-12	2,489E-08	
7655	0,012	110	1320	11286000	1,358E-06	0,0116	0,624	5285	2,956E-12	2,550E-08	
7835	0,011	110	1210	13662000	1,244E-06	0,0141	0,585	6526	2,647E-12	3,026E-08	
8015	0,005	110	550	9504000	5,657E-07	0,0098	0,272	4628	1,176E-12	2,065E-08	
8195	0,002	110	220	4158000	2,263E-07	0,0043	0,111	2070	4,602E-13	8,837E-09	
8375	0,005	110	550	4158000	5,657E-07	0,0043	0,284	2136	1,126E-12	8,564E-09	
8555	0,002	110	220	4158000	2,263E-07	0,0043	0,116	2162	4,408E-13	8,459E-09	
8735	0,000	110	0	1188000	0	0,0012	0	627	0	2,380E-09	

Traçage de Juin 2000 - Injection en CA1 - Calcul des DTS au Theuriet pour l'ytterbium

TRACAGE DU PIEZOMETRE CA1 (SANDILLON - LOIRET) CALCUL DES PARAMETRES DU TRANSIT Masse d'Ytterbium injectée en g : 404,00 Injection dans le piézomètre CA1, à - 25 m, le 14 juin 2000 à 22h25 HE. Restitution au captage AEP du Theuriet (Orléans - Loiret)											
Distance apparente (en m) :		6490	m	Débit constant adopté pour le calcul de S (en l/s) = 110			l/s				
temps moyen de séjour :		90,22	heures	Vmoy = 75,7		m/h		intégrale DTS :			
Masse restituée :		0,94	g	Vapp = 71,9		m/h		1			
% restitué :		0,23%	Section moyenne du drain = 5,5			m²					
temps min.	concentration ng/ml	débit l/s	flux ng/s	Masse restituée ng	dts = h(t) s-1	integrale DTS	t*h(t)	integrale t*h(t) = temps moyen de séjour en h	1/t*h(t)	intégrale 1/t*h(t) = V moy. de transit en m/s	
0	0,000	110	0	0	0	0	0	0	0	0	
2915	0,000	110	0	0	0	0	0	0	0	0	
3095	0,010	110	1100	5940000	1,164E-06	6,288E-03	0,216	1168	6,271E-12	3,386E-08	
3155	0,007	110	770	3366000	8,151E-07	3,563E-03	0,154	667	4,306E-12	1,904E-08	
3215	0,003	110	330	1980000	3,493E-07	2,096E-03	0,067	399	1,811E-12	1,101E-08	
3275	0,009	110	990	2376000	1,048E-06	2,515E-03	0,206	492	5,333E-12	1,286E-08	
3335	0,007	110	770	3168000	8,151E-07	3,354E-03	0,163	664	4,074E-12	1,693E-08	
3395	0,009	110	935	3069000	9,898E-07	3,249E-03	0,202	656	4,859E-12	1,608E-08	
3455	0,008	110	825	3168000	8,733E-07	3,354E-03	0,181	689	4,213E-12	1,633E-08	
3515	0,006	110	660	2673000	6,987E-07	2,830E-03	0,147	591	3,313E-12	1,355E-08	
3575	0,013	110	1375	3663000	1,456E-06	3,878E-03	0,312	827	6,786E-12	1,818E-08	
3635	0,022	110	2420	6831000	2,562E-06	7,231E-03	0,559	1568	1,175E-11	3,336E-08	
3695	0,031	110	3410	10494000	3,610E-06	1,111E-02	0,800	2446	1,628E-11	5,045E-08	
3755	0,029	110	3135	11781000	3,319E-06	1,247E-02	0,748	2786	1,473E-11	5,582E-08	
3815	0,032	110	3520	11979000	3,726E-06	1,268E-02	0,853	2881	1,628E-11	5,582E-08	
3875	0,029	110	3190	12078000	3,377E-06	1,279E-02	0,785	2949	1,452E-11	5,545E-08	
3995	0,040	110	4345	27126000	4,600E-06	2,872E-02	1,103	6795	1,919E-11	1,214E-07	
4115	0,032	110	3520	28314000	3,726E-06	2,997E-02	0,920	7281	1,509E-11	1,234E-07	
4235	0,035	110	3795	26334000	4,017E-06	2,788E-02	1,021	6987	1,581E-11	1,112E-07	
4355	0,046	110	5060	31878000	5,356E-06	3,375E-02	1,400	8714	2,050E-11	1,307E-07	
4475	0,043	110	4730	35244000	5,007E-06	3,731E-02	1,344	9879	1,865E-11	1,409E-07	
4595	0,048	110	5280	36036000	5,589E-06	3,815E-02	1,541	10387	2,027E-11	1,401E-07	
4715	0,055	110	6050	40788000	6,404E-06	4,318E-02	1,812	12070	2,264E-11	1,545E-07	
4835	0,055	110	5995	43362000	6,346E-06	4,590E-02	1,841	13150	2,188E-11	1,603E-07	
4955	0,063	110	6875	46332000	7,278E-06	4,905E-02	2,164	14417	2,448E-11	1,669E-07	
5075	0,044	110	4840	42174000	5,124E-06	4,464E-02	1,560	13406	1,683E-11	1,487E-07	
5195	0,043	110	4730	34452000	5,007E-06	3,647E-02	1,561	11235	1,606E-11	1,184E-07	
5315	0,039	110	4290	32472000	4,541E-06	3,437E-02	1,448	10832	1,424E-11	1,091E-07	
5435	0,042	110	4620	32076000	4,891E-06	3,396E-02	1,595	10955	1,500E-11	1,053E-07	
5555	0,037	110	4070	31284000	4,308E-06	3,312E-02	1,436	10911	1,293E-11	1,005E-07	
5675	0,031	110	3410	26928000	3,610E-06	2,851E-02	1,229	9594	1,060E-11	8,470E-08	
5795	0,028	110	3080	23364000	3,260E-06	2,473E-02	1,134	8506	9,377E-12	7,192E-08	
5915	0,030	110	3300	22968000	3,493E-06	2,431E-02	1,240	8544	9,843E-12	6,919E-08	
6035	0,036	110	3960	26136000	4,192E-06	2,767E-02	1,518	9928	1,158E-11	7,711E-08	
6155	0,028	110	3080	25344000	3,260E-06	2,683E-02	1,204	9799	8,829E-12	7,346E-08	
6515	0,021	110	2310	58212000	2,445E-06	6,162E-02	0,956	23328	6,256E-12	1,629E-07	
6635	0,019	110	2090	15840000	2,212E-06	1,677E-02	0,881	6612	5,558E-12	4,253E-08	
6755	0,016	110	1760	13860000	1,863E-06	1,467E-02	0,755	5889	4,597E-12	3,656E-08	
6935	0,027	110	2970	25542000	3,144E-06	2,704E-02	1,308	11142	7,556E-12	6,562E-08	
7115	0,026	110	2860	31482000	3,028E-06	3,333E-02	1,292	14044	7,092E-12	7,910E-08	
7295	0,009	110	990	20790000	1,048E-06	2,201E-02	0,459	9456	2,394E-12	5,123E-08	
7475	0,011	110	1210	11880000	1,281E-06	1,258E-02	0,574	5579	2,856E-12	2,835E-08	
7655	0,010	110	1100	12474000	1,164E-06	1,320E-02	0,535	5990	2,535E-12	2,911E-08	
7835	0,012	110	1320	13068000	1,397E-06	1,383E-02	0,657	6435	2,972E-12	2,974E-08	
8015	0,007	110	770	11286000	8,151E-07	1,195E-02	0,392	5664	1,695E-12	2,520E-08	
8195	0,010	110	1100	10098000	1,164E-06	1,069E-02	0,573	5209	2,368E-12	2,194E-08	
8375	0,010	110	1100	11880000	1,164E-06	1,258E-02	0,585	6252	2,317E-12	2,530E-08	
8555	0,006	110	660	9504000	6,987E-07	1,006E-02	0,359	5096	1,361E-12	1,986E-08	
8735	0,000	110	0	3564000	0	3,773E-03	0	1937	0	7,350E-09	

Traçages de juin 2000 - Teneurs (ppb) en lanthanides injectés comme traceurs dans les piézomètres calcaires

CA2	Sm	Tb	Dy	Er	Yb
30/5/00 20:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
14/6/00 23:10	0,024	<LD	0,013	0,08	0,09
15/6/00 8:10	<LD	<LD	<LD	0,02	0,015
15/6/00 19:30	<LD	<LD	<LD	0,017	0,016
16/6/00 10:50	<LD	<LD	<LD	0,008	0,01
17/6/00 11:05	<LD	<LD	0,018	0,023	0,022
19/6/00 13:45	<LD	<LD	0,069	0,13	0,11
22/6/00 10:05	<LD	<LD	0,015	0,022	0,026
24/6/00 16:45	<LD	<LD	<LD	Tr	Tr
29/6/00 15:30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
6/7/00 11:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
27/12/00 0:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
17/3/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
8/4/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
22/4/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

CA3	Sm	Tb	Dy	Er	Yb
25/5/00 16:45	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
30/5/00 16:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
14/6/00 23:12	0,01	<LD	<LD	0,017	0,025
15/6/00 8:05	0,01	<LD	<LD	0,015	0,01
15/6/00 19:50	<LD	<LD	<LD	0,01	0,006
16/6/00 10:45	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
17/6/00 11:10	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
19/6/00 13:40	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
22/6/00 10:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
24/6/00 16:40	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
29/6/00 15:30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
6/7/00 11:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
12/07/2000 11:00:00 prélev autom	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
12/7/00 11:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
24/7/00 15:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
9/8/00 21:20	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
29/8/00 16:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
6/11/00 16:30	<LD	<LD	<LD	<LD	0,055
18/11/00 0:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
27/12/00 0:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
21/01/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
29/01/01	<LD	<LD	<LD	<LD	0,015
12/03/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
17/3/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
8/4/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
22/4/01	<LD	<LD	<LD	<LD	0,027
8/5/01	<LD	<LD	<LD	<LD	0,045
13/5/01	<LD	<LD	<LD	<LD	0,036
25/5/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
4/6/01	<LD	<LD	<LD	<LD	0,034

CA5	Sm	Tb	Dy	Er	Yb
(ppb)					
15/6/00 7:55	<LD	<LD	0,03	<LD	<LD
15/6/00 19:40	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
16/6/00 10:35	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

CB4	Sm	Tb	Dy	Er	Yb
6/6/00 18:45	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
15/6/00 8:50	<LD	<LD	<LD	0,001	<LD
15/6/00 21:30	0,006	<LD	<LD	0,041	0,013
16/6/00 11:30	0,03	<LD	<LD	0,157	0,108
17/6/00 11:45	0,004	<LD	<LD	0,076	0,052
19/6/00 14:10	<LD	<LD	<LD	0,049	0,038
20/6/00 14:00	0,011	<LD	<LD	0,049	0,032
22/6/00 8:50	<LD	<LD	<LD	0,019	0,008
24/6/00 17:10	<LD	<LD	<LD	0,018	0,017
29/6/00 15:35	<LD	<LD	<LD	0,009	<LD
6/7/00 11:15	<LD	<LD	<LD	0,007	<LD
12/7/00 14:30	<LD	<LD	<LD	0,01	<LD
17/7/00 13:00	<LD	<LD	<LD	0,013	<LD
24/7/00 16:40	<LD	<LD	<LD	0,003	<LD
9/8/00 22:40	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
29/8/00 17:00	<LD	<LD	<LD	tr<0,01	tr<0,01
6/11/00 16:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
21/01/01	<LD	<LD	<LD	<LD	0,024
29/01/01	<LD	<LD	<LD	<LD	0,02
12/03/01	<LD	<LD	<LD	<LD	0,01
17/3/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
8/4/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
22/04/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
08/05/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
13/05/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
25/5/01	<LD	<LD	<LD	<LD	0,03
4/6/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

CB5	Sm	Tb	Dy	Er	Yb
25/5/00 17:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
30/5/00 20:30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
6/6/00 19:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
15/6/00 9:40	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
15/6/00 21:45	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
16/6/00 11:30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
17/6/00 11:50	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
19/6/00 14:15	<LD	<LD	0,003	<LD	<LD
24/6/00 17:15	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
29/6/00 15:45	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
6/7/00 11:25	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
12/7/00 14:45	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
24/7/00 17:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
9/8/00 22:30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
29/8/00 17:10	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
6/11/00 16:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
21/01/01	<LD	<LD	<LD	<LD	0,037
29/01/01	<LD	<LD	<LD	<LD	0,037
12/03/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
17/3/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
8/4/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
22/04/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
8/5/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
13/5/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
25/5/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
4/6/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

**Traçages de juin 2000 - teneurs (ppb) en lanthanides injectés dans les piézomètres calcaires
CB7 et CB9**

CB7	Sm	Tb	Dy	Er	Yb	Commentaires
25/5/00 17:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	
15/6/00 9:30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	
15/6/00 22:00	<LD	<LD	0,011	<LD	<LD	
16/6/00 11:40	<LD	<LD	0,003	<LD	<LD	
17/6/00 12:05	<LD	<LD	0,020	<LD	<LD	
19/6/00 14:30	<LD	<LD	0,031	<LD	<LD	
20/6/00 14:30	<LD	<LD	0,015	<LD	<LD	
22/6/00 10:30	<LD	<LD	0,012	<LD	<LD	
24/6/00 17:30	<LD	<LD	0,025	<LD	<LD	
29/6/00 15:50	<LD	<LD	0,015	<LD	<LD	
6/7/00 11:30	<LD	<LD	0,010	<LD	<LD	
12/7/00 15:00	0,004	<LD	0,013	0,015	0,008	
17/7/00 13:00	<LD	<LD	0,023	<LD		
24/7/00 17:00	<LD	<LD	0,023	<LD	0,003	
9/8/00 22:20	<LD	<LD	0,006	<LD		
29/8/00 17:15	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	
18/11/00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	
27/11/00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	
27/12/00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	
12/3/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	
17/3/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	
8/4/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	
22/04/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	
08/05/01	0,023	<LD	<LD	<LD	0,015	Anomalie en Sm sur profils normalisés
13/05/01	0,007	<LD	<LD	<LD	0,006	Anomalie en Sm et Yb sur profils normalisés sur échantillons concentrés

CB9	Sm	Tb	Dy	Er	Yb
25/5/00 17:10	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
30/5/00 21:00	0,137	0,026			0,040
15/6/00 9:20	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
15/6/00 22:10	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
16/6/00 11:50	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
17/6/00 12:15	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
19/6/00 14:35	<LD	<LD	0,017	<LD	<LD
22/6/00 10:40	<LD	<LD	0,020	<LD	<LD
24/6/00 17:40	<LD	<LD	0,018	<LD	<LD
29/6/00 16:00	<LD	<LD	0,016	<LD	<LD
6/7/00 11:40	<LD	<LD	0,009	<LD	<LD
12/7/00 15:00	<LD	<LD	0,006	<LD	<LD
17/7/00 13:00	<LD	<LD	0,003	<LD	<LD
24/7/00 17:10	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
9/8/00 22:15	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
29/8/00 17:25	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
27/11/00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
12/3/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
8/5/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
13/5/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

LD: Limite de détection

Traçage de juin 2000 - Teneurs en traceurs dans les piézomètres P1 et P2.

	P1					P2				
	Sm	Tb	Dy	Er	Yb	Sm	Tb	Dy	Er	Yb
16/6/00 12:15	<LD	<LD	0,311	0,007	0,004	<LD	<LD	0,096	0,09	0,005
17/6/00 12:45	<LD	<LD	0,070	0,016	0,010	<LD	<LD	0,016	<LD	<LD
19/6/00 15:00	<LD	<LD	0,071	0,011	0,009	<LD	<LD	0,006	<LD	<LD
20/6/00 14:50	0,015	<LD	0,027	0,099	0,081	<LD	<LD	0,015	0,008	<LD
22/6/00 11:15	0,089	<LD	0,042	0,168	0,132	<LD	<LD	0,025	0,004	0,033
24/6/00 18:15	0,006	<LD	0,016	0,024	0,018	0,02	<LD	0,06	0,06	0,05
29/6/00 16:05	<LD	<LD	<LD	0,010	<LD	0,015	<LD	0,032	0,012	0,01
6/7/00 12:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
12/7/00 15:15	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
24/7/00 17:15	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
9/8/00 17:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
29/8/00 17:45	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
27/11/00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
27/12/00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
12/03/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

LD: Limite de détection

Traçages de juin 2000 - Teneurs (ppb) en traceurs - prélèvements occasionnels.

	Sm	Tb	Dy	Er	Yb
Eau robinet Hôtel du Lion D'Or					
15/6/00 7:30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
16/6/00 8:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Trou à l'Ouest du lac traçage fait par pelleteuses					
24/6/00 17:50	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
6/7/00 12:30	<LD	<LD	1,91	<LD	<LD
12/7/00 17:15	<LD	<LD	2,44	<LD	<LD
29/8/00 18:15	<LD	<LD	1,44	<LD	<LD
Trou près cabanon					
29/8/00 16:10	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Pompage Rabourdin (calcaire)					
22/6/00 8:30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Puits court Rabourdin (Alluvions)					
20/6/00 14:15	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Forage Noublanche (Sandillon)					
15/6/00 0:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Installation technique (Robinet eaux sanitaires)					
20/6/00 15:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
21/6/00 12:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
22/6/00 11:30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
29/6/00 16:20	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
6/7/00 12:10	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
12/7/00 16:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
9/8/00 17:30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
29/8/00 17:30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Lac Est Remblayé par boues					
16/6/00 13:45	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Lac en eau Claire (près pompe)					
29/8/00 18:00	<LD	<LD	0,023	<LD	<LD
Lac Est (alimente lac traçage)					
16/6/00 13:30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
12/7/00 16:00	<LD	<LD	0,454	<LD	<LD
29/8/00 18:10	<LD	<LD	0,033	<LD	<LD
Etancar (Lac ancienne carrière)					
6/11/00 17:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
18/11/00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
27/11/00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
27/12/00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
12/3/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
17/3/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
8/4/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
22/4/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
8/5/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
13/5/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
4/6/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

situé à
50m du lac
10m du lac
10m du lac

	Sm	Tb	Dy	Er	Yb
Piézomètres Alluvionnaires					
P3					
16/6/00 12:40	<LD	<LD	0,045	<LD	<LD
12/7/00 16:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
29/8/00 18:00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
O					
29/8/00 16:30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
14/11/00 0:00	<LD	<LD	0,16	<LD	<LD
18/11/00 0:00	<LD	<LD	0,08	<LD	<LD
27/11/00	<LD	<LD	0,097	<LD	<LD
27/12/00	<LD	<LD	0,08	<LD	<LD
21/1/01	<LD	<LD	0,02	<LD	<LD
29/1/01	<LD	<LD	0,081	<LD	<LD
4/2/01	<LD	<LD	0,133	<LD	<LD
23/2/01	<LD	<LD	0,076	<LD	<LD
12/3/01	<LD	<LD	0,097	<LD	<LD
17/3/01	<LD	<LD	0,077	<LD	<LD
8/4/01	<LD	<LD	0,08	<LD	<LD
22/4/01	<LD	<LD	0,069	<LD	<LD
8/5/01	<LD	<LD	0,063	<LD	<LD
13/5/01	<LD	<LD	0,054	<LD	<LD
4/6/01	<LD	<LD	0,042	<LD	<LD
X					
27/12/00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
21/01/01	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
29/01/01	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
12/03/01	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
17/03/01	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
08/04/01	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
22/04/01	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
01/05/01	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
08/05/01	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
13/05/01	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
04/06/01	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
(*) Bruit de fond très élevé mais pas d'anomalie montrant la présence de traceurs sur les profils de normalisation					
Y					
29/8/00 16:30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
18/11/00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
25/5/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Z					
29/8/00 16:30	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
18/11/00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
27/11/00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
27/12/00	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
17/3/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
8/4/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
22/4/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
8/5/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
13/5/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
25/5/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
4/6/01	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

pollution?

LD: Limite de détection

Traçage du lac nord- Teneurs en dysprosium dans le lac tracé (lac nord) et dans le lac d'exploitation

Lac d'exploitation

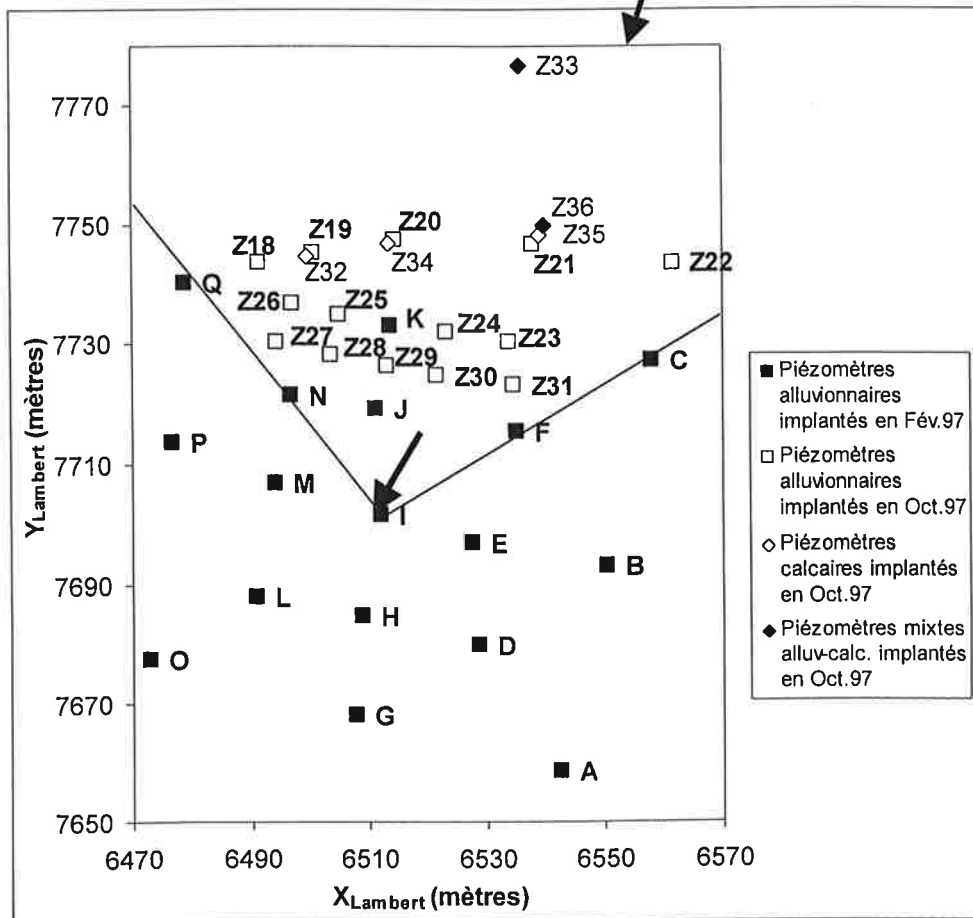
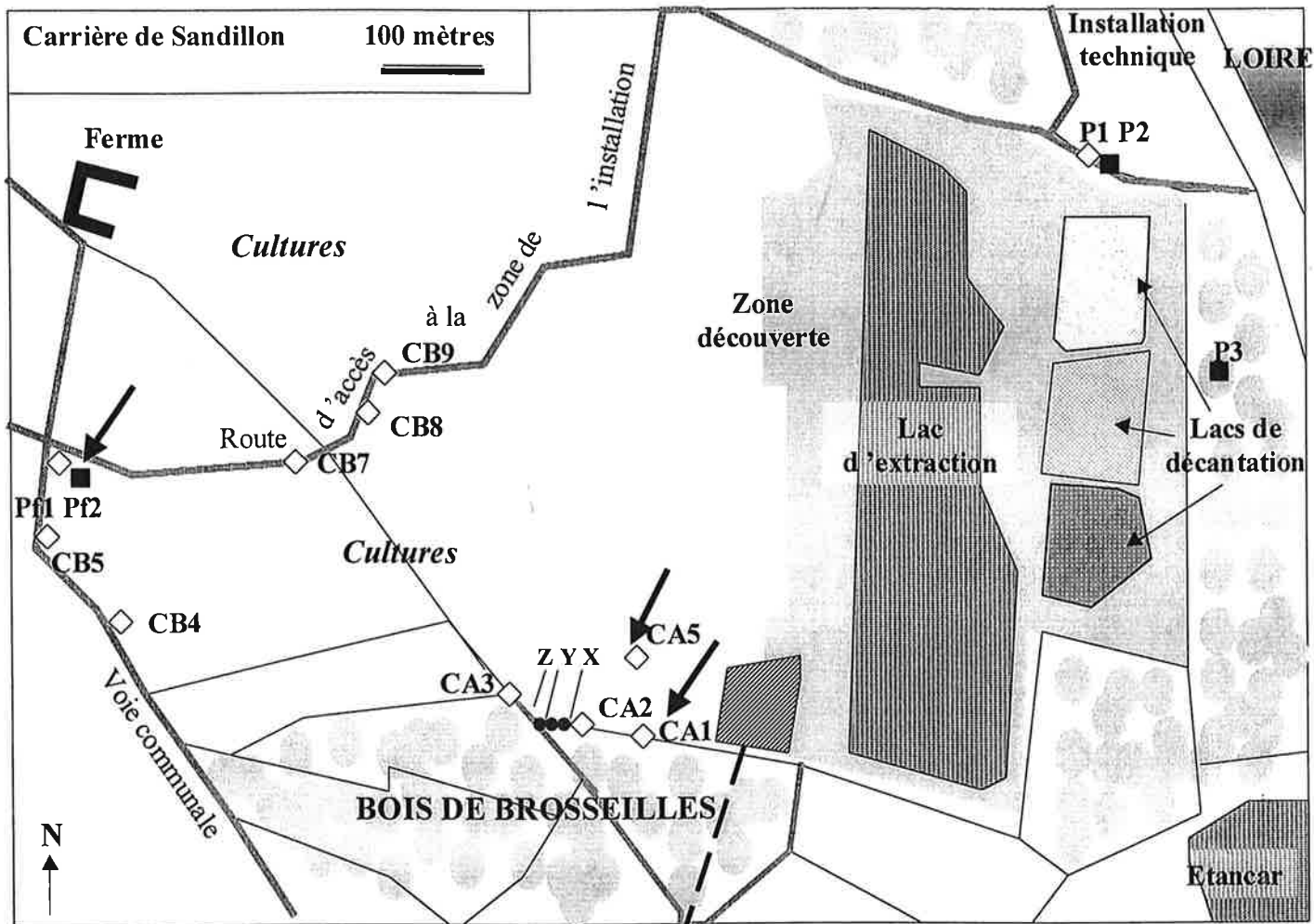
Date	Situation	[Dy] (PPB)	[Dy]moy
16/6/00 13:00	Est	<LD	
16/6/00 11:00	Sud	<LD	
16/6/00 13:35	Nord	<LD	0
17/6/00 11:30	Sud	<LD	
17/6/00 13:10	Nord	<LD	0
19/6/00 14:00	Sud	<LD	
19/6/00 15:15	Nord	<LD	0
22/6/00 10:15	Sud	<LD	
22/6/00 11:45	Nord	<LD	0
24/6/00 18:20	Nord	<LD	0
29/6/00 16:30	Nord	<LD	0
6/7/00 12:15	Nord	<LD	0
OUVERTURE DU LAC NORD			
12/7/00 16:30	sortie tuyau lac traçage (nord)	10,1	
12/7/00 16:30	Milieu-Est	2,28	1,516
12/7/00 17:00	Milieu-Ouest	1,12	
12/7/00 16:15	Nord	1,83	
12/7/00 17:00	Sud-Est	1,14	
12/7/00 17:00	Sud	1,21	
24/7/00 16:30	Sud	2,6	
24/7/00 17:30	Nord	2,77	2,685
9/8/00 22:00	Nord	2,06	2,06
29/8/00 18:10	Nord	1,7	1,7
27/11/00	Sud	0,254	0,254
27/12/00	Sud	0,237	0,237
21/1/01	Sud	0,164	0,164
29/1/01	Sud	0,103	0,103
12/3/01	Sud	0,06	0,06
17/3/01	Sud	0,048	0,048
8/4/01	Sud	0,033	0,033
22/4/01	Sud	0,027	0,027
8/5/01	Sud	0,014	0,014
13/5/01	Sud	0,028	0,028
25/5/01	Sud	0,014	0,014
4/6/01	Sud	0,01	0,01


LAC NORD (lac tracé)


Date	Situation	[Dy] (PPB)	[Dy]moy
15/6/00 22:30	SO	44,1	
	NE	95,8	
	SE	38,6	
	NO	20,3	
	milieu 0m	44,5	48,66
16/6/00 13:00	milieu 2m	12,1	
16/6/00 13:00	milieu 0m	28,6	
16/6/00 13:00	milieu 1m	30,3	
16/6/00 13:30	SE	33,7	26,84
16/6/00 13:50	NE	29,5	
17/6/00 13:15	milieu 0m	30,9	
17/6/00 13:30	NO	30,9	30,9
19/6/00 15:20	Est	26,8	
20/6/00 15:00	Est	25,3	
22/6/00 11:50	Est	20,7	
24/6/00 18:30	Est	20,4	
29/6/00 16:30	Est	17,6	
6/7/00 12:30	SO	13,87	
6/7/00 12:30	Est	14,1	
6/7/00 12:30	Milieu	13,5	13,8
12/7/00 17:00	Sud	10,1	
12/7/00 17:00	Est	11,2	10,65
17/7/00 13:00	Est	9,85	
24/7/00 17:45	Est	9,67	
9/8/00 22:00	Est	6,54	
29/8/00 18:30	Est	4,9	
26/9/00 18:30	Ouest	2,81	
13/10/00 16:00	Est	1,03	


Annexe 27


Localisation des piézomètres implantés sur la
carrière de Sandillon



 Les flèches indiquent les piézomètres où ont eu lieu les injections de traceurs de 1997 à 2000

 Piézomètres alluvionnaires

 Piézomètres calcaires

 Réseau piézométrique alluvionnaire implanté en 1997

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every entry, no matter how small, should be recorded to ensure the integrity of the financial statements. This includes not only sales and purchases but also expenses, income, and any other financial activity.

The second part of the document provides a detailed breakdown of the accounting process. It starts with the identification of the accounting cycle, which consists of eight steps: identifying the accounting cycle, analyzing and recording the business transactions, adjusting the accounts, and preparing the financial statements. Each step is explained in detail, with examples and practical advice.

The third part of the document focuses on the preparation of financial statements. It covers the balance sheet, the income statement, and the statement of cash flows. Each statement is explained in terms of its purpose, the information it provides, and how it is prepared. The document also discusses the importance of reconciling the accounts and ensuring that the financial statements are accurate and reliable.

The fourth part of the document discusses the role of the accountant in the business. It highlights the importance of the accountant in providing accurate financial information to the management and the owners of the business. It also discusses the ethical responsibilities of the accountant and the importance of maintaining confidentiality and integrity.

The fifth part of the document provides a summary of the key points discussed in the document. It emphasizes the importance of accurate record-keeping, the accounting cycle, the preparation of financial statements, and the role of the accountant in the business.