



Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve sénégal
(O . M . V . S .)

PROGRAMME D'OPTIMISATION DE LA GESTION DES RESERVOIRS

PHASE III

ÉTALONNAGES

KAYES

GOURBASSY

BAKEL

Auteur : JP Lamagat

TABLE DES MATIERES

	Page
CONCLUSION	1
Note sur les techniques de mesures	1
Cas de la station de BAKEL	2
Cas de Simulsen : simulation de scénarios	2
Cas de la station de KAYES	2
Cas de la station de GOURBASSY	3
ANNEXE A	
COURBES DE TARAGES ET BAREMES DES STATIONS APRES LA CAMPAGNE 2000	5
BAKEL	6
GOURBASSY	17
KAYES	20
ANNEXE B	
CAMPAGNES DE MESURES A KAYES	25
ANNEXE C	
CAMPAGNES DE MESURES A BAKEL	32

CONCLUSION

Le rapport intérimaire de PHASE III publié en juin 2000 prévoyait une campagne de mesures de débits aux stations de KAYES - GOURBASSY ET BAKEL afin de compléter leurs étalonnages.

Les étalonnages de KAYES et GOURBASSY demandaient à être confirmés ou infirmés, celui de BAKEL à être complété en moyennes eaux.

Une collaboration a été établie avec la brigade de Saint Louis et celle de Kayes afin de réaliser parallèlement des mesures comparatives au moulinet hydrométrique, travail prévu dans le calendrier de l'IRD pour l'hivernage 2000.

Les résultats sont convaincants, La courbe de GOURBASSY est maintenue, celle de KAYES est légèrement relevée.

Pour BAKEL, une modification très mineure a été introduite dans le barème de tarage par rapport à la courbe publiée en juin 2000.

Il est conseillé d'utiliser un seul étalonnage pour BAKEL, les détarages apparents n'étant pas confirmés par la comparaison des modules après traduction. Il existe aussi la possibilité de choisir la traduction avec trois courbes de tarage dans le cas de simulations sur la période 1950 – 1999, auparavant il peut y avoir eu des détarages qui n'ont pas été observés faute de mesures.

Le conseil ci-dessus est motivé par le fait que l'introduction des détarages n'aboutit pas à un changement de régime remarquable. La période concernée par le détarage le plus important se situe de 1974 à 1987, donc en période d'hydraulicité faible, hors 1974. Le choix d'un seul étalonnage conduit à une légère minoration des apports, et donc à une stratégie de prudence. Mais le choix d'un étalonnage variable peut se justifier.

Les compte rendus des campagnes sont consignés en annexe B et C.

Les analyses ainsi que les étalonnages, à jour au 9 octobre, sont contenus dans l'annexe A.

Note sur les techniques de mesures

Les progrès de l'électronique ont permis la création d'un matériel aussi puissant qu'efficace que le profileur acoustique « ADCP ».

Principe et technologie de cet appareil seront présentés dans le cadre de la formation des Agents de l'OMVS et du Gestionnaire futur de l'aménagement de Manantali.

La généralisation de l'utilisation de l'ADCP ne date pas d'hier et tous les services français de l'eau n'utilise plus que ce système d'enregistrement des mesures de débits : Compagnie Nationale du Rhône, EDF, Agence de bassin, Directions Régionales de l'environnement, CNRS, IRD.

L'IRD a été un des premiers organisme a utilisé l'ADCP, et a contribué à son développement.

Il n'est pas question de critiquer les mesures effectuées dans le passé au moulinet, cet appareil étant alors la seule technique connue. Cette méthode est purement statistique : une extrapolation de la vitesse moyenne est obtenue à partir de mesures ponctuelles.

Il convient, pour que la vitesse moyenne soit représentative du champ de vitesse, que les points de mesures soient quasi idéalement répartis dans la section. L'expérience montre que bien souvent les Opérateurs ne mesurent pas assez de verticales dans une section, ce qui entraîne des risques de non représentativité lors de l'exploitation des mesures – erreurs de profondeur en particulier, donc erreur de surface mouillée. Le débit étant obtenu en utilisant cette surface et la vitesse moyenne, sa valeur supporte directement cette erreur. L'erreur la plus commune est un nombre insuffisant de verticales, un minimum de 13 à 15 verticales est nécessaire pour représenter une section d'un grand fleuve, or, la plupart du temps les Opérateurs, « pressés », n'en mesurent que 7 !

L'erreur directe sur la vitesse provient de la turbidité de l'eau, qui cache à l'Opérateur l'angle de l'axe de l'hélice avec la section de mesure. La mesure est exacte lorsque cet angle est égal à 90°, sinon il faut effectuer une correction de la vitesse et prendre la projection de celle-ci sur la perpendiculaire à la

section (cosinus). Le moulinet n'étant pas visible, l'opérateur ne connaît pas la correction à effectuer. Des erreurs qui peuvent être importantes, interviennent alors. Un angle de 30° introduit une erreur de 13% sur la valeur de la vitesse.

Les erreurs sur la vitesse entraînent un excédent de débits, et les erreurs dues à la connaissance imprécise de la surface de la section réduisent ces mêmes débits. Les graphiques situés en annexe B et C montrent les angles que la vitesse peut faire avec la perpendiculaire à la section, de même, les erreurs entraînées par un nombre trop restreint de verticales de mesures sont bien mises en évidence sur les autres graphiques de ces annexes.

Cas de la station de BAKEL

Il convient de rappeler que toute la méthodologie d'analyse des mesures de débits sur les grands fleuves à faible pente a été réalisée par l'ORSTOM au début des années 80 (Publications WATER RESSOURCES RESEARCH – Février 1993 et HYDROLOGIE CONTINENTALE – 1995). La méthodologie est appliquée à toutes les stations de la vallée du Sénégal, comme à celles du Niger à l'aval de MARKALA, de même pour l'Amazonie et le Mississipi.

Les mesures effectuées pendant la campagne 2000 avaient pour but de convaincre l'OMVS de la précision des mesures à l'ADCP. Nous pensons que ce la est réalisé. Le problème demeure entier, car les mesures effectuées de 1984 à 1987 sont totalement inexploitable, la raison est inconnue, l'imprécision de mesure atteint 40% en hautes eaux et la correction de gradient est inapplicable.

L'analyse des mesures est conduite de deux manières, en supposant qu'il n'y a jamais eu de détarage à BAKEL et qu'il y a eu deux détarages, en 1974 et en 1988.

La comparaison des résultats est effectuée au moyen des modules annuels moyens de la base HYDRACCESS, modules obtenus à l'aide de l'échantillon de hauteurs observées depuis 1954. Les modules de BAKEL sont comparés à ceux de stations qui sont considérées comme non détaragées : MATAM et KAYES + GOURBASSI. L'écart relatif des modules inter annuels moyen est de 6.6% ce qui correspondrait en volume à 1.3 milliard de m³.

Le tableau 1 ci-dessous montre la dispersion des résultats. Il apparaît très nettement que cette dispersion est plus grande dans le cas de 3 étalonnages que lorsque qu'il n'y a pas de détarage – fig.1, ce qui tendrait à penser que la solution d'un seul étalonnage est préférable.

Cas de SIMULSEN : simulation de scénarios

Les deux possibilités d'utilisation des étalonnages sont acceptables.

Le tarage ancien, avant 1974, est en fait assez proche de l'actuel, qui est valable depuis 1988. La période 1974-1987, correspond à la « sécheresse » et, mis à part 1974, les modules sont faibles et finalement de peu de poids statistiques dans la moyenne générale de l'échantillon des modules.

Dans le cas de PROGEMAN, il n'y a pas de problème, la gestion étant actuelle.

Pour SIMULSEN, la prudence veut que l'on ne prenne pas le risque de majorer artificiellement les apports. Les effets sur la gestion seront traités et comparés. Mais il est recommandé de prendre la solution basse, en apports, afin de mieux garantir statistiquement les résultats.

Un module semble aberrant, celui de la crue 1974. Dans le cas de deux détarages, il faudrait que les apports intermédiaires, entre Kayes et Bakel, atteignent 150 m³/s, soit un apport en volume de 4.5 milliards de m³.

Cas de la station de KAYES

Pour la station de KAYES, le choix est moins difficile, la différence entre courbes de tarage provient très probablement du changement de méthodologie et d'une section de mesure peu favorable à la précision.

Outre cet élément, il est conseillé de considérer cette station comme non bi-univoque. La non bi-univocité est très peu marquée, mais lors des lâchés importants et brutaux, donc à très forts gradients intervenus en septembre 2000, elle est apparue et a pu être établie. L'impact est très faible sur les

débit, de l'ordre de 10^{-3} . Cela peut paraître négligeable, mais permet de bien calibrer la nouvelle courbe à prendre en compte.

L'écart moyen de cette courbe avec l'ancienne est de l'ordre de 8%.

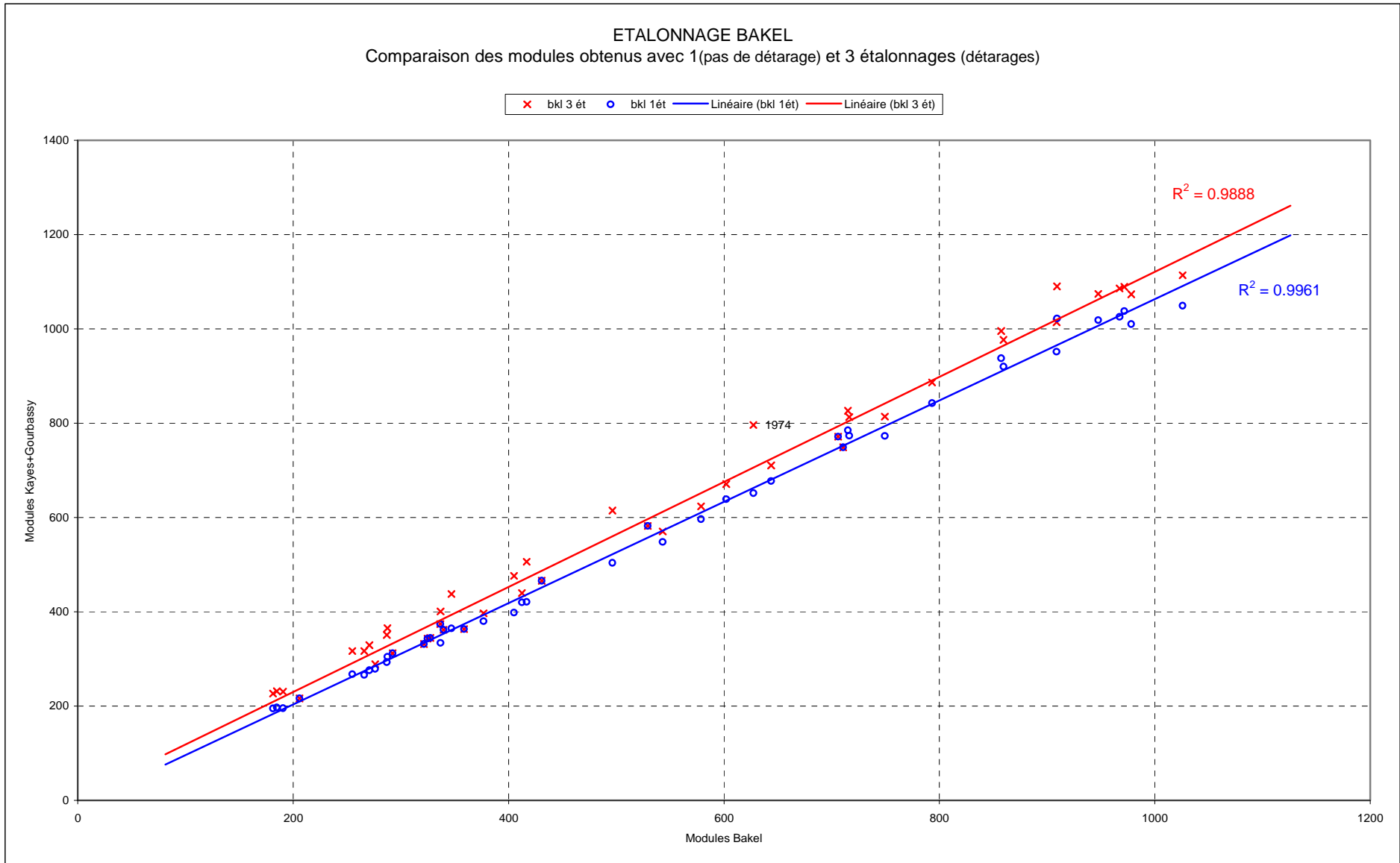
Cas de la station de GOURBASSY

Une légère modification de la courbe est enregistrée, les anciennes mesures, très nombreuses présentent des points situés au-delà de la nouvelle courbe, il n'y a pas eu de détarage de la section mais une meilleure précision sur les mesures. L'écart moyen est de l'ordre de 5%.

Analyse des modules annuels moyens de 1954 à 1999 – Tableau n°1

Année	Ky m ³ /s	Go m ³ /s	(Ky+Go) m ³ /s	bkl 3 ét m ³ /s	bkl 1ét m ³ /s	Δ 3 m ³ /s	Δ 1 m ³ /s
1954	812	214	1026	1114	1049	88	23
1955	761	211	972	1089	1038	118	66
1956	672	186	857	995	938	138	80
1957	779	168	947	1074	1019	127	71
1958	800	178	978	1073	1010	95	32
1959	564	151	715	826	785	111	70
1960	478	124	602	671	639	69	37
1961	684	176	860	977	920	117	60
1962	552	165	716	813	773	97	57
1963	505	139	644	710	677	67	33
1964	715	194	909	1014	952	106	43
1965	712	197	909	1090	1022	181	113
1966	601	192	793	886	842	93	49
1967	758	210	967	1086	1026	118	58
1968	350	63	412	439	420	27	7
1969	603	147	749	814	773	65	24
1970	428	115	543	570	548	27	5
1971	449	130	579	623	596	45	18
1972	236	40	276	289	279	13	2
1973	310	66	377	397	380	20	3
1974	489	138	627	796	652	169	24
1975	380	117	496	615	504	118	7
1976	336	69	405	476	398	71	-7
1977	213	58	271	329	276	58	5
1978	310	106	417	506	421	90	4
1979	210	45	255	316	267	61	12
1980	263	74	337	401	334	64	-3
1981	272	75	347	437	364	91	17
1982	211	55	266	317	266	51	0
1983	165	20	185	231	197	47	12
1984	162	28	191	230	195	40	5
1985	239	48	288	365	304	77	17
1986	237	50	287	351	293	64	6
1987	151	30	181	226	195	45	14
1988	264	75	340	362	362	22	22
1989	244	81	325	343	343	18	18
1990	159	47	206	216	216	10	10
1991	274	62	337	374	374	38	38
1992	297	31	327	344	344	17	17
1993	247	45	292	312	312	20	20
1994	601	110	711	749	749	38	38
1995	436	93	529	582	582	53	53
1996	256	66	321	331	331	10	10
1997	275	83	359	363	363	4	4
1998	329	102	431	466	466	35	35
1999	561	145	706	771	771	65	65

Figure 1



ANNEXE A

COURBES DE TARAGES ET BAREMES DES STATIONS APRES LA CAMPAGNE 2000

BAKEL
KAYES
GOURBASSY

Tableau 2

STATION DE BAKEL – Mesures de débits – 1950 à 1973

N°	Date	H	Qm	Qc	G
1	04/07/50	153	86	86	0
7	29/10/50	672	1580	1657	-17.6
9	31/10/50	633	1510	1665	-19.5
10	04/11/50	555	1200	1364	-18.1
11	04/11/50	555	1130	1284	-18.1
12	08/11/50	497	1030	1130	-11.3
13	08/11/50	497	963	1057	-11.3
14	29/11/50	339	480	499	-4.9
15	19/12/50	268	285	289	-2
16	25/04/51	53	7.08	7.16	-1.4
17	27/06/51	170	97	99.6	-3.4
18	23/07/51	441	860	940	-10.9
19	23/07/51	441	753	823	-10.9
20	10/08/51	599	1980	1835	15.6
21	17/08/51	628	1800	1913	-12.4
22	31/08/51	687	1660	1727	-15.3
23	08/09/51	841	2830	2826	0.6
24	25/09/51	792	2080	2242	-27.7
25	28/09/51	690	1710	1754	-9.9
26	06/10/51	1146	5600	5052	38.1
27	08/10/51	1158	5140	5232	-5.8
28	11/10/51	1122	4970	5156	-11.8
30	23/10/51	877	2440	2490	-7.9
31	31/10/51	880	2740	2849	-15
32	12/11/51	689	1600	1733	-29.6
33	21/11/51	511	987	1121	-15.6
34	26/11/51	444	772	843	-10.7
35	04/12/51	377	597	629	-6.6
36	21/12/51	301	348	356	-2.9
38	20/02/52	177	118	120	-1.9
39	25/03/52	112	47.7	47.7	0
40	28/04/52	68	14.6	14.8	-1.4
41	28/08/52	660	1530	1727	-37.8
42	29/08/52	622	1440	1729	-32.1
44	15/09/52	885	3060	3105	-5.7
45	17/09/52	860	2940	3063	-15.7
47	21/10/52	855	2640	2864	-29.8
48	07/11/52	443	799	877	-11.3
49	15/11/52	363	493	512	-4.8
50	18/11/53	320	413	428	-4.7
51	19/11/53	316	379	387	-2.7
53	20/11/53	313	380	386	-1.9
52	20/11/53	315	400	406	-1.9
54	07/09/54	1228	6440	6582	-7.1
55	09/09/54	1198	5660	6179	-26.8
56	11/09/54	1124	4680	5312	-37.3
57	12/09/54	1088	4290	4790	-33
58	14/09/54	1030	3710	3967	-20.9
59	16/09/54	1002	3450	3642	-17.1
60	19/09/54	940	2840	3015	-18.8
63	16/05/55	97	35.3	35.7	-1.5
64	18/05/55	94	35	35.1	-0.4
65	25/05/55	86	29	29.4	-1.9
66	27/05/55	84	29.3	29.2	0.4
67	28/05/55	85	28.8	28.6	1
68	12/09/60	812	2640	2787	-20.3

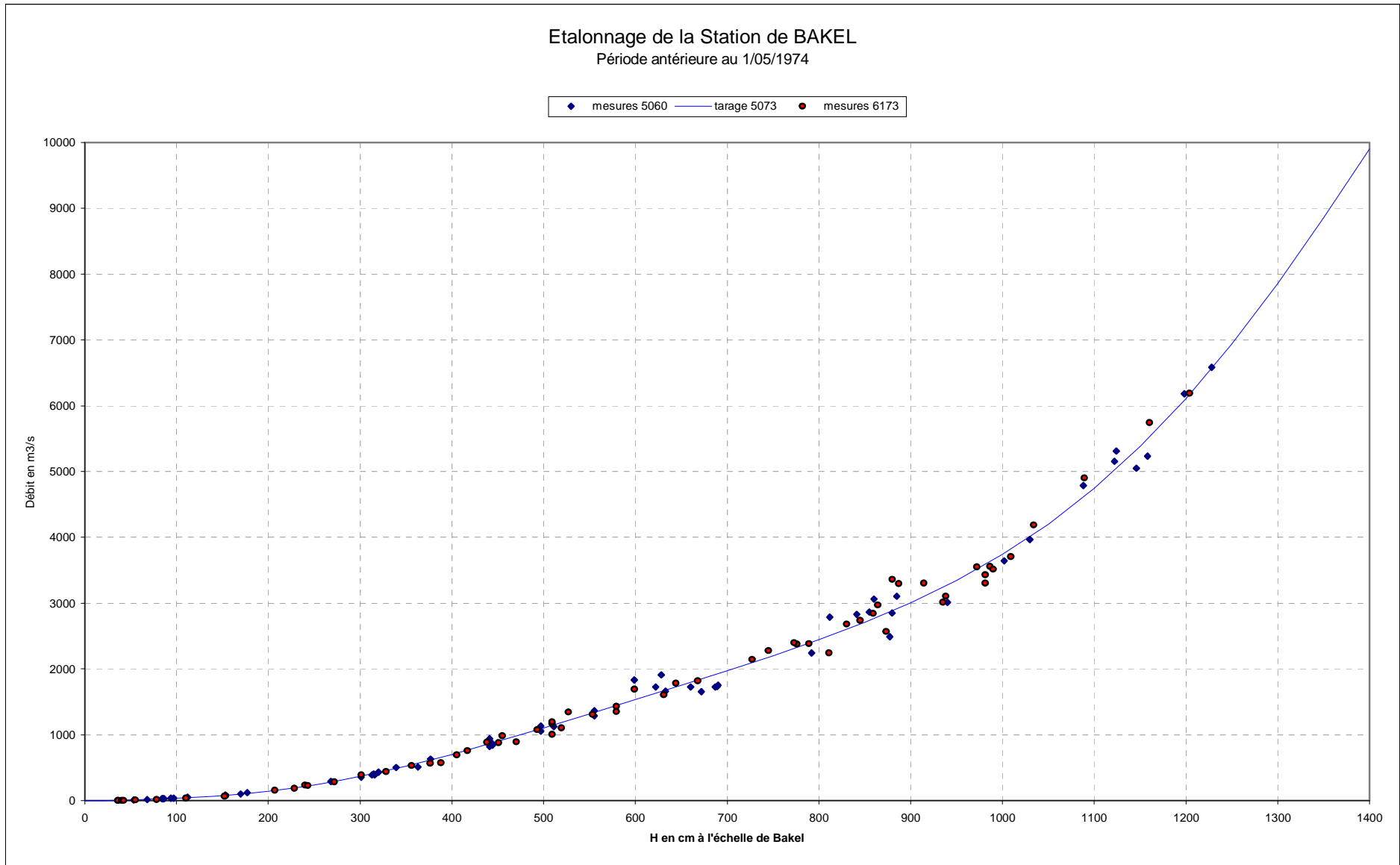
N°	Date	H	Qm	Qc	G
69	10/03/61	110	37.3	38.2	-2.4
70	27/04/61	55	6.2	6.29	-1.4
71	10/06/61	36	1.2	1.19	0.9
72	13/08/61	776	2580	2379	17.9
73	17/09/61	1204	6000	6187	-19.3
74	19/09/61	1160	5490	5743	-26.6
75	21/09/61	1089	4590	4901	-35.3
76	23/09/61	1034	4020	4188	-21.4
77	02/11/61	388	564	576	-2.1
78	05/02/62	153	72.6	74.2	-2.1
79	27/03/62	36	1.06	1.08	-1.4
80	04/06/68	78	16	16.1	-0.4
81	30/07/68	438	922	883	6.7
82	09/08/68	527	1190	1343	-30.9
83	13/09/68	830	2990	2678	26
84	18/09/68	887	3170	3298	-9.5
85	14/10/68	493	1020	1073	-11.9
86	29/11/68	240	223	234	-4.8
87	16/07/69	455	1060	983	15.1
88	21/07/69	417	824	755	11.3
89	24/07/69	509	1280	1169	27.7
90	28/07/69	451	904	879	5.1
91	07/08/69	509	1190	1197	-1.6
92	10/08/69	519	1230	1106	34.9
93	12/08/69	644	1920	1780	16.7
94	14/08/69	599	1570	1691	-16.5
95	18/08/69	553	1340	1305	7.3
96	19/08/69	579	1690	1427	50.3
97	21/08/69	727	2400	2144	25.3
98	23/08/69	745	2400	2280	10.8
99	25/08/69	789	2670	2381	26.4
100	27/08/69	845	3140	2740	33.3
101	29/08/69	914	3460	3305	14.2
102	01/09/69	880	3120	3359	-16.6
103	02/09/69	864	2960	2967	-0.5
104	04/09/69	873	2890	2570	31.1
105	05/09/69	935	3370	3013	44.2
106	06/09/69	972	3710	3551	20.8
107	09/09/69	986	3670	3554	16.2
108	10/09/69	990	3580	3513	9.6
109	12/09/69	1009	3730	3703	3.9
110	13/09/69	981	3310	3306	0.6
111	17/09/69	981	3310	3427	-16
112	19/09/69	938	2950	3105	-17.6
113	26/09/69	859	2410	2844	-31.2
114	28/09/69	811	2130	2239	-9.9
117	21/10/69	668	1810	1815	-0.6
120	01/11/69	773	2020	2397	-29.4
121	05/11/69	631	1370	1607	-29.1
122	07/11/69	579	1220	1351	-23.1
123	11/11/69	509	952	1002	-13.5
124	14/11/69	470	819	894	-17
125	20/11/69	405	637	696	-8.6
126	24/11/69	376	532	564	-5.5
127	27/11/69	356	492	530	-6.9
128	02/12/69	328	412	439	-6
129	08/12/69	301	374	389	-3.7
130	19/12/69	272	278	285	-2.4

Qm = Débit mesurés

Qc = Débit corrigé par correction de gradient : $Qc=Qm*(1+Kg*G)^{-0.5}$

G = Gradient en cm/jour

Figure 2



STATION DE BAKEL – Mesures de débits –1974 à 1987

Tableau 3

N°	Date	H	Qm	Qc	G
137	12/01/74	120	43.4	43.5	-1
138	13/02/74	93	19.1	19.1	-0.5
139	06/03/74	78	11.5	11.5	-1
140	27/03/74	59	2.6	2.6	-0.9
141	30/04/74	45	1.17	1.17	-0.4
142	17/05/74	38	0.72	0.72	-0.5
143	30/05/74	28	0.13	0.13	-0.9
144	16/06/74	20	0	0	-0.5
145	27/07/74	515	1370	1330	15.4
146	13/08/74	599	1590	1676	-25
147	14/08/74	574	1440	1509	-22.2
148	16/08/74	541	1320	1355	-12.7
149	03/09/74	1061	4480	4814	-33.5
151	09/09/74	953	3600	3628	-3.9
152	12/09/74	876	2940	3167	-34.5
153	14/09/74	823	2700	2808	-18.9
154	18/09/74	821	2850	2809	7.3
155	22/09/74	842	3030	3140	-17.2
156	24/09/74	777	2500	2686	-33.5
157	24/03/75	79	10.6	10.6	-1
158	03/05/75	52	2.02	2.02	0
159	05/06/75	36	0.39	0.39	-0.4
160	27/07/75	459	1200	1056	72.7
161	30/07/75	674	2470	2157	77.7
163	11/08/75	577	1790	1684	32.4
164	12/08/75	602	1760	1746	4.1
165	16/08/75	581	1650	1662	-3.5
166	19/08/75	539	1370	1427	-19.5
167	21/08/75	494	1160	1217	-22.8
168	23/08/75	454	995	1006	-5.5
169	26/08/75	510	1310	1271	15.6
170	27/08/75	521	1330	1319	4.3
171	29/08/75	546	1500	1419	29.2
172	30/08/75	572	1650	1508	49.4
173	31/08/75	658	2360	2017	92.2
174	01/09/75	753	3020	2539	103.6
175	01/09/75	775	3140	2640	103.6
176	02/09/75	853	3780	3239	90.4
177	03/09/75	936	4470	3916	75.7
178	04/09/75	1004	4980	4663	35.1
179	05/09/75	1016	4730	4785	-5.7
180	06/09/75	993	4560	4644	-9
181	08/09/75	1006	4670	4661	1
182	10/09/75	976	4080	4289	-23.8
183	11/09/75	946	3860	4083	-26.6
184	13/09/75	889	3400	3653	-33.4
185	14/09/75	856	3080	3304	-32.8
186	16/09/75	792	2660	2775	-20.3
187	11/10/75	538	1300	1342	-15.5
188	13/10/75	503	1120	1164	-18.5
189	14/10/75	485	1060	1096	-16
190	08/11/75	321	473	478	-5
191	10/11/75	310	444	449	-6
192	09/12/75	208	181	182	-2
193	11/12/75	204	177	178	-2.2
194	15/01/76	144	70	70.3	-1.9
195	17/01/76	142	68.7	68.8	-0.6
196	17/03/76	84	14	14	-0.6
197	08/05/76	41	0.43	0.43	-0.5
198	07/08/76	391	780	765	9.9
199	12/08/76	474	1140	1115	11.3
200	17/08/76	585	1750	1634	36.6
201	19/08/76	634	1960	1943	4.4
202	23/08/76	694	2390	2376	3
203	06/09/76	482	1090	1121	-13.6
204	10/09/76	453	1010	1015	-2.5

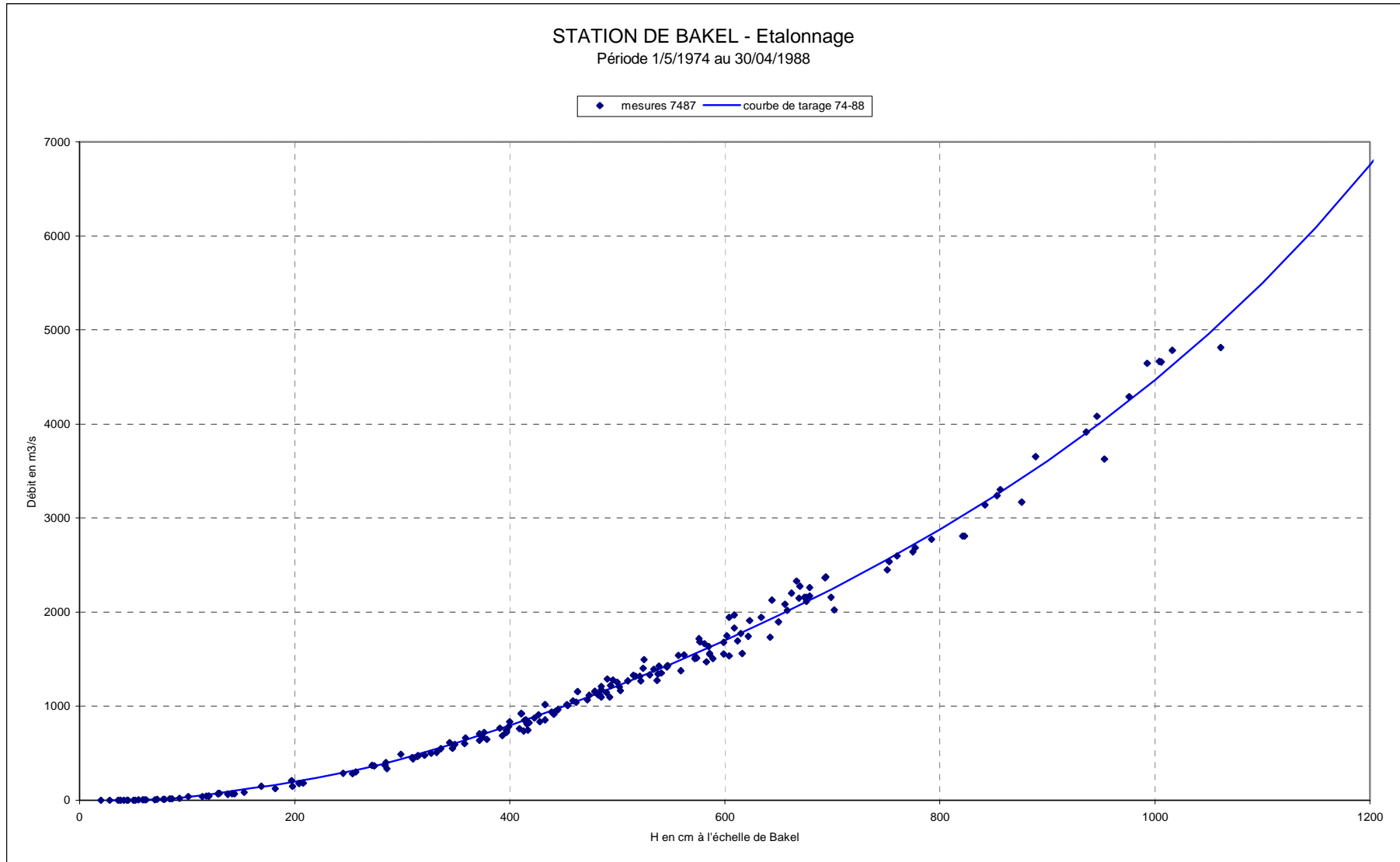
N°	Date	H	Qm	Qc	G
242	04/09/81	699	2180	2159	4.9
243	11/09/81	623	1970	1910	16
244	14/09/81	622	1720	1744	-6.9
245	15/09/81	616	1520	1561	-12.9
246	18/09/81	586	1560	1558	0.8
247	20/09/81	583	1480	1473	2.4
248	23/09/81	586	1520	1548	-8.9
249	25/09/81	562	1510	1547	-11.7
250	30/10/81	286	335	337	-3.1
251	28/11/81	182	123	123	-1.7
252	29/01/82	101	38.5	38.6	-1.4
253	03/03/82	72	9.15	9.18	-1.5
254	27/03/82	50	2.37	2.37	-0.2
255	25/07/82	274	370	366	5.4
256	27/07/82	284	372	368	5
257	29/07/82	315	496	476	21.1
259	05/08/82	375	685	670	11.7
260	12/08/82	399	813	786	17.3
261	14/08/82	491	1430	1290	57.2
262	15/08/82	525	1590	1497	31.9
263	18/08/82	517	1250	1317	-24.7
264	19/08/82	485	1110	1174	-26.6
265	21/08/82	443	945	947	-1.1
266	23/08/82	484	1230	1120	51.5
267	24/08/82	546	1640	1429	79.1
268	26/08/82	644	2090	2126	-8.4
269	29/08/82	667	2410	2328	18
270	30/08/82	679	2330	2263	15
271	31/08/82	693	2370	2364	1.2
272	02/09/82	670	2220	2275	-12
273	05/09/82	676	2030	2111	-18.9
275	10/09/82	547	1400	1431	-10.7
276	18/08/83	376	719	722	-1.8
277	20/08/83	413	796	736	42.8
278	22/08/83	493	1120	1098	10.2
279	31/08/83	397	714	723	-6
280	05/10/83	379	650	649	1
281	09/10/83	349	575	590	-12.6
282	11/10/83	336	544	549	-4.5
283	15/10/83	310	432	438	-6.6
284	18/10/83	285	391	398	-9
285	22/10/83	254	280	283	-6
287	27/11/83	153	83.8	84.3	-3.2
288	30/07/84	397	756	747	6.22
289	08/08/84	417	755	747	5.36
290	13/08/84	393	688	685	2.39
291	15/08/84	433	850	853	-1.5
292	20/08/84	409	760	758	1.33
293	15/09/84	372	622	637	-11.67
294	17/09/84	347	542	551	-7.92
295	26/09/84	332	500	508	-7.94
296	28/09/84	309	450	456	-6.47
297	10/10/84	415	870	853	9.92
298	20/12/84	114	39.7	39.8	-1.56
299	21/07/85	359	659	662	-2.61
300	25/07/85	400	870	833	22.94
301	27/07/85	439	940	937	1.58
302	01/08/85	479	1190	1149	18.31
303	12/08/85	522	1310	1268	16.94
304	15/08/85	557	1590	1539	16.89
305	13/09/85	679	2140	2171	-7
306	16/09/85	650	1840	1896	-14.64
307	18/09/85	612	1640	1692	-15.14
308	21/09/85	573	1470	1526	-18
309	23/09/85	530	1280	1334	-19.86
310	25/09/85	490	1110	1144	-14.72

Tableau 3 – suite

N°	Date	H	Qm	Qc	G
205	14/09/76	427	910	910	-0.1
206	22/10/76	423	890	876	7.9
207	28/04/77	60	4.64	4.66	-2
208	09/06/77	44	1.4	1.4	0
209	06/11/77	257	301	303	-2.5
210	04/01/78	120	45.4	45.6	-1.9
211	12/02/78	86	14.4	14.4	-0.5
212	01/05/78	38	0.68	0.68	0
213	01/01/79	138	65.5	65.6	-1
215	01/01/79	138	64	64.1	-1
216	26/03/79	70	4.53	4.53	-0.3
217	26/04/79	45	0.9	0.9	-0.3
218	08/06/79	62	5.26	5.17	8.3
219	30/11/79	198	146	147	-3.6
220	01/08/80	411	961	916	25.3
221	01/08/80	411	970	924	25.3
222	02/08/80	433	1100	1017	42.4
223	02/08/80	433	1100	1017	42.4
224	03/08/80	479	1340	1161	83.3
225	04/08/80	609	2010	1832	51
226	05/08/80	604	1850	1944	-23.6
228	08/08/80	485	1200	1208	-3.3
229	09/08/80	500	1300	1255	18.2
230	10/08/80	524	1450	1404	16.6
231	11/08/80	534	1470	1394	28.1
232	12/08/80	576	1850	1720	39.2
233	25/08/80	55	4.04	3.91	17.2
234	02/01/81	130	73.2	73.4	-1.4
235	16/01/81	118	45.5	45.6	-1
236	14/08/81	669	1930	2146	-47.8
237	16/08/81	589	1450	1506	-18.2
238	19/08/81	656	2230	2085	35.9
239	25/08/81	599	1520	1557	-11.7
240	28/08/81	615	1780	1770	2.9
241	01/09/81	676	2290	2158	31.6

N°	Date	H	Qm	Qc	G
311	29/09/85	462	1030	1044	-6.78
312	02/10/85	441	900	915	-8.22
313	16/07/86	245	290	288	3.67
314	19/07/86	272	380	368	16.94
315	20/07/86	299	500	487	13.86
316	21/07/86	314	470	465	5.69
317	26/07/86	344	620	611	7.03
318	28/07/86	327	490	499	-8.61
319	02/08/86	358	605	604	0.92
320	26/08/86	418	850	823	16.83
321	27/08/86	445	1000	962	20.39
322	28/08/86	472	1100	1064	17.22
323	31/08/86	502	1230	1203	11.17
324	03/09/86	537	1370	1276	38.17
325	04/09/86	609	2160	1972	49.89
326	06/09/86	662	2380	2203	41.78
327	07/09/86	751	2560	2450	23
328	10/09/86	760	2440	2595	-29
329	12/09/86	702	1970	2023	-13
330	17/09/86	642	1580	1732	-42
331	18/09/86	604	1430	1535	-33
332	22/09/86	559	1360	1375	-5.5
333	23/09/86	416	815	824	-5.64
334	25/09/86	129	67	67.5	-3.72
335	16/07/87	169	150	149	4.36
336	19/07/87	197	210	206	9.47
337	19/08/87	372	775	706	51.17
338	21/08/87	414	885	849	21.86
339	23/08/87	463	1200	1155	20.06
340	23/08/87	496	1330	1280	20.06
342	29/08/87	315	460	470	-10.97
343	12/09/87	428	820	832	-6.89
344	23/09/87	416	815	808	4.39
345	25/11/87	129	67	67.5	-3.39

Figure 3

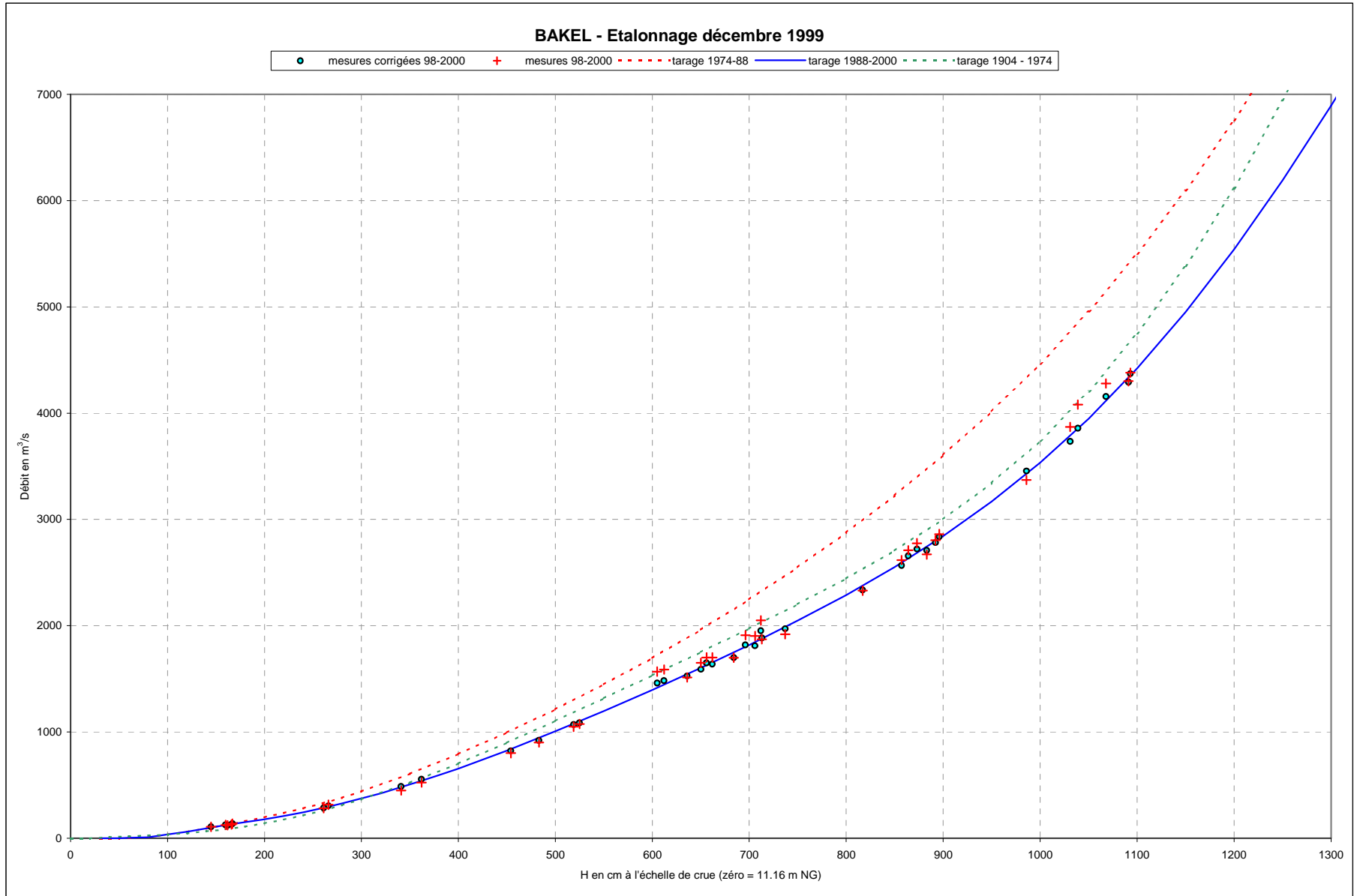


ETALONNAGE à partir de mai 1988

Tableau 4

N°	Date	H(cm)	Q(m3/s)	Qc	G(cm/j)	
346	26/03/98	162	122	122	0	
347	25/05/98	167	138	138	0	
348	28/06/98	266	316	305	7	
351	24/09/98	737	1920	1972	-35	
352	13/10/98	341	450	488	-15	
353	27/10/98	261	282	285	-2	
354	09/11/98	166	130	131	-1	
355	15/12/99	160	126	126	0	
356	12/01/99	145	107	107	0	
357	13/08/99	605	1567	1460	84.38	
358	13/08/99	612	1588	1482	84.38	
359	26/08/99	1031	3870	3732	78.88	
360	26/08/99	1039	4080	3858	78.88	
361	27/08/99	1068	4280	4156	40.38	
362	29/08/99	1091	4300	4291	2.88	
363	29/08/99	1093	4380	4371	2.88	
364	04/09/99	986	3370	3455	-32.5	
365	07/09/99	883	2670	2709	-19.25	
366	21/09/99	817	2330	2335	-3	
367	06/10/99	684	1700	1699	1	
368	20/10/99	713	1872	1886	-9.75	
369	09/11/99	483	900	920	-12.5	
370	12/11/99	454	801	822	-12.25	
371	04/12/99	362	525	553	-11	
372	18-août-00	525	1074	1085	-8	T4 Monitor
373	19-août-00	519	1049	1069	-14	T4 Monitor
374	1-sept-00	636	1514	1526	-10	T4 Monitor
375	4-sept-00	650	1650	1589	52	T4 Rio
376	4-sept-00	656	1701	1650	42	Moulinet
377	4-sept-00	662	1701	1638	52	T4 Rio
378	5-sept-00	696	1910	1819	68.5	T4 Rio
379	5-sept-00	706	1902	1811	68.5	Moulinet
380	5-sept-00	712	2050	1952	68.5	T4 Rio
381	8-sept-00	857	2618	2567	27	T4 Monitor
382	8-sept-00	864	2710	2657	27	T4 Monitor
383	8-sept-00	873	2776	2721	27	T4 Monitor
384	9-sept-00	892	2806	2781	12	T4 Monitor
385	9-sept-00	896	2862	2837	12	T4 Monitor

Figure 3 bis



Etalonnage BAKEL – A compter du 1/05/1988

Tableau 5

H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s
30	0	31	0.03	32	0.06	33	0.09	34	0.12	35	0.15	36	0.18	37	0.21	38	0.24	39	0.27
40	0.3	41	0.34	42	0.37	43	0.41	44	0.45	45	0.49	46	0.52	47	0.56	48	0.6	49	0.63
50	0.67	51	0.92	52	1.18	53	1.43	54	1.68	55	1.94	56	2.19	57	2.44	58	2.69	59	2.95
60	3.2	61	3.58	62	3.95	63	4.32	64	4.7	65	5.07	66	5.45	67	5.82	68	6.2	69	6.57
70	6.95	71	7.32	72	7.7	73	8.07	74	8.45	75	8.82	76	9.2	77	9.6	78	9.9	79	10.3
80	10.7	81	11.9	82	13.1	83	14.3	84	15.6	85	16.8	86	18	87	19.2	88	20.4	89	21.6
90	22.9	91	24.1	92	25.3	93	26.5	94	27.7	95	28.9	96	30.1	97	31.4	98	32.6	99	33.8
100	35	101	36.3	102	37.6	103	38.9	104	40.3	105	41.6	106	42.9	107	44.2	108	45.5	109	46.8
110	48.2	111	49.5	112	50.8	113	52.1	114	53.4	115	54.7	116	56	117	57.4	118	58.7	119	60
120	61.3	121	62.8	122	64.3	123	65.8	124	67.3	125	68.8	126	70.4	127	71.9	128	73.4	129	74.9
130	76.4	131	77.9	132	79.4	133	80.9	134	82.4	135	83.9	136	85.5	137	87	138	88.5	139	90
140	91.5	141	93.2	142	94.9	143	96.7	144	98.4	145	100	146	102	147	104	148	105	149	107
150	109	151	110	152	112	153	114	154	116	155	117	156	119	157	121	158	123	159	124
160	126	161	127	162	129	163	130	164	131	165	132	166	134	167	135	168	136	169	137
170	139	171	140	172	141	173	142	174	144	175	145	176	146	177	147	178	149	179	150
180	151	181	152	182	154	183	155	184	156	185	158	186	159	187	160	188	162	189	163
190	165	191	166	192	167	193	169	194	170	195	171	196	173	197	174	198	175	199	177
200	178	201	180	202	181	203	183	204	184	205	186	206	188	207	189	208	191	209	192
210	194	211	196	212	197	213	199	214	200	215	202	216	204	217	205	218	207	219	208
220	210	221	212	222	214	223	215	224	217	225	219	226	221	227	222	228	224	229	226
230	228	231	229	232	231	233	233	234	235	235	236	236	238	237	240	238	242	239	243
240	245	241	247	242	249	243	251	244	253	245	255	246	257	247	259	248	261	249	263
250	265	251	266	252	268	253	270	254	272	255	274	256	276	257	278	258	280	259	282
260	284	261	286	262	288	263	290	264	293	265	295	266	297	267	299	268	301	269	303
270	306	271	308	272	310	273	312	274	314	275	316	276	318	277	321	278	323	279	325
280	327	281	329	282	332	283	334	284	336	285	339	286	341	287	343	288	346	289	348
290	351	291	353	292	355	293	358	294	360	295	362	296	365	297	367	298	369	299	372
300	374	301	377	302	379	303	382	304	384	305	387	306	389	307	392	308	394	309	397
310	399	311	402	312	404	313	407	314	409	315	412	316	414	317	417	318	419	319	422
320	424	321	427	322	429	323	432	324	435	325	437	326	440	327	443	328	445	329	448
330	451	331	453	332	456	333	458	334	461	335	464	336	466	337	469	338	472	339	474
340	477	341	480	342	483	343	486	344	488	345	491	346	494	347	497	348	500	349	503
350	506	351	508	352	511	353	514	354	517	355	520	356	523	357	525	358	528	359	531
360	534	361	537	362	540	363	543	364	546	365	549	366	552	367	555	368	558	369	561
370	564	371	567	372	570	373	573	374	576	375	579	376	582	377	585	378	588	379	591
380	594	381	597	382	600	383	603	384	607	385	610	386	613	387	616	388	619	389	622
390	626	391	629	392	632	393	635	394	638	395	641	396	644	397	648	398	651	399	654
400	657	401	660	402	664	403	667	404	670	405	674	406	677	407	680	408	684	409	687
410	690	411	694	412	697	413	700	414	704	415	707	416	710	417	714	418	717	419	720
420	724	421	727	422	730	423	734	424	737	425	741	426	744	427	747	428	751	429	754
430	757	431	761	432	764	433	767	434	771	435	774	436	777	437	781	438	784	439	787
440	791	441	794	442	797	443	801	444	804	445	807	446	811	447	814	448	817	449	821
450	824	451	828	452	831	453	835	454	838	455	842	456	846	457	849	458	853	459	857
460	860	461	864	462	867	463	871	464	875	465	878	466	882	467	886	468	889	469	893
470	896	471	900	472	904	473	907	474	911	475	915	476	918	477	922	478	925	479	929
480	933	481	936	482	940	483	943	484	947	485	951	486	954	487	958	488	962	489	965
490	969	491	972	492	976	493	980	494	983	495	987	496	991	497	994	498	998	499	1001
500	1005	501	1009	502	1013	503	1016	504	1020	505	1024	506	1028	507	1032	508	1036	509	1039
510	1043	511	1047	512	1051	513	1055	514	1058	515	1062	516	1066	517	1070	518	1074	519	1078
520	1081	521	1085	522	1089	523	1093	524	1097	525	1101	526	1104	527	1108	528	1112	529	1116
530	1120	531	1123	532	1127	533	1131	534	1135	535	1139	536	1143	537	1146	538	1150	539	1154
540	1158	541	1162	542	1165	543	1169	544	1173	545	1177	546	1181	547	1185	548	1188	549	1192
550	1196	551	1200	552	1204	553	1208	554	1212	555	1216	556	1220	557	1224	558	1228	559	1232
560	1236	561	1240	562	1244	563	1248	564	1252	565	1256	566	1260	567	1264	568	1268	569	1272
570	1276	571	1280	572	1284	573	1288	574	1292	575	1296	576	1300	577	1304	578	1308	579	1312
580	1316	581	1320	582	1324	583	1328	584	1332	585	1336	586	1340	587	1344	588	1348	589	1352
590	1356	591	1360	592	1364	593	1368	594	1372	595	1376	596	1380	597	1384	598	1388	599	1392
600	1396	601	1400	602	1404	603	1408	604	1413	605	1417	606	1421	607	1425	608	1429	609	1433
610	1437	611	1442	612	1446	613	1450	614	1454	615	1458	616	1462	617	1466	618	1471	619	1475
620	1479	621	1483	622	1487	623	1491	624	1495	625	1500	626	1504	627	1508	628	1512	629	1516
630	1520	631	1524	632	1528	633	1533	634	1537	635	1541	636	1545	637	1549	638	1553	639	1557
640	1562	641	1566	642	1570	643	1574	644	1578	645	1582	646	1586	647	1591	648	1595	649	1599
650	1603	651	1607	652	1612	653	1616	654	1620	655	1625	656	1629	657	1633	658	1638	659	1642
660	1646	661	1651	662	1655	663	1659	664	1663	665	1668	666	1672	667	1676	668	1681	669	1685
670	1689	671	1694	672	1698	673	1702	674	1707	675	1711	676	1715	677	1720	678	1724	679	1728
680	1733	681	1737	682	1741	683	1746	684	1750	685	1754	686	1759	687	1763	688	1767	689	1771
690	1776	691	1780	692	1784	693	1789	694	1793	695	1797	696	1802	697	1806	698	1810	699	1815

Etalonnage BAKEL – A compter du 1/05/1988 (suite)

Tableau 5 - suite

H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s	cm	m3/s
700	1819	701	1824	702	1828	703	1833	704	1837	705	1842	706	1846	707	1851	708	1855	709	1860
710	1865	711	1869	712	1874	713	1878	714	1883	715	1887	716	1892	717	1897	718	1901	719	1906
720	1910	721	1915	722	1919	723	1924	724	1928	725	1933	726	1938	727	1942	728	1947	729	1951
730	1956	731	1960	732	1965	733	1969	734	1974	735	1979	736	1983	737	1988	738	1992	739	1997
740	2001	741	2006	742	2011	743	2015	744	2020	745	2024	746	2029	747	2033	748	2038	749	2042
750	2047	751	2052	752	2057	753	2062	754	2066	755	2071	756	2076	757	2081	758	2086	759	2091
760	2095	761	2100	762	2105	763	2110	764	2115	765	2120	766	2124	767	2129	768	2134	769	2139
770	2144	771	2149	772	2153	773	2158	774	2163	775	2168	776	2173	777	2178	778	2183	779	2187
780	2192	781	2197	782	2202	783	2207	784	2212	785	2216	786	2221	787	2226	788	2231	789	2236
790	2241	791	2245	792	2250	793	2255	794	2260	795	2265	796	2270	797	2274	798	2279	799	2284
800	2289	801	2294	802	2300	803	2305	804	2310	805	2315	806	2320	807	2326	808	2331	809	2336
810	2342	811	2347	812	2352	813	2357	814	2363	815	2368	816	2373	817	2378	818	2384	819	2389
820	2394	821	2399	822	2405	823	2410	824	2415	825	2421	826	2426	827	2431	828	2436	829	2442
830	2447	831	2452	832	2457	833	2463	834	2468	835	2473	836	2478	837	2484	838	2489	839	2494
840	2499	841	2505	842	2510	843	2515	844	2520	845	2526	846	2531	847	2536	848	2541	849	2547
850	2552	851	2558	852	2564	853	2569	854	2575	855	2581	856	2587	857	2593	858	2599	859	2604
860	2610	861	2616	862	2622	863	2628	864	2633	865	2639	866	2645	867	2651	868	2657	869	2663
870	2668	871	2674	872	2680	873	2686	874	2692	875	2698	876	2703	877	2709	878	2715	879	2721
880	2727	881	2732	882	2738	883	2744	884	2750	885	2756	886	2762	887	2767	888	2773	889	2779
890	2785	891	2791	892	2796	893	2802	894	2808	895	2814	896	2820	897	2826	898	2831	899	2837
900	2843	901	2849	902	2856	903	2862	904	2869	905	2875	906	2882	907	2888	908	2895	909	2901
910	2908	911	2914	912	2921	913	2927	914	2934	915	2940	916	2947	917	2953	918	2960	919	2966
920	2973	921	2979	922	2986	923	2992	924	2999	925	3005	926	3011	927	3018	928	3024	929	3031
930	3037	931	3044	932	3050	933	3057	934	3063	935	3070	936	3076	937	3083	938	3089	939	3096
940	3102	941	3109	942	3115	943	3122	944	3128	945	3135	946	3141	947	3148	948	3154	949	3161
950	3167	951	3174	952	3182	953	3189	954	3196	955	3204	956	3211	957	3218	958	3226	959	3233
960	3240	961	3248	962	3255	963	3262	964	3269	965	3277	966	3284	967	3291	968	3299	969	3306
970	3313	971	3321	972	3328	973	3335	974	3343	975	3350	976	3357	977	3365	978	3372	979	3379
980	3387	981	3394	982	3401	983	3409	984	3416	985	3423	986	3431	987	3438	988	3445	989	3452
990	3460	991	3467	992	3474	993	3482	994	3489	995	3496	996	3504	997	3511	998	3518	999	3526
1000	3533	1001	3541	1002	3550	1003	3558	1004	3566	1005	3575	1006	3583	1007	3591	1008	3600	1009	3608
1010	3616	1011	3625	1012	3633	1013	3641	1014	3649	1015	3658	1016	3666	1017	3674	1018	3683	1019	3691
1020	3699	1021	3708	1022	3716	1023	3724	1024	3733	1025	3741	1026	3749	1027	3758	1028	3766	1029	3774
1030	3783	1031	3791	1032	3799	1033	3808	1034	3816	1035	3824	1036	3833	1037	3841	1038	3849	1039	3857
1040	3866	1041	3874	1042	3882	1043	3891	1044	3899	1045	3907	1046	3916	1047	3924	1048	3932	1049	3941
1050	3949	1051	3958	1052	3968	1053	3977	1054	3987	1055	3996	1056	4006	1057	4015	1058	4024	1059	4034
1060	4043	1061	4053	1062	4062	1063	4071	1064	4081	1065	4090	1066	4100	1067	4109	1068	4119	1069	4128
1070	4137	1071	4147	1072	4156	1073	4166	1074	4175	1075	4185	1076	4194	1077	4203	1078	4213	1079	4222
1080	4232	1081	4241	1082	4250	1083	4260	1084	4269	1085	4279	1086	4288	1087	4298	1088	4307	1089	4316
1090	4326	1091	4335	1092	4345	1093	4354	1094	4363	1095	4373	1096	4382	1097	4392	1098	4401	1099	4411
1100	4420	1101	4431	1102	4441	1103	4452	1104	4462	1105	4473	1106	4484	1107	4494	1108	4505	1109	4515
1110	4526	1111	4537	1112	4547	1113	4558	1114	4568	1115	4579	1116	4590	1117	4600	1118	4611	1119	4621
1120	4632	1121	4643	1122	4653	1123	4664	1124	4674	1125	4685	1126	4696	1127	4706	1128	4717	1129	4727
1130	4738	1131	4749	1132	4759	1133	4770	1134	4780	1135	4791	1136	4802	1137	4812	1138	4823	1139	4833
1140	4844	1141	4855	1142	4865	1143	4876	1144	4886	1145	4897	1146	4908	1147	4918	1148	4929	1149	4939
1150	4950	1151	4962	1152	4974	1153	4986	1154	4997	1155	5009	1156	5021	1157	5033	1158	5045	1159	5057
1160	5068	1161	5080	1162	5092	1163	5104	1164	5116	1165	5128	1166	5139	1167	5151	1168	5163	1169	5175
1170	5187	1171	5199	1172	5210	1173	5222	1174	5234	1175	5246	1176	5258	1177	5270	1178	5282	1179	5293
1180	5305	1181	5317	1182	5329	1183	5341	1184	5353	1185	5366	1186	5378	1187	5388	1188	5400	1189	5412
1190	5424	1191	5435	1192	5447	1193	5459	1194	5471	1195	5483	1196	5495	1197	5506	1198	5518	1199	5530
1200	5542	1201	5555	1202	5568	1203	5581	1204	5594	1205	5607	1206	5620	1207	5633	1208	5646	1209	5659
1210	5672	1211	5685	1212	5698	1213	5711	1214	5724	1215	5737	1216	5750	1217	5763	1218	5776	1219	5789
1220	5802	1221	5815	1222	5828	1223	5841	1224	5854	1225	5867	1226	5880	1227	5893	1228	5906	1229	5919
1230	5932	1231	5945	1232	5958	1233	5971	1234	5984	1235	5997	1236	6010	1237	6023	1238	6036	1239	6049
1240	6062	1241	6075	1242	6088	1243	6101	1244	6114	1245	6127	1246	6140	1247	6153	1248	6166	1249	6179
1250	6192	1251	6206	1252	6220	1253	6234	1254	6248	1255	6262	1256	6276	1257	6290	1258	6304	1259	6318
1260	6332	1261	6346	1262	6360	1263	6375	1264	6389	1265	6403	1266	6417	1267	6431	1268	6445	1269	6459
1270	6473	1271	6487	1272	6501	1273	6515	1274	6529	1275	6543	1276	6557	1277	6571	1278	6585	1279	6599
1280	6613	1281	6627	1282	6641	1283	6655	1284	6669	1285	6683	1286	6697	1287	6711	1288	6726	1289	6740
1290	6754	1291	6768	1292	6782	1293	6796	1294	6810	1295	6824	1296	6838	1297	6852	1298	6866	1299	6880
1300	6894	1301	6909	1302	6924	1303	6938	1304	6953	1305	6968	1306	6983	1307	6997	1308	7012	1309	7027
1310	7042	1311	7056	1312	7071	1313	7086	1314	7101	1315	7115	1316	7130	1317	7145	1318	7160	1319	7174
1320	7189	1321	7204	1322	7219	1323	7233	1324	7248	1325	7263	1326	7278	1327	7293	1328	7307	1329	7322
1330	7337	1331	7352	1332	7366	1333	7381	1334	7396	1335	7411	1336	7425	1337	7440	1338	7455	1339	7470
1340	7484	1341	7499	1342	7514	1343	7529	1344	7543	1345	7558	1346	7573	1347	7588	1348	7602	1349	7617
1350	7632	1351	7647	1352	7662	1353	7677	1354	7692	1355	7708	1356	7723	1357	7738	1358	7753	1359	7768
1360	7783	1361	7798	1362	7813	1363	782												

Etalonnage BAKEL – Fonction correction de gradient

Tableau 6

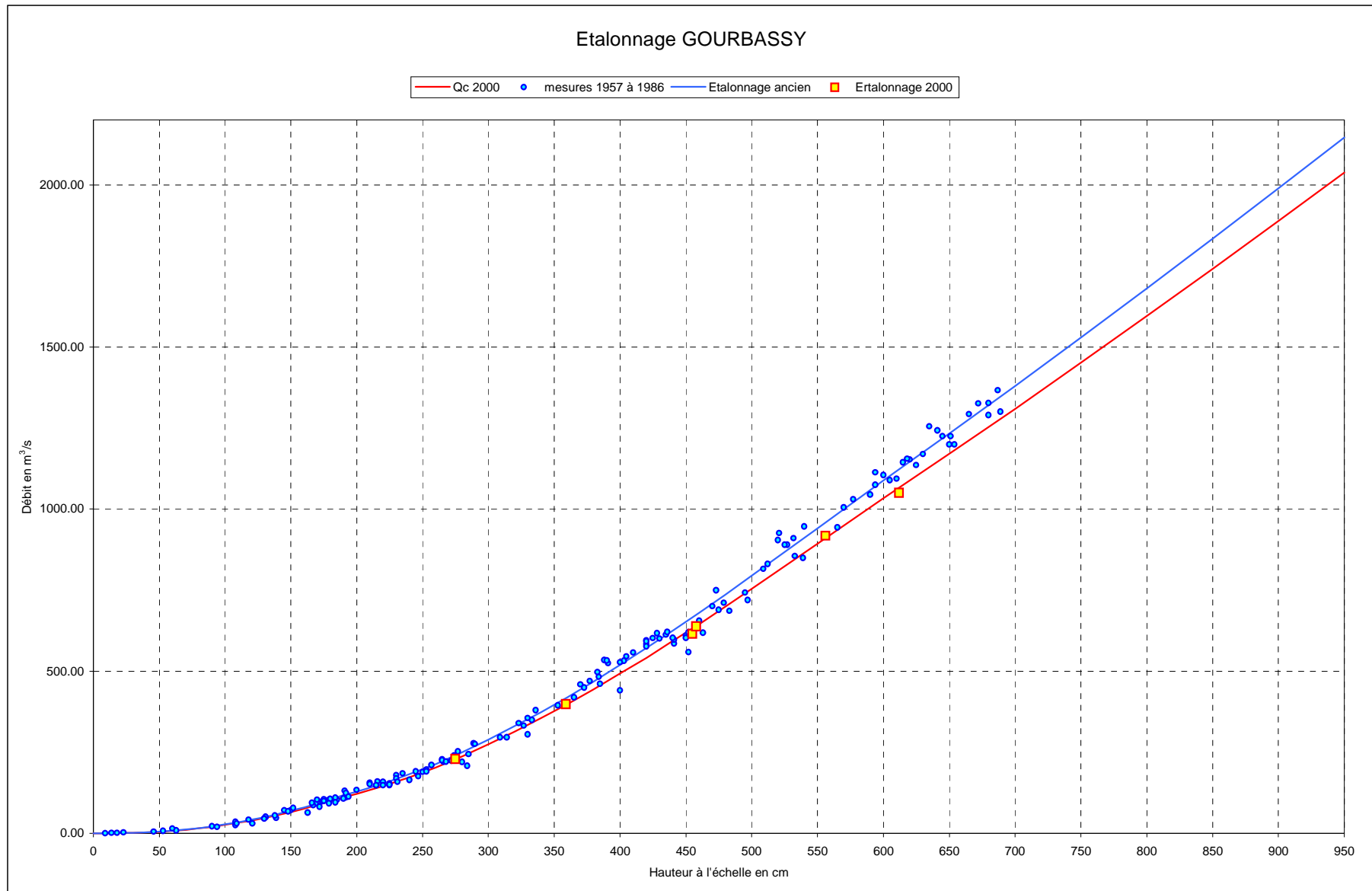
Hcm	Kg	Hcm	Kg	Hcm	Kg	Hcm	Kg	Hcm	Kg	Hcm	Kg	Hcm	Kg	Hcm	Kg	Hcm	Kg	Hcm	Kg
30	0.0100	31	0.0100	32	0.0100	33	0.0100	34	0.0100	35	0.0100	36	0.0100	37	0.0100	38	0.0100	39	0.0100
40	0.0100	41	0.0100	42	0.0100	43	0.0100	44	0.0100	45	0.0100	46	0.0100	47	0.0100	48	0.0100	49	0.0100
50	0.0100	51	0.0100	52	0.0100	53	0.0100	54	0.0100	55	0.0100	56	0.0100	57	0.0100	58	0.0100	59	0.0100
60	0.0100	61	0.0100	62	0.0100	63	0.0100	64	0.0100	65	0.0100	66	0.0100	67	0.0100	68	0.0100	69	0.0100
70	0.0100	71	0.0100	72	0.0100	73	0.0100	74	0.0100	75	0.0100	76	0.0100	77	0.0100	78	0.0100	79	0.0100
80	0.0100	81	0.0100	82	0.0100	83	0.0100	84	0.0100	85	0.0100	86	0.0100	87	0.0100	88	0.0100	89	0.0100
90	0.0100	91	0.0100	92	0.0100	93	0.0100	94	0.0100	95	0.0100	96	0.0100	97	0.0100	98	0.0100	99	0.0100
100	0.0100	101	0.0100	102	0.0100	103	0.0100	104	0.0100	105	0.0100	106	0.0100	107	0.0100	108	0.0100	109	0.0100
110	0.0100	111	0.0100	112	0.0100	113	0.0100	114	0.0100	115	0.0100	116	0.0100	117	0.0100	118	0.0100	119	0.0100
120	0.0100	121	0.0100	122	0.0100	123	0.0100	124	0.0100	125	0.0100	126	0.0100	127	0.0100	128	0.0100	129	0.0100
130	0.0100	131	0.0100	132	0.0100	133	0.0100	134	0.0100	135	0.0100	136	0.0100	137	0.0100	138	0.0100	139	0.0100
140	0.0100	141	0.0100	142	0.0100	143	0.0100	144	0.0100	145	0.0100	146	0.0100	147	0.0100	148	0.0100	149	0.0100
150	0.0100	151	0.0100	152	0.0100	153	0.0100	154	0.0100	155	0.0100	156	0.0100	157	0.0100	158	0.0100	159	0.0100
160	0.0100	161	0.0100	162	0.0100	163	0.0100	164	0.0100	165	0.0100	166	0.0100	167	0.0100	168	0.0100	169	0.0100
170	0.0100	171	0.0100	172	0.0100	173	0.0100	174	0.0100	175	0.0100	176	0.0100	177	0.0100	178	0.0100	179	0.0100
180	0.0100	181	0.0100	182	0.0100	183	0.0100	184	0.0100	185	0.0100	186	0.0100	187	0.0100	188	0.0100	189	0.0100
190	0.0100	191	0.0100	192	0.0100	193	0.0100	194	0.0100	195	0.0100	196	0.0100	197	0.0100	198	0.0100	199	0.0100
200	0.0100	201	0.0100	202	0.0100	203	0.0100	204	0.0100	205	0.0100	206	0.0100	207	0.0100	208	0.0100	209	0.0100
210	0.0100	211	0.0100	212	0.0100	213	0.0100	214	0.0100	215	0.0100	216	0.0100	217	0.0100	218	0.0100	219	0.0100
220	0.0100	221	0.0100	222	0.0100	223	0.0100	224	0.0100	225	0.0100	226	0.0100	227	0.0100	228	0.0100	229	0.0100
230	0.0100	231	0.0100	232	0.0100	233	0.0100	234	0.0100	235	0.0100	236	0.0100	237	0.0100	238	0.0100	239	0.0100
240	0.0100	241	0.0100	242	0.0100	243	0.0100	244	0.0100	245	0.0100	246	0.0100	247	0.0100	248	0.0100	249	0.0100
250	0.0100	251	0.0100	252	0.0100	253	0.0100	254	0.0100	255	0.0100	256	0.0100	257	0.0100	258	0.0100	259	0.0100
260	0.0100	261	0.0100	262	0.0100	263	0.0100	264	0.0100	265	0.0100	266	0.0100	267	0.0100	268	0.0100	269	0.0100
270	0.0100	271	0.0100	272	0.0100	273	0.0100	274	0.0100	275	0.0100	276	0.0100	277	0.0100	278	0.0100	279	0.0100
280	0.0100	281	0.0100	282	0.0100	283	0.0100	284	0.0100	285	0.0100	286	0.0100	287	0.0100	288	0.0100	289	0.0100
290	0.0100	291	0.0100	292	0.0100	293	0.0100	294	0.0100	295	0.0100	296	0.0100	297	0.0100	298	0.0100	299	0.0100
300	0.0100	301	0.0100	302	0.0100	303	0.0100	304	0.0100	305	0.0100	306	0.0100	307	0.0100	308	0.0100	309	0.0100
310	0.0100	311	0.0100	312	0.0100	313	0.0100	314	0.0100	315	0.0100	316	0.0100	317	0.0100	318	0.0100	319	0.0100
320	0.0100	321	0.0100	322	0.0100	323	0.0100	324	0.0100	325	0.0100	326	0.0100	327	0.0100	328	0.0100	329	0.0100
330	0.0100	331	0.0100	332	0.0100	333	0.0100	334	0.0100	335	0.0100	336	0.0100	337	0.0100	338	0.0100	339	0.0100
340	0.0100	341	0.0100	342	0.0100	343	0.0100	344	0.0100	345	0.0100	346	0.0100	347	0.0100	348	0.0100	349	0.0100
350	0.0100	351	0.0099	352	0.0099	353	0.0098	354	0.0097	355	0.0096	356	0.0095	357	0.0095	358	0.0094	359	0.0094
360	0.0093	361	0.0092	362	0.0091	363	0.0091	364	0.0090	365	0.0089	366	0.0089	367	0.0088	368	0.0087	369	0.0086
370	0.0086	371	0.0085	372	0.0084	373	0.0084	374	0.0083	375	0.0082	376	0.0081	377	0.0081	378	0.0080	379	0.0079
380	0.0079	381	0.0078	382	0.0077	383	0.0077	384	0.0076	385	0.0075	386	0.0074	387	0.0074	388	0.0073	389	0.0072
390	0.0072	391	0.0071	392	0.0070	393	0.0069	394	0.0069	395	0.0068	396	0.0067	397	0.0067	398	0.0066	399	0.0065
400	0.0064	401	0.0064	402	0.0063	403	0.0063	404	0.0063	405	0.0062	406	0.0062	407	0.0061	408	0.0061	409	0.0060
410	0.0060	411	0.0059	412	0.0059	413	0.0059	414	0.0058	415	0.0058	416	0.0057	417	0.0057	418	0.0056	419	0.0056
420	0.0055	421	0.0055	422	0.0054	423	0.0054	424	0.0054	425	0.0053	426	0.0053	427	0.0052	428	0.0052	429	0.0051
430	0.0051	431	0.0050	432	0.0050	433	0.0049	434	0.0049	435	0.0049	436	0.0048	437	0.0048	438	0.0047	439	0.0047
440	0.0046	441	0.0046	442	0.0045	443	0.0045	444	0.0045	445	0.0044	446	0.0044	447	0.0043	448	0.0043	449	0.0042
450	0.0042	451	0.0042	452	0.0041	453	0.0041	454	0.0041	455	0.0041	456	0.0040	457	0.0040	458	0.0040	459	0.0040
460	0.0039	461	0.0039	462	0.0039	463	0.0039	464	0.0038	465	0.0038	466	0.0038	467	0.0038	468	0.0037	469	0.0037
470	0.0037	471	0.0037	472	0.0036	473	0.0036	474	0.0036	475	0.0036	476	0.0036	477	0.0035	478	0.0035	479	0.0035
480	0.0035	481	0.0034	482	0.0034	483	0.0034	484	0.0034	485	0.0033	486	0.0033	487	0.0033	488	0.0033	489	0.0032
490	0.0032	491	0.0032	492	0.0032	493	0.0031	494	0.0031	495	0.0031	496	0.0031	497	0.0030	498	0.0030	499	0.0030
500	0.0030	501	0.0030	502	0.0029	503	0.0029	504	0.0029	505	0.0029	506	0.0029	507	0.0029	508	0.0029	509	0.0029
510	0.0028	511	0.0028	512	0.0028	513	0.0028	514	0.0028	515	0.0028	516	0.0028	517	0.0027	518	0.0027	519	0.0027
520	0.0027	521	0.0027	522	0.0027	523	0.0027	524	0.0027	525	0.0026	526	0.0026	527	0.0026	528	0.0026	529	0.0026
530	0.0026	531	0.0026	532	0.0025	533	0.0025	534	0.0025	535	0.0025	536	0.0025	537	0.0025	538	0.0025	539	0.0025
540	0.0024	541	0.0024	542	0.0024	543	0.0024	544	0.0024	545	0.0024	546	0.0024	547	0.0023	548	0.0023	549	0.0023
550	0.0023	551	0.0023	552	0.0023	553	0.0023	554	0.0022	555	0.0022	556	0.0022	557	0.0022	558	0.0022	559	0.0021
560	0.0021	561	0.0021	562	0.0021	563	0.0021	564	0.0021	565	0.0021	566	0.0020	567	0.0020	568	0.0020	569	0.0020
570	0.0020	571	0.0020	572	0.0020	573	0.0020	574	0.0020	575	0.0020	576	0.0020	577	0.0020	578	0.0020	579	0.0020
580	0.0020	581	0.0019	582	0.0019	583	0.0019	584	0.0019	585	0.0019	586	0.0019	587	0.0019	588	0.0019	589	0.0019
590	0.0019	591	0.0019	592	0.0019	593	0.0019	594	0.0019	595	0.0019	596	0.0019	597	0.0018	598	0.0018	599	0.0018
600	0.0018	601	0.0018	602	0.0018	603	0.0018	604	0.0018	605	0.0018	606	0.0018	607	0.0018	608	0.0018	609	0.0018
610	0.0018	611	0.0018	612	0.0017	613	0.0017	614	0.0017	615	0.0017	616	0.0017	617	0.0017	618	0.0017	619	0.0017
620	0.0017	621	0.0017	622	0.0017	623	0.0017	624	0.0017	625	0.0017	626	0.0017	627	0.0016	628	0.0016	629	0.0016
630	0.0016	631	0.0016	632	0.0016	633	0.0016	634	0.0016	635	0.0016	636	0.0016	637	0.0016	638	0.0016	639	0.0016
640	0.0016	641	0.0016	642	0.0016	643	0.0015	644	0.0015	645	0.0015	646	0.0015	647	0.0015	648	0.0015	649	0.0015
650	0.0015	651	0.0015	652	0.0015	653	0.0015	654	0.0015	65									

GOURBASSY – Mesures réalisées de 1957 à 2000

Tableau 7

N°	Date	H (cm)	Q(m3/s)	N°	Date	H (cm)	Q(m3/s)
1	18/06/57	174	98	87	17/08/57	620	1152
2	18/06/57	191	131	88	17/08/57	618	1155
3	19/06/57	216	160	89	17/08/57	615	1145
4	19/06/57	210	156	90	18/08/57	594	1075
5	19/06/57	200	134	91	18/08/57	590	1045
6	20/06/57	192	111	92	18/08/57	577	1030
7	20/06/57	190	108	93	19/08/57	570	1006
8	21/06/57	169	92	94	19/08/57	565	944
9	21/06/57	167	86	95	20/08/57	539	850
10	22/06/57	150	71	96	20/08/57	525	890
11	22/06/57	145	71	97	21/08/57	521	925
12	24/06/57	139	47	98	21/08/57	520	905
13	25/06/57	131	49	99	22/08/57	533	855
14	26/06/57	131	51	100	24/08/57	495	742
15	27/06/57	130	46	101	28/08/57	384	483
16	28/06/57	118	42	102	02/09/57	373	450
17	29/06/57	108	26	103	03/09/57	390	534
18	02/07/57	90	22	104	03/09/57	400	527
19	03/07/57	108	35	105	04/09/57	420	577
20	05/07/57	166	95	106	04/09/57	425	602
21	05/07/57	170	103	107	04/09/57	440	603
22	06/07/57	175	100	108	05/09/57	475	690
23	07/07/57	192	124	109	05/09/57	479	711
24	08/07/57	179	104	110	06/09/57	450	603
25	10/07/57	230	179	111	11/09/57	594	1113
26	10/07/57	235	185	112	11/09/57	630	1170
27	11/07/57	253	197	113	12/09/57	610	1094
28	11/07/57	245	192	114	14/09/57	635	1255
29	12/07/57	225	153	115	14/09/57	641	1243
30	12/07/57	220	158	116	14/09/57	645	1224
31	13/07/57	215	147	117	14/09/57	651	1225
32	13/07/57	210	152	118	14/09/57	665	1293
33	14/07/57	230	169	119	07/07/85	672	1325
34	14/07/57	220	148	120	14/09/57	680	1327
35	15/07/57	194	113	121	14/09/57	687	1366
36	15/07/57	185	103	122	15/09/57	689	1301
37	17/07/57	184	110	123	15/09/57	680	1290
38	17/07/57	180	106	124	16/09/57	654	1200
39	18/07/57	175	105	125	16/09/57	650	1199
40	18/07/57	175	100	126	25/09/57	385	462
41	21/07/57	266	221	127	26/09/57	365	420
42	21/07/57	274	240	128	27/09/57	353	395
43	21/07/57	280	220	129	28/09/57	333	350
44	21/07/57	284	208	130	30/09/57	330	355
45	22/07/57	225	150	131	12/04/63	14	0.9
46	22/07/57	215	148	132	23/05/67	9	0.34
47	31/07/57	265	228	133	26/04/68	23	2.3
48	31/07/57	265	225	134	12/05/68	63	9.6
49	01/08/57	257	211	135	17/06/68	53	8.5
50	01/08/57	250	189	136	29/06/70	18	1.65
51	02/08/57	289	278	137	11/07/86	46	4.68
52	02/08/57	290	275	138	13/07/86	60	14.6
53	03/08/57	323	340	139	18/07/86	109	30.2
54	03/08/57	327	332	140	21/07/86	94	19.2
55	04/08/57	370	459	141	23/07/86	152	79.3
56	04/08/57	377	470	142	24/07/86	184	95.8
57	04/08/57	383	497	143	25/07/86	172	82.9
58	04/08/57	391	525	144	28/07/86	130	44.8
59	04/08/57	405	545	145	30/07/86	138	55.1
60	04/08/57	410	557	146	06/08/86	148	68.7
61	05/08/57	430	600	147	08/08/86	179	93.4
62	05/08/57	435	612	148	17/08/86	121	30.8
63	06/08/57	441	585	149	24/08/86	163	64.1
64	06/08/57	441	597	150	30/08/86	247	176
65	07/08/57	450	610	151	31/08/86	240	165
66	07/08/57	452	620	152	01/09/86	253	192
67	08/08/57	420	583	153	03/09/86	231	159
68	08/08/57	428	617	154	04/09/86	483	686
69	09/08/57	436	622	155	06/09/86	497	720
70	10/08/57	420	595	156	08/09/86	452	558
71	12/08/57	336	380	157	09/09/86	400	440
72	13/08/57	388	535	158	10/09/86	330	306
73	13/08/57	403	532	159	13/09/86	314	296
74	13/08/57	420	592	160	16/09/86	285	244
75	14/08/57	460	655	161	17/09/86	272	224
76	14/08/57	463	619	162	20/09/86	277	253
77	14/08/57	470	700	163	27/09/86	225	151
78	14/08/57	473	750	164	27/09/86	268	221
79	15/08/57	509	815	165	28/09/86	309	296
80	15/08/57	512	831	166	27/08/99	556	918
81	15/08/57	527	890	167	28/08/99	612	1050
82	15/08/57	532	910	168	19/10/99	359	399
83	15/08/57	540	947	169	30/08/00	455	615
84	16/08/57	600	1105	170	30/08/00	458	638
85	16/08/57	605	1090	171	07/09/00	275	230
86	17/08/57	625	1135				

figure 4



BAREME DE LA STATION DE GOURBASSY - Octobre 2000

Tableau 8

H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q		
0	0.00	1	0.04	2	0.07	3	0.10	4	0.14	5	0.17	6	0.21	7	0.24	8	0.28	9	0.31
10	0.35	11	0.38	12	0.42	13	0.45	14	0.49	15	0.52	16	0.56	17	0.59	18	0.63	19	0.66
20	0.70	21	0.75	22	0.81	23	0.86	24	0.91	25	0.97	26	1.02	27	1.07	28	1.12	29	1.18
30	1.23	31	1.36	32	1.49	33	1.61	34	1.74	35	1.87	36	2.00	37	2.13	38	2.25	39	2.38
40	2.51	41	2.71	42	2.92	43	3.12	44	3.32	45	3.53	46	3.73	47	3.93	48	4.13	49	4.34
50	4.54	51	4.82	52	5.09	53	5.37	54	5.65	55	5.93	56	6.2	57	6.48	58	6.76	59	7.03
60	7.31	61	7.66	62	8.01	63	8.36	64	8.71	65	9.06	66	9.4	67	9.8	68	10.1	69	10.5
70	10.8	71	11.2	72	11.7	73	12.1	74	12.5	75	13.0	76	13.4	77	13.8	78	14.2	79	14.7
80	15.1	81	15.6	82	16.1	83	16.6	84	17.1	85	17.6	86	18.1	87	18.6	88	19.1	89	19.6
90	20.1	91	20.7	92	21.3	93	21.8	94	22.4	95	23.0	96	23.6	97	24.2	98	24.7	99	25.3
100	25.9	101	26.6	102	27.2	103	27.9	104	28.5	105	29.2	106	29.9	107	30.5	108	31.2	109	31.8
110	32.5	111	33.2	112	33.9	113	34.7	114	35.4	115	36.1	116	36.8	117	37.5	118	38.3	119	39
120	39.7	121	40.5	122	41.3	123	42.1	124	42.9	125	43.7	126	44.5	127	45.3	128	46.1	129	46.9
130	47.7	131	48.6	132	49.5	133	50.3	134	51.2	135	52.1	136	53	137	53.9	138	54.7	139	55.6
140	56.5	141	57.5	142	58.4	143	59.4	144	60.3	145	61.3	146	62.3	147	63.2	148	64.2	149	65.1
150	66.1	151	67.1	152	68.1	153	69.2	154	70.2	155	71.2	156	72.2	157	73.2	158	74.3	159	75.3
160	76.3	161	77.4	162	78.5	163	79.6	164	80.7	165	81.8	166	82.9	167	84	168	85.1	169	86.2
170	87.3	171	88.4	172	89.6	173	90.7	174	91.9	175	93	176	94.1	177	95.3	178	96.4	179	97.6
180	98.7	181	100	182	101	183	103	184	104	185	105	186	107	187	108	188	109	189	111
190	112	191	113	192	114	193	115	194	116	195	117	196	118	197	119	198	120	199	121
200	122	201	123	202	124	203	125	204	127	205	128	206	129	207	130	208	131	209	132
210	134	211	135	212	136	213	137	214	138	215	139	216	140	217	142	218	143	219	144
220	145	221	146	222	148	223	149	224	151	225	152	226	153	227	155	228	156	229	158
230	159	231	160	232	162	233	163	234	165	235	166	236	167	237	169	238	170	239	172
240	173	241	175	242	176	243	178	244	179	245	181	246	182	247	184	248	185	249	187
250	188	251	190	252	191	253	193	254	194	255	196	256	197	257	199	258	200	259	202
260	203	261	205	262	206	263	208	264	210	265	212	266	213	267	215	268	217	269	218
270	220	271	222	272	223	273	225	274	227	275	229	276	230	277	232	278	234	279	235
280	237	281	239	282	241	283	242	284	244	285	246	286	248	287	250	288	251	289	253
290	255	291	257	292	259	293	260	294	262	295	264	296	266	297	268	298	269	299	271
300	273	301	275	302	277	303	279	304	281	305	283	306	285	307	287	308	289	309	291
310	293	311	295	312	297	313	299	314	301	315	303	316	305	317	307	318	309	319	311
320	313	321	315	322	317	323	319	324	321	325	324	326	326	327	328	328	330	329	332
330	334	331	336	332	338	333	340	334	342	335	345	336	347	337	349	338	351	339	353
340	355	341	357	342	359	343	362	344	364	345	366	346	368	347	370	348	373	349	375
350	377	351	379	352	381	353	384	354	386	355	388	356	390	357	392	358	395	359	397
360	399	361	401	362	404	363	406	364	408	365	410	366	413	367	415	368	417	369	419
370	422	371	424	372	426	373	428	374	431	375	433	376	435	377	437	378	440	379	442
380	444	381	446	382	449	383	451	384	454	385	456	386	459	387	461	388	464	389	466
390	469	391	471	392	473	393	476	394	478	395	481	396	483	397	486	398	488	399	491
400	493	401	495	402	498	403	500	404	503	405	505	406	508	407	510	408	513	409	515
410	518	411	520	412	522	413	525	414	527	415	530	416	532	417	535	418	537	419	540
420	542	421	545	422	547	423	550	424	552	425	555	426	557	427	560	428	562	429	565
430	568	431	570	432	573	433	575	434	578	435	580	436	583	437	585	438	588	439	590
440	593	441	596	442	598	443	601	444	604	445	606	446	609	447	612	448	614	449	617
450	620	451	622	452	625	453	627	454	630	455	633	456	635	457	638	458	641	459	643
460	646	461	649	462	651	463	654	464	657	465	659	466	662	467	665	468	667	469	670
470	673	471	675	472	678	473	680	474	683	475	686	476	688	477	691	478	694	479	696
480	699	481	702	482	705	483	707	484	710	485	713	486	716	487	718	488	721	489	724
490	727	491	729	492	732	493	735	494	738	495	740	496	743	497	746	498	749	499	751
500	754	501	757	502	760	503	762	504	765	505	768	506	771	507	773	508	776	509	779
510	782	511	784	512	787	513	790	514	793	515	795	516	798	517	801	518	804	519	806
520	809	521	812	522	815	523	817	524	820	525	823	526	826	527	829	528	831	529	834
530	837	531	840	532	842	533	845	534	848	535	851	536	853	537	856	538	859	539	862
540	864	541	867	542	870	543	873	544	875	545	878	546	881	547	884	548	886	549	889
550	892	551	895	552	898	553	900	554	903	555	906	556	909	557	912	558	915	559	917
560	920	561	923	562	926	563	929	564	931	565	934	566	937	567	940	568	943	569	946
570	948	571	951	572	954	573	957	574	960	575	963	576	965	577	968	578	971	579	974
580	977	581	979	582	982	583	985	584	988	585	991	586	994	587	996	588	999	589	1002
590	1005	591	1008	592	1010	593	1013	594	1016	595	1019	596	1022	597	1025	598	1027	599	1030
600	1033	601	1036	602	1039	603	1041	604	1044	605	1047	606	1050	607	1052	608	1055	609	1058
610	1061	611	1063	612	1066	613	1069	614	1072	615	1074	616	1077	617	1080	618	1083	619	1085
620	1088	621	1091	622	1094	623	1096	624	1099	625	1102	626	1105	627	1108	628	1110	629	1113
630	1116	631	1119	632	1121	633	1124	634	1127	635	1130	636	1132	637	1135	638	1138	639	1141
640	1143	641	1146	642	1149	643	1152	644	1154	645	1157	646	1160	647	1163	648	1165	649	1168
650	1171	651	1174	652	1177	653	1179	654	1182	655	1185	656	1188	657	1190	658	1193	659	1196
660	1199	661	1201	662	1204	663	1207	664	1210	665	1212	666	1215	667	1218	668	1221	669	1223
670	1226	671	1229	672	1232	673	1234	674	1237	675	1240	676	1243	677	1246	678	1248	679	1251
680	1254	681	1257	682	1259	683	1262	684	1265	685	1268	686	1270	687	1273	688	1276	689	1279
690	1281	691	1284	692	1287	693	1290	694	1292	695	1295	696	1298	697	1301	698	1303	699	1306
700	1309	701	1312	702	1315	703	1318	704	1320	705	1323	706	1326	707	1329	708	1332	709	1335
710	1337	711	1340	712	1343	713	1346	714	1349	715	1352	716	1354	717	1357	718	1360	719	1363
720	1366	721	1369	722	1371	723													

STATION DE KAYES – Mesures réalisées de 1963 à 1985

Tableau 9

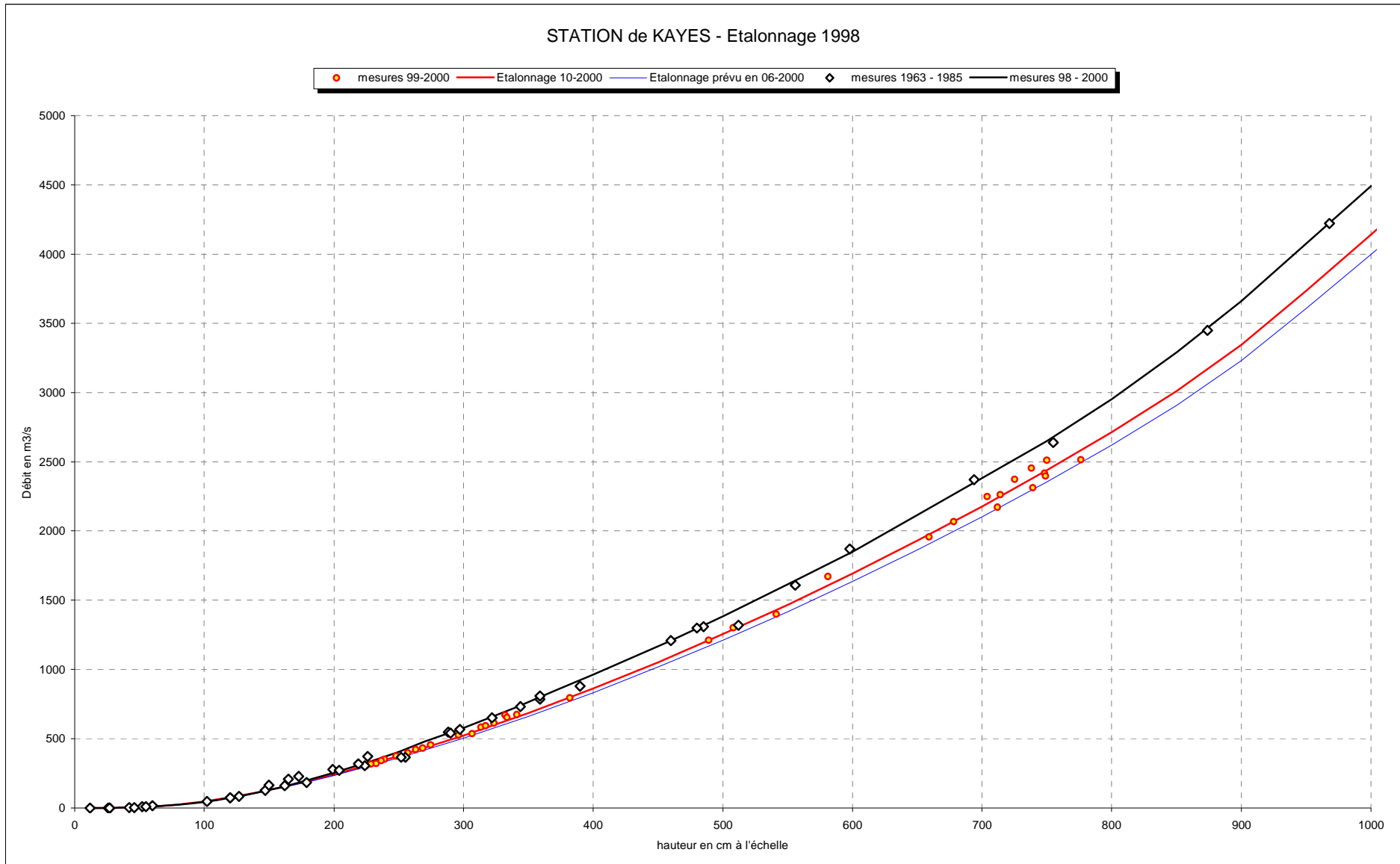
N°	Date	H(cm)	Q(m ³ /s)
1	10/04/63	60	15.2
2	01/03/65	102	45.9
3	15/05/67	52	8.83
4	20/09/67	968	4220
5	29/09/67	874	3450
6	05/10/67	755	2640
7	16/10/67	598	1870
8	06/11/67	359	787
9	29/11/67	255	365
10	23/06/68	55	8.59
11	03/07/68	147	128
12	23/07/68	359	809
13	07/08/68	485	1310
14	11/09/68	694	2370
15	21/09/68	556	1610
16	04/10/68	390	880
17	06/11/68	224	305
18	11/11/68	120	73
19	07/12/68	173	229
20	20/12/68	150	166
21	14/01/69	120	75.5
22	18/10/69	512	1320
23	06/12/69	226	373
24	18/12/69	199	280
25	06/01/70	165	209
26	07/02/70	127	85
27	22/03/78	42	4.19
28	01/06/78	26	0.55
29	12/08/78	480	1300
30	31/10/78	322	650
31	03/11/78	297	567
32	11/11/78	204	271
33	01/12/78	162	161
34	11/09/79	460	1210
35	29/09/79	288	547
36	07/11/79	219	318
37	16/11/79	179	186
38	29/03/83	46	4.15
39	11/06/83	27	0.498
40	19/05/84	27	0.577
41	10/05/85	27	0.666
42	04/06/85	12	0.078
43	30/09/85	344	733
44	07/10/85	290	539
45	16/10/85	252	366

STATION DE KAYES – Mesures réalisées à partir de 1999

Tableau 10

N°	Date	H	Qm	Qc	G	Kg
46	27/08/99	712	2170	2171	-1	0.001
47	28/08/99	776	2495	2514	-15	0.001
48	27/07/00	239	352	351	6	0.001
49	28/07/00	248	379	377	10	0.001
50	29/07/00	232.5	320	322	-12	0.001
51	29/07/00	228.5	316	318	-12	0.001
52	30/07/00	224.5	304	304	0	0.001
53	01/08/00	236.5	342	341	5	0.001
54	04/08/00	257	403	401	10	0.001
55	07/08/00	274.5	455	456	-2.5	0.001
56	08/08/00	263	423	425	-7.5	0.001
57	08/08/00	268.5	431	433	-7.5	0.001
58	10/08/00	296	536	526	38	0.001
59	11/08/00	306.5	549	536	48	0.001
60	11/08/00	332	686	670	48	0.001
61	12/08/00	341	679	675	12	0.001
62	12/08/00	333.5	658	654	12	0.001
63	13/08/00	323.5	609	613	-14	0.001
64	13/08/00	313.5	581	585	-14	0.001
65	16/08/00	317	586	594	-26	0.001
66	01/09/00	382	793	794	-3	0.001
67	03/09/00	489	1271	1212	100	0.001
68	03/09/00	508	1368	1304	100	0.001
69	04/09/00	541	1465	1400	95.5	0.001
70	04/09/00	581	1752	1674	95.5	0.001
71	05/09/00	659	2038	1959	82.5	0.001
72	05/09/00	678	2152	2068	82.5	0.001
73	05/09/00	704	2340	2249	82.5	0.001
74	06/09/00	748	2415	2416	-1	0.001
75	06/09/00	750	2511	2512	-1	0.001
76	06/09/00	749	2396	2397	-1	0.001
77	06/09/00	739	2312	2313	-1	0.001
78	07/09/00	714	2263	2264	-1	0.001
79	07/09/00	725	2372	2373	-1	0.001
80	07/09/00	738	2453	2454	-1	0.001

Figure 5



ETALONNAGE DE LA STATION DE KAYES – Octobre 2000

Tableau 11

H	Q
10	0.00
20	0.16
30	0.83
40	2.71
50	6.07
60	10.67
70	15.94
80	25.00
90	35.82
100	48.29
120	77.70
140	112
160	152
180	195
200	243
250	374
300	523
350	686
400	863
450	1053
500	1255
550	1469
600	1694
650	1930
700	2177
750	2437
800	2713
850	3012
900	3344
950	3735
1000	4140
1050	4554
1100	4986
1150	5486
1200	6007
1250	6563
1300	7156
1350	7787

STATION DE KAYES – BAREME OCTOBRE 2000 – Tableau 12

H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
10	0	11	0.02	12	0.03	13	0.05	14	0.06	15	0.08	16	0.1	17	0.11	18	0.13	19	0.14
20	0.16	21	0.23	22	0.29	23	0.36	24	0.43	25	0.5	26	0.56	27	0.63	28	0.7	29	0.76
30	0.83	31	1.02	32	1.21	33	1.39	34	1.58	35	1.77	36	1.96	37	2.15	38	2.33	39	2.52
40	2.71	41	3.05	42	3.38	43	3.72	44	4.05	45	4.39	46	4.73	47	5.06	48	5.4	49	5.73
50	6.07	51	6.53	52	6.99	53	7.45	54	7.91	55	8.37	56	8.83	57	9.29	58	9.8	59	10.2
60	10.7	61	11.2	62	11.7	63	12.3	64	12.8	65	13.3	66	13.8	67	14.4	68	14.9	69	15.4
70	15.9	71	16.8	72	17.8	73	18.7	74	19.6	75	20.5	76	21.4	77	22.3	78	23.2	79	24.1
80	25	81	26.1	82	27.2	83	28.2	84	29.3	85	30.4	86	31.5	87	32.6	88	33.7	89	34.7
90	35.8	91	37.1	92	38.3	93	39.6	94	40.8	95	42.1	96	43.3	97	44.5	98	45.8	99	47
100	48.3	101	49.8	102	51.2	103	52.7	104	54.2	105	55.6	106	57.1	107	58.6	108	60.1	109	61.5
110	63	111	64.5	112	65.9	113	67.4	114	68.9	115	70.3	116	71.8	117	73.3	118	74.8	119	76.2
120	77.7	121	79.4	122	81.1	123	82.8	124	84.6	125	86.3	126	88	127	89.7	128	91.4	129	93.1
130	94.8	131	96.6	132	98.3	133	100	134	102	135	103	136	105	137	107	138	109	139	110
140	112	141	114	142	116	143	118	144	120	145	122	146	124	147	126	148	128	149	130
150	132	151	134	152	136	153	138	154	140	155	142	156	144	157	146	158	148	159	150
160	152	161	154	162	156	163	158	164	161	165	163	166	165	167	167	168	169	169	171
170	174	171	176	172	178	173	180	174	182	175	184	176	186	177	189	178	191	179	193
180	195	181	197	182	200	183	202	184	205	185	207	186	209	187	212	188	214	189	217
190	219	191	221	192	224	193	226	194	229	195	231	196	233	197	236	198	238	199	241
200	243	201	246	202	248	203	251	204	253	205	256	206	259	207	261	208	264	209	267
210	269	211	272	212	274	213	277	214	280	215	282	216	285	217	288	218	290	219	293
220	295	221	298	222	301	223	303	224	306	225	309	226	311	227	314	228	316	229	319
230	322	231	324	232	327	233	329	234	332	235	335	236	337	237	340	238	343	239	345
240	348	241	350	242	353	243	356	244	358	245	361	246	364	247	366	248	369	249	371
250	374	251	377	252	380	253	383	254	386	255	389	256	392	257	395	258	398	259	401
260	404	261	407	262	410	263	413	264	416	265	419	266	422	267	425	268	428	269	431
270	434	271	437	272	440	273	443	274	446	275	449	276	451	277	454	278	457	279	460
280	463	281	466	282	469	283	472	284	475	285	478	286	481	287	484	288	487	289	490
290	493	291	496	292	499	293	502	294	505	295	508	296	511	297	514	298	517	299	520
300	523	301	526	302	530	303	533	304	536	305	539	306	543	307	546	308	549	309	552
310	556	311	559	312	562	313	565	314	569	315	572	316	575	317	578	318	582	319	585
320	588	321	591	322	595	323	598	324	601	325	605	326	608	327	611	328	614	329	618
330	621	331	624	332	627	333	631	334	634	335	637	336	640	337	644	338	647	339	650
340	653	341	657	342	660	343	663	344	666	345	670	346	673	347	676	348	679	349	683
350	686	351	690	352	693	353	697	354	700	355	704	356	707	357	711	358	714	359	718
360	721	361	725	362	728	363	732	364	736	365	739	366	743	367	746	368	750	369	753
370	757	371	760	372	764	373	767	374	771	375	775	376	778	377	782	378	785	379	789
380	792	381	796	382	799	383	803	384	806	385	810	386	813	387	817	388	821	389	824
390	828	391	831	392	835	393	838	394	842	395	845	396	849	397	852	398	856	399	859
400	863	401	867	402	871	403	874	404	878	405	882	406	886	407	890	408	893	409	897
410	901	411	905	412	909	413	912	414	916	415	920	416	924	417	928	418	931	419	935
420	939	421	943	422	947	423	950	424	954	425	958	426	962	427	966	428	969	429	973
430	977	431	981	432	985	433	988	434	992	435	996	436	1000	437	1004	438	1007	439	1011
440	1015	441	1019	442	1023	443	1026	444	1030	445	1034	446	1038	447	1042	448	1045	449	1049
450	1053	451	1057	452	1061	453	1065	454	1069	455	1073	456	1077	457	1081	458	1085	459	1089
460	1093	461	1097	462	1101	463	1106	464	1110	465	1114	466	1118	467	1122	468	1126	469	1130
470	1134	471	1138	472	1142	473	1146	474	1150	475	1154	476	1158	477	1162	478	1166	479	1170
480	1174	481	1178	482	1182	483	1186	484	1190	485	1194	486	1198	487	1202	488	1207	489	1211
490	1215	491	1219	492	1223	493	1227	494	1231	495	1235	496	1239	497	1243	498	1247	499	1251
500	1255	501	1259	502	1264	503	1268	504	1272	505	1276	506	1281	507	1285	508	1289	509	1294
510	1298	511	1302	512	1306	513	1311	514	1315	515	1319	516	1323	517	1328	518	1332	519	1336
520	1341	521	1345	522	1349	523	1353	524	1358	525	1362	526	1366	527	1371	528	1375	529	1379
530	1383	531	1388	532	1392	533	1396	534	1401	535	1405	536	1409	537	1413	538	1418	539	1422
540	1426	541	1430	542	1435	543	1439	544	1443	545	1448	546	1452	547	1456	548	1460	549	1465
550	1469	551	1474	552	1478	553	1483	554	1487	555	1492	556	1496	557	1501	558	1505	559	1510
560	1514	561	1519	562	1523	563	1528	564	1532	565	1537	566	1541	567	1546	568	1550	569	1555
570	1559	571	1564	572	1568	573	1573	574	1577	575	1582	576	1586	577	1591	578	1595	579	1600
580	1604	581	1609	582	1613	583	1618	584	1622	585	1627	586	1631	587	1636	588	1640	589	1645
590	1649	591	1654	592	1658	593	1663	594	1667	595	1672	596	1676	597	1681	598	1685	599	1690
600	1694	601	1699	602	1703	603	1708	604	1713	605	1718	606	1722	607	1727	608	1732	609	1736
610	1741	611	1746	612	1751	613	1755	614	1760	615	1765	616	1770	617	1774	618	1779	619	1784
620	1788	621	1793	622	1798	623	1803	624	1807	625	1812	626	1817	627	1821	628	1826	629	1831
630	1836	631	1840	632	1845	633	1850	634	1854	635	1859	636	1864	637	1869	638	1873	639	1878
640	1883	641	1888	642	1892	643	1897	644	1902	645	1906	646	1911	647	1916	648	1921	649	1925
650	1930	651	1935	652	1940	653	1945	654	1950	655	1955	656	1960	657	1965	658	1970	659	1974
660	1979	661	1984	662	1989	663	1994	664	1999	665	2004	666	2009	667	2014	668	2019	669	2024
670	2029	671	2034	672	2039	673	2044	674	2049	675	2054	676	2058	677	2063	678	2068	679	2073
680	2078	681	2083	682	2088	683	2093	684	2098	685	2103	686	2108	687	2113	688	2118	689	2123
690	2128	691	2133	692	2137	693	2142	694	2147	695	2152	696	2157	697	2162	698	2167	699	2172
700	2177	701	2182	702	2187	703	2193	704	2198	705	2203	706	2208	707	2213	708	2219	709	2224
710	2229	711	2234	712	2239	713	2245	714	2250	715	2255	716	2260	717	2265	718	2271	719	2276
720	2281	721	2286	722	2291	723	2297	724	2302	725	2307	726	2312	727	2317	728</			

ANNEXE B

CAMPAGNES DE MESURES A KAYES

27 juillet au 16 août 2000

1^{er} au 7 septembre 2000

Programme POGR , campagne de mesures 2000

Etalonnage de la station de Kayes

Introduction

Dans le cadre du programme POGR de l'OMVS, une équipe de l'IRD en collaboration avec la brigade hydrologique de Kayes a effectué deux campagnes de mesures de débit dans la région de Kayes.

La première campagne qui a eu lieu du 27 Juillet au 16 Août 2000 était principalement axée sur la station de Kayes où 18 jaugeages ont été effectués à l'ADCP entre les cotes 224 et 341cm. En plus de la station de Kayes, un jaugeage a été effectué à la station de Ambidébi situé à 45 km en aval de Kayes et à Kabaté sur la Kolombiné où l'équipe mixte IRD – Brigade hydrologique de Kayes a effectué un jaugeage simultané avec un ADCP et un moulinet.

La seconde campagne, qui se situe entre le 1^{er} septembre et le 07 septembre 2000, concernait uniquement la station de Kayes avec des mesures de débit effectuées en pleine montée entre des cotes variant entre 382 et 750 cm suite aux lâchers de la retenue de Manantali. Cette seconde campagne de mesures s'est déroulée sur deux phases :

- **La première phase:** du 01 au 06 septembre : Toutes les mesures ont été faites à l'ADCP.
- **La seconde phase:** du 06 au 07 septembre : Deux mesures de jaugeages au cercle hydrographique ont été encadrés par des mesures ADCP. Ces mesures simultanées sont destinées à comparer les résultats obtenus par les deux procédés de mesure de débit, la méthode classique (moulinet/cercle) et la méthode moderne ADCP.

De plus, deux jaugeages ADCP ont été effectués à la station de Gourbassi, sur la Falémé, le 30 août 2000 entre les cotes 455 et 458 cm. Cette dernière cote correspond au maximum observé à cette station cette année. A Bakel , huit jaugeages ADCP ont été faits à l'aller et au retour de la campagne de Kayes , deux mesures les 18 et 19 août aux cotes 525 et 519 cm, une le 1 septembre à la cote 636 cm et cinq autres les 8 et 9 septembre entre les cotes 857 et 896 cm (max 2000 à Bakel = 900 cm).

1 - Participants :

- Mission du **27 juillet au 16 août 2000** :
 - Konaté Lamine, IRD/Dakar
 - Coulibaly Bacary DNHE/Kayes
 - Tendeng Jean-Bosco, chauffeur IRD/Dakar
- Mission du **29 Août au 10 Septembre 2000** :
 - Noël Guiguen, IRD/Dakar
 - Konaté Lamine, IRD/Dakar
 - Kéïta Famory, DNHE/Kayes
 - Coulibaly Bacary, DNHE/Kayes
 - Bassene Bernard, chauffeur IRD/Dakar

2 – Mesures du 27 juillet au 16 août 2000

Sections de jaugeages :

Tous les jaugeages ont été effectués à l'ADCP entre 800 m et 1100 m en aval des échelles de la DNHE. C'est un endroit où les berges sont stables souvent herbacées en rive gauche et bien franches en rive droite. L'intense activité des piroguiers qui accostent pour débarquer des marchandises et des pêcheurs qui posent des filets dérivants sur toute la largeur du fleuve explique le déplacement de la section entre 800 et 1100 m en aval des échelles.

Les résultats des mesures sont consignés dans le **tableau 1**.

Mesures du 12 août et 15 août 2000:

Une mesure de jaugeage ADCP a été faite à la station de Ambidébi à environ 100 mètres en aval des échelles à la cote 281,5 cm sur une bonne section dotée de grandes profondeurs.

A Kabaté , sur la Kolimbiné, un jaugeage au moulinet a été réalisé à la cote moyenne de 466 cm à l'échelle aval . Cette mesure a été encadré avant et après par des mesures ADCP (2+2). Les résultats figurent sur le tableau 1.

Cette mesure de faible débit donne une valeur moyenne de débit légèrement supérieur pour l'ADCP à celle trouvée au moulinet [Q moyen ADCP = 40.5 m³/s , Q moulinet = 38.1 m³/s] , soit 2.47% de plus pour l'ADCP. Ce test n'est pas probant car la section très étroite et encombrée de végétation n'était pas idéale pour cette comparaison.

3 – Mesures du 1 septembre au 7 septembre 2000

Deux sections de mesure ont été utilisées pour réaliser les jaugeages, la première devant l'hôtel KHASSO, la même que celle utilisée du 10 au 16 août, pour le jaugeage ADCP du premier septembre. Une intervention auprès de la direction de la coopérative des pêcheurs et deux messages diffusés à la radio de Kayes ont été nécessaires pour obliger les pêcheurs à lancer leurs filets dérivants en aval de la section de mesure.

Ensuite, la section a été déplacée d'une centaine de mètres à l'amont de l'hôtel KHASSO. Cette nouvelle section a été équipée d'une base (60 et 50 mètres), en rive gauche, pour réaliser des jaugeages au cercle. Les angles et les distances ont été mesurés au niveau automatique et contrôlés au cercle et décamètre. Des cornières métalliques matérialisent la base et des jalons en bambous avec drapeaux de couleur équipent la station.

Du 3 au 5 septembre une première série de mesure ADCP a été effectuée en période de montée de crue due aux lâchers du barrage.

A cause d'un zodiac défaillant (déchirure de la coque), le matériel de jaugeage au moulinet de la DNHE n'a pu être opérationnel qu'à partir du 6 septembre avec un montage adapté à la coque aluminium de l'IRD.

Le **tableau 1** récapitule l'ensemble des mesures ADCP et moulinet. Les résultats ADCP correspondent à la moyenne de trois ou quatre traversées, voir plus, qui correspondent à autant de mesures.

4 – Mesures comparatives des 6 et 7 septembre 2000

Le matériel étant prêt ainsi que le balisage de la section, deux mesures au moulinet avec saumon suspendu de 25 kilos et positionnement au cercle ont été réalisés les 6 et 7 septembre.

Ces deux mesures ont été précédées et suivies de jaugeages à l'ADCP en utilisant le même bateau aluminium de l'IRD. Toutes les mesures moulinet et ADCP ont été réalisées sur la même section balisée à environ 100 mètres en amont de l'hôtel Khasso.

Les **figures 1 et 2** montrent la trajectoire transversale de la barque (en rouge) par rapport au fond ainsi que les vecteurs vitesses (direction et force, en bleu) mesurées à la profondeur de 1.70 mètre. On s'aperçoit que les vitesses ne sont pas parfaitement perpendiculaires à la section au centre du fleuve et divergent encore plus sur les rives.

La **figure 3** montre la vitesse projetée et son intensité suivant l'axe transversal. On voit très bien l'effet perturbateur des îles de rive droite et gauche qui provoquent une nette diminution des vitesses.

Les îles qui se trouvent en amont en rive droite et en aval en rive gauche perturbent l'écoulement entre 5 et 8 mètre à l'échelle. Pour ces cotes moyennes, il sera nécessaire de rechercher une section où l'écoulement est plus homogène et rectiligne. A Kayes, le lit du fleuve est très encombré au niveau de la ville et il faudra sans doute rechercher une meilleure section bien en aval de la ville.

Cette section de qualité moyenne explique la dispersion des mesures ADCP entre les cotes 6 à 8 mètre à l'échelle et un écart positif en faveur des mesures au moulinet. En effet, celui-ci contrairement à l'ADCP ne corrige pas les vitesses qui n'arrivent pas perpendiculaire à la section, il a donc tendance dans ce cas à surestimer le débit.

Le 6/09, nous trouvons une valeur de débit supérieur de 4.2 % pour la mesure au moulinet par rapport à la moyenne des deux séries ADCP qui ont encadré ce jaugeage. Le jaugeage au moulinet correspond au maximum (cote = 7.50 m) de la première partie des lâchers.

Le 7/09, les mesures (ADCP et moulinet) ont été réalisées au moment d'une nouvelle montée des lâchers. La cote est passée de 7.14 m (à 9 h 25) à 7.38 m (à 13 h 50) ce qui diminue beaucoup la précision de

l'expérimentation. La mesure de débit au moulinet est seulement supérieur de 0.6 % à la moyenne des mesures ADCP réalisées avant et après le jaugeage au moulinet.

Les **figures 4 et 5** représentent la superposition des profils en travers mesurés au moulinet et ceux enregistrés à l'ADCP (3 profils avant et 3 profils après). Ces profils se superposent assez bien mais montrent une plus forte dispersion en rive gauche sur les profils du 6 septembre.

A Kayes, d'autres mesures comparatives sont nécessaires sur une meilleure section et à cote constante. L'équipe de la DNHE a besoin de renouveler son zodiac, bien usagé, et difficilement réparable à la jointure quille-boudins décollée sur une grande longueur.

Fig.B1 : trace du bateau et direction des vitesses le 6/09/2000

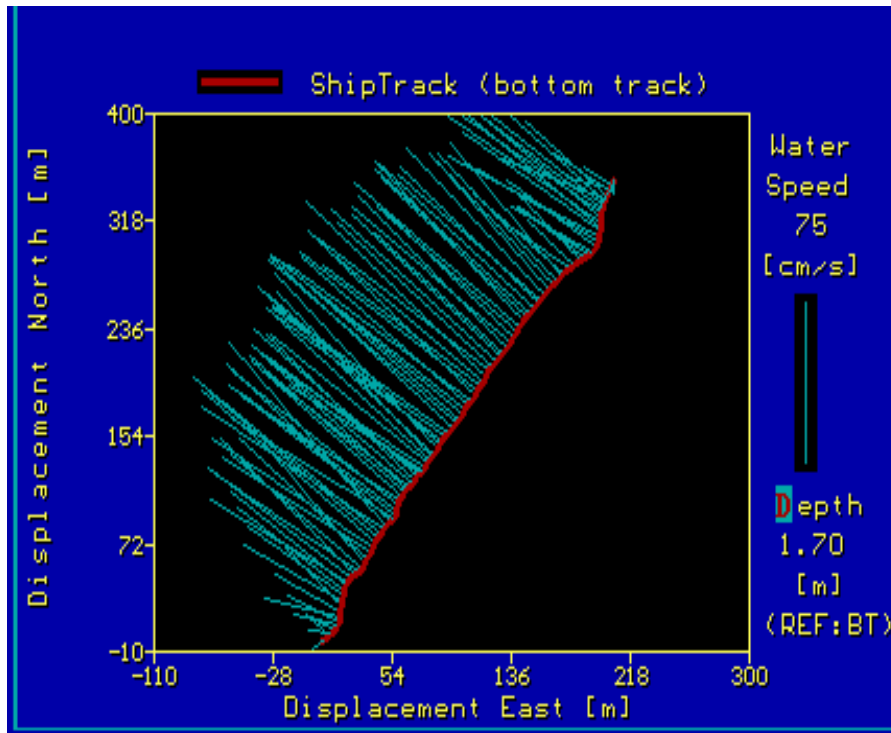


Fig.B2 : trace du bateau et direction des vitesses le 7/09/2000

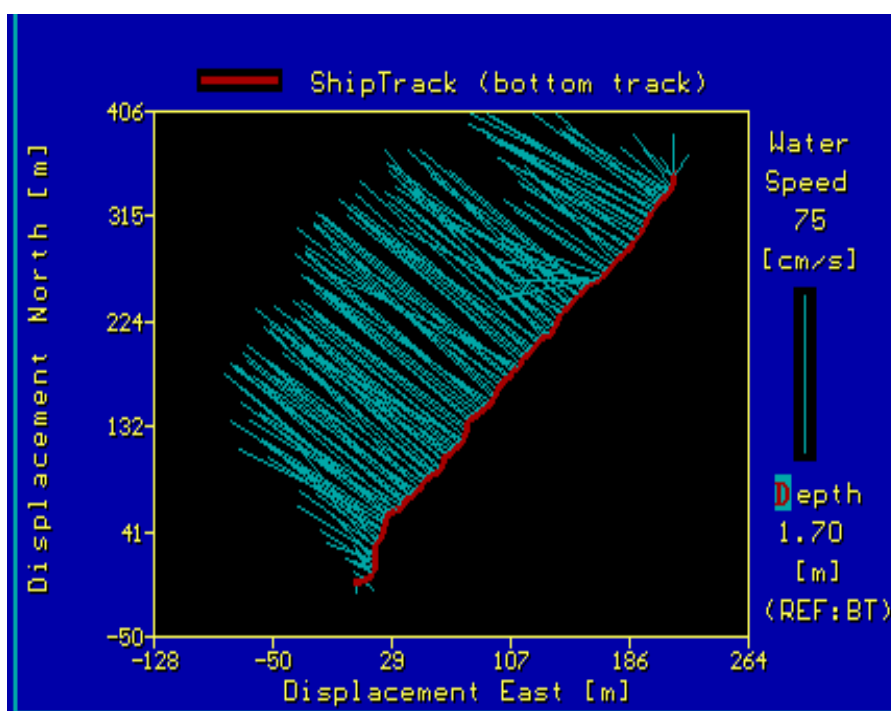


Fig.B3 : Profil des vitesses le 7/09/2000

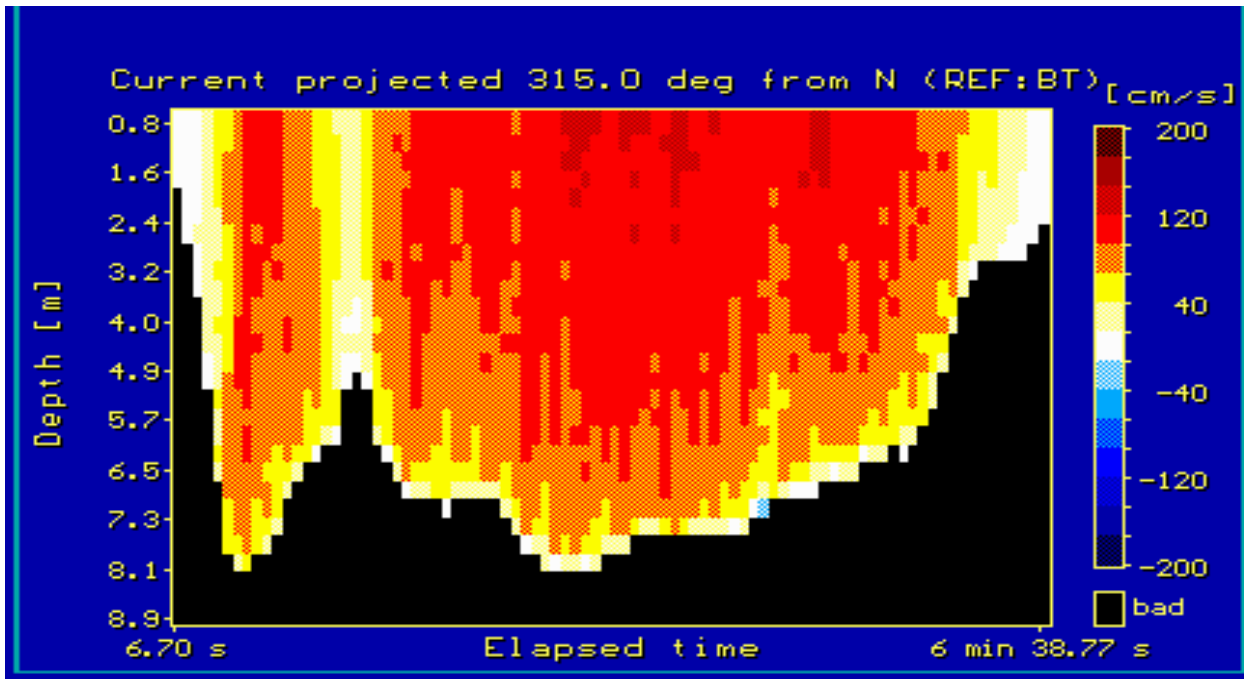


Fig. B4 – Mesures du 6/09/00 à KAYES – Profils en travers de la section

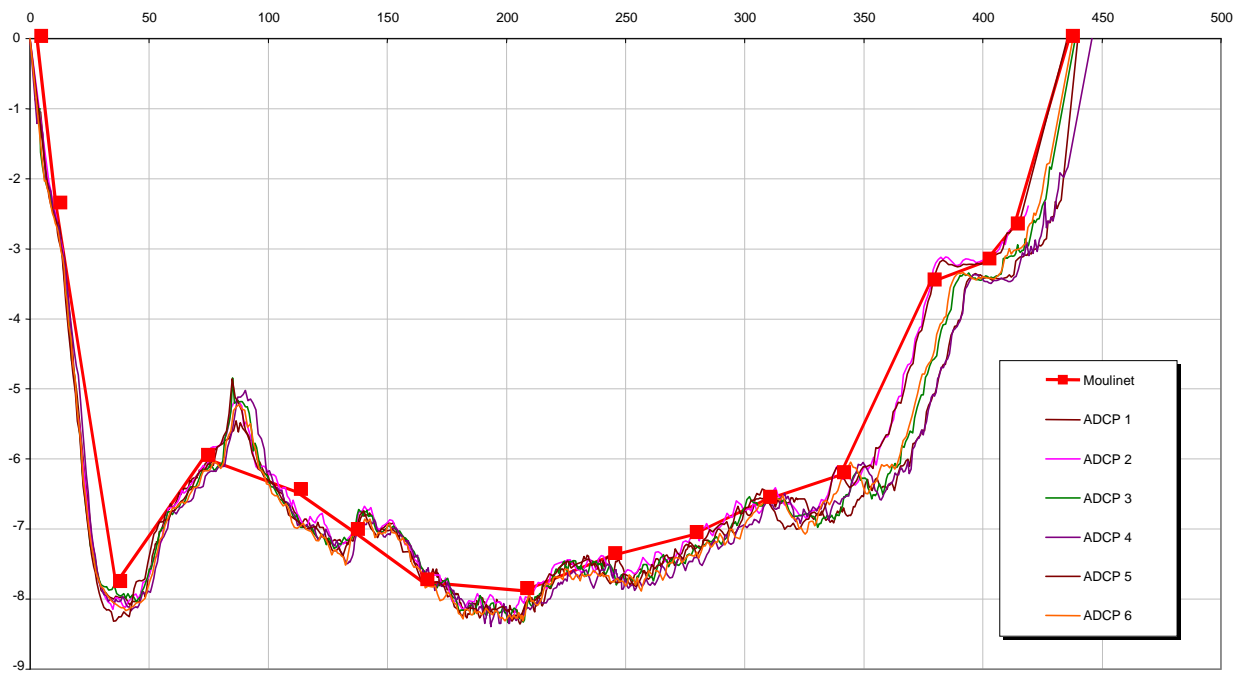


Fig . B5 - Mesures du 7/09/00 à KAYES – Profils en travers de la section



Tab. B1 : Campagne 2000 de mesures des débits du fleuve Sénégal avec ADCP et moulinet -

STATIONS	Date	Jaugeages	Cote moy.	Débits	Transect	Observations
		Heure		(m3/s)	appareil	
Gourbassi	30-août-00	11 h 10	455	615	T4 Monitor	
	30-août-00	15 h 30	458	638	T4 Monitor	
	7-sept-00	12 h 45	275	230	T4 Rio	
Kayes	27-juil-00	12 h 27	239	352	T4 Monitor	800 m en aval des échelles DNHE
	28-juil-00	18 h 47	248	379	T4 Monitor	800 m en aval des échelles DNHE
	29-juil-00	08 h 30	233	320	T4 Monitor	800 m en aval des échelles DNHE
	29-juil-00	13 h 19	229	316	T4 Monitor	1 km 82 en aval des échelles DNHE
	30-juil-00	07 h 28	224	304	T4 Monitor	1 km 82 en aval des échelles DNHE
	01-août-00	08 h 08	237	342	T4 Monitor	1 km 82 en aval des échelles DNHE
	04-août-00	06 h 34	257	403	T4 Monitor	1 km 82 en aval des échelles DNHE
	07-août-00	09 h 08	274	455	T4 Monitor	1 km 82 en aval des échelles DNHE
	08-août-00	07 h 05	263	423	T4 Monitor	1 km 82 en aval des échelles DNHE
	08-août-00	19 h 07	269	431	T4 Monitor	1 km 82 en aval des échelles DNHE
	10-août-00	15 h 53	296	536	T4 Monitor	section en face de l'hôtel KHASSO
	11-août-00	07 h 18	302	549	T4 Monitor	section en face de l'hôtel KHASSO
	11-août-00	19 h 07	332	686	T4 Monitor	section en face de l'hôtel KHASSO
	12-août-00	06 h 40	341	679	T4 Monitor	section en face de l'hôtel KHASSO
	12-août-00	19 h 10	333	658	T4 Monitor	section en face de l'hôtel KHASSO
	13-août-00	07 h 14	323	609	T4 Monitor	section en face de l'hôtel KHASSO
	13-août-00	18 h 20	313	581	T4 Monitor	section en face de l'hôtel KHASSO
	16-août-00	17 h 48	317	586	T4 Monitor	section en face de l'hôtel KHASSO
	1-sept-00	18 h 10	382	793	T4 Monitor	section en face de l'hôtel KHASSO
	3-sept-00	09 h 25	489	1271	T4 Monitor	section 100 m en amont du KHASSO
	3-sept-00	18 h 30	508	1368	T4 Monitor	en crue,section amont KHASSO
	4-sept-00	10 h 40	541	1465	T4 Monitor	en crue,section amont KHASSO
	4-sept-00	18 h 30	581	1752	T4 Monitor	en crue,section amont KHASSO
	5-sept-00	07 h 30	659	2038	T4 Monitor	en crue,section amont KHASSO
	5-sept-00	12 h 20	678	2152	T4 Monitor	en crue,section amont KHASSO
	5-sept-00	18 h 40	704	2340	T4 Monitor	en crue,section amont KHASSO
	6-sept-00	09 h 45	748	2415	T4 Monitor	fin de crue
	6-sept-00	12 h 30	750	2511	Moulinet	fin montée,section amont KHASSO
6-sept-00	14 h 25	749	2396	T4 Monitor	début de décrue	
6-sept-00	18 h 15	739	2312	T4 Monitor	décrue	
7-sept-00	09 h 25	714	2263	T4 Monitor	en crue,section amont KHASSO	
7-sept-00	12 h 00	725	2372	Moulinet	en crue,section amont KHASSO	
7-sept-00	13 h 50	738	2453	T4 Monitor	en crue,section amont KHASSO	
Kabaté (Kolimbine)	15-août-00	11 h 15	471 aval	41.7	T4 Monitor	section 20 m aval échelles aval
	15-août-00	12 h 15	466 aval	38.1	Moulinet	
	15-août-00	13 h 45	461	39.4	T4 Monitor	section 20 m aval échelles aval
Ambidébi (sénégal)	12-août-00	11 h 28	281	666	T4 Monitor	100 m en aval des échelles DNHE

ANNEXE C

CAMPAGNES DE MESURES A BAKEL

4 au 5 septembre 2000

Programme POGR
Etalonnage de la station de BAKEL
Campagne de mesures des 4 et 5 Septembre 2000

Les mesures récentes de débits réalisées à Bakel depuis 1998 au moyen d'un ADCP ont montré un net détarage de la station par rapport aux mesures plus anciennes réalisées au moyen d'un cercle hydrographique et d'un moulinet. On pouvait donc légitimement se demander si les jaugeages réalisés avec le moulinet dans le passé (par positionnement au cercle hydrographique) n'avaient pas surestimé dans une certaine mesure les débits à cause d'écoulements divergents ou de contre courants non détectés dans les sections de jaugeage. Il fallait donc réaliser des mesures conjointes au moulinet et à l'ADCP pour apporter des éléments de réponse à cette question.

Une tournée commune entre une équipe de l'IRD et les experts Sénégalais de la Brigade Hydrologique de Saint Louis a permis les 4 et 5 Septembre 2000 de réaliser pour la première fois à Bakel des jaugeages simultanés avec un ADCP et un moulinet. Ces jaugeages ont été réalisés en cours de montée de crue pour des cotes variant entre 650 cm et 712 cm à l'échelle de Bakel. Sans apporter de réponse définitive au problème de la comparaison des jaugeages ADCP et moulinet, ces mesures ont montré toutefois une excellente adéquation entre les résultats obtenus par les deux méthodes.

Les détails des mesures sont donnés en Annexe 1 à la fin de ce document.

Liste des participants :

Experts de l'IRD :

P. VAUCHEL, Ingénieur de Recherches

D. GOMIS, Stagiaire

Experts de la Brigade Hydrologique de Saint Louis :

Cheikh SECK, Ingénieur

Ibrahima DIOP, Ingénieur

Ousmane DIAGNE, Technicien

Ibrahima BADJI, Chauffeur

1 – Mesures du 4 Septembre 2000

Une partie de la matinée a été consacrée à l'établissement d'un balisage pour positionnement au cercle afin de jauger au moulinet. La largeur du fleuve et la circulation de nombreuses pirogues interdit en effet d'utiliser une corde ou un câble pour matérialiser la section de jaugeage. Pour des raisons de commodité d'accès et de facilité de balisage, le site du port des pirogues de Bakel situé à une centaine de mètres à l'aval des échelles a été retenu par les experts de la Brigade de Saint Louis. Une base de 50 m a été installée en rive gauche côté Sénégalais, et une base de 40 m a été installée sur la rive droite côté Mauritanien. L'axe transversal du fleuve a été déterminé à l'œil en cherchant à placer l'axe des mesures le plus perpendiculaire possible au sens moyen de l'écoulement du fleuve. Ce choix la section et en particulier de l'axe de la mesure constitue l'un des points délicats du jaugeage au cercle et moulinet, et l'on verra ci-dessous comment les mesures réalisées avec l'ADCP ont montré que la section choisie ne s'est pas révélée idéale.

Une série de 4 jaugeages effectués au moyen de l'ADCP ont permis d'obtenir une première mesure de débit à 1651 m³/s pour une cote variant de 649 à 651 cm. L'examen du parcours de la barque et de la direction des vecteurs représentant la vitesse et la direction de l'écoulement montre que la section choisie est légèrement divergente, et que les vitesses mesurées à une profondeur de 0.86 m ne sont pas toujours bien perpendiculaires à la section choisie (voir figure n° 1). Cette divergence s'explique probablement par la présence d'une île à quelques centaines de mètres à l'aval de la section de jaugeage.

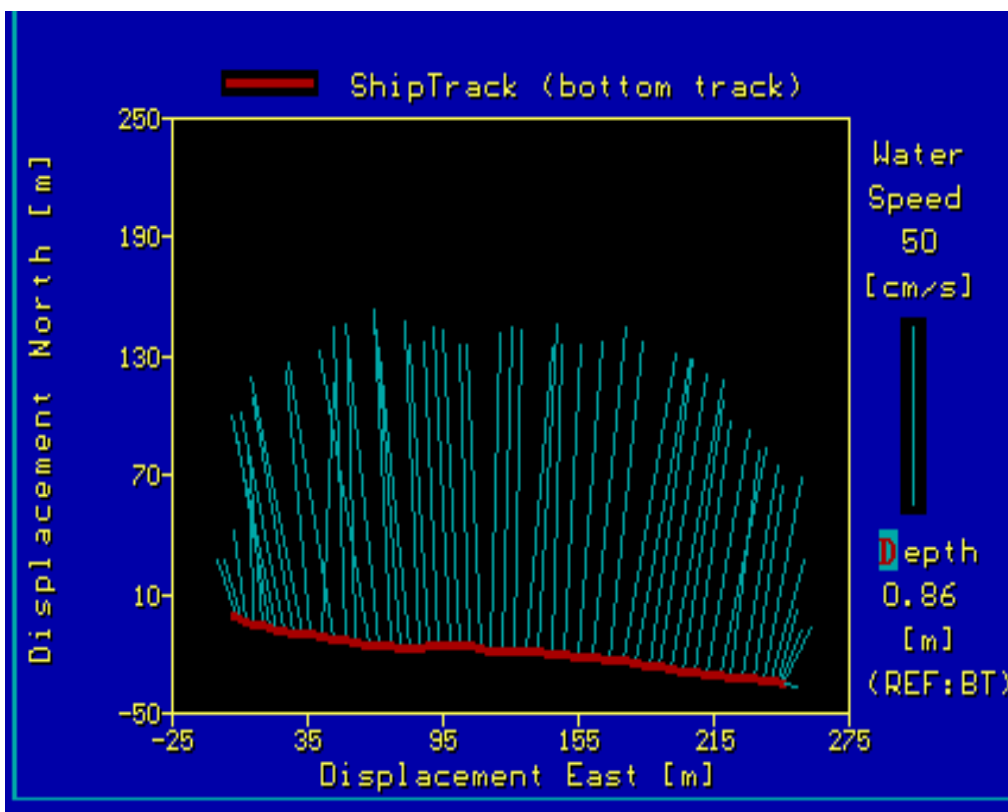


Figure n°C1 : trace de la barque et direction des vecteurs vitesses le 4-9-00

Une mesure au moulinet a ensuite été effectuée au moulinet sur la même section, pour une cote variant de 652 cm (à 12h40) à 660 cm (à 16h00). Un premier dépouillement de ce jaugeage a fourni un débit de 1672 m³/s. La figure n°2 montre le profil en travers obtenu sur cette section avec le moulinet, superposé aux profils en travers obtenus grâce à l'ADCP avec les mesures encadrant le jaugeage au moulinet. Cette figure montre une assez bonne adéquation entre les profils mesurés avec l'ADCP et le moulinet, bien que les profondeurs mesurées par l'ADCP soient souvent légèrement supérieures à celles obtenues avec le moulinet. Cette figure montre également que les verticales réalisées par la Brigade Hydrologique ne sont pas tout à fait assez denses pour bien représenter les variations de profondeur du fleuve, en particulier une verticale à la distance de 70 m aurait été utile pour bien suivre le profil du fond du fleuve. Nous avons donc choisi de rajouter au jaugeage au moulinet une verticale fictive à la distance de 70 m, avec des vitesses similaires aux verticales voisines (à 49 m et 104 m). Un nouveau dépouillement de ce jaugeage en incluant cette verticale fictive donne cette fois un débit de 1701 m³/s, valeur qui nous paraît plus juste.

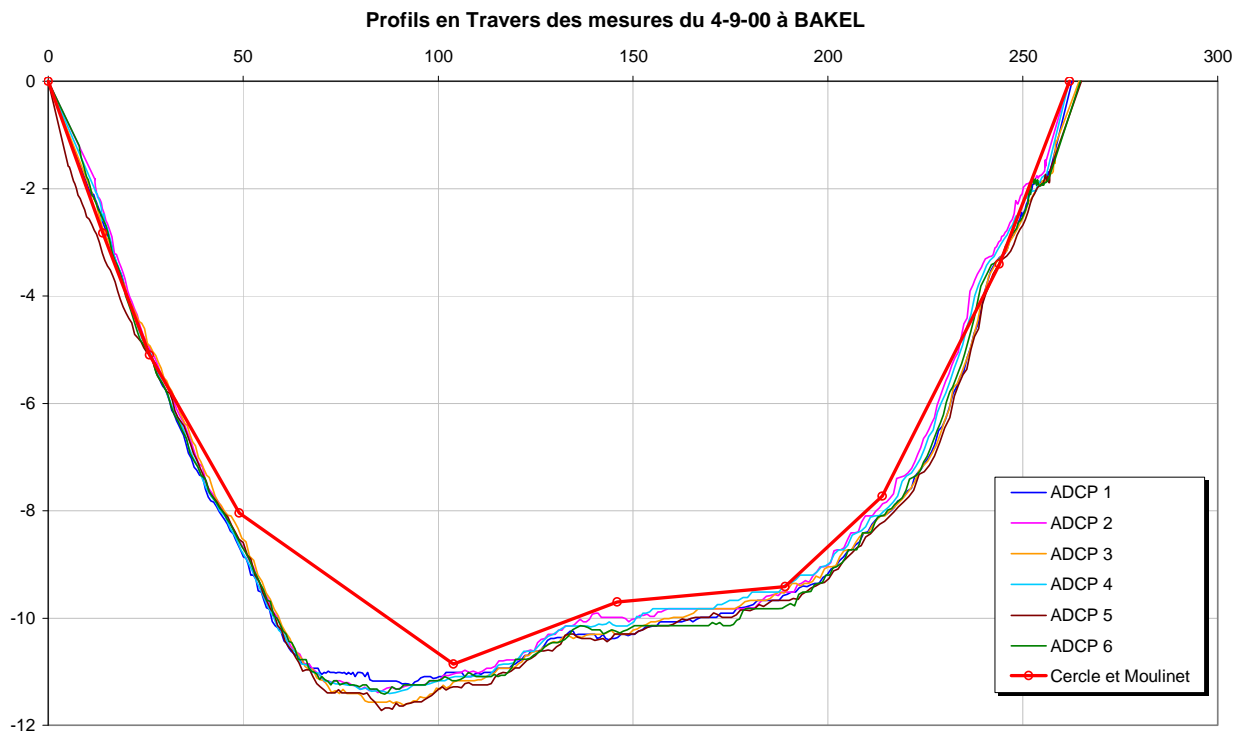


Figure n°C2

Enfin, une deuxième série de jaugeages avec l'ADCP réalisée immédiatement après la fin du jaugeage au moulinet a donné pour une cote 662 cm un débit de 1708 m³/s et à 663 cm un débit de 1715 m³/s. On observe donc que la mesure au moulinet, avec des profondeurs inférieures à celles mesurées par l'ADCP, a donné une valeur du débit légèrement supérieure à celle que l'on aurait attendu au vu des mesures ADCP. Cela pourrait provenir du fait que les vitesses mesurées avec le moulinet dans la partie de plus grande profondeur (entre 50 et 120 m) n'étaient pas exactement perpendiculaires à l'axe de la mesure. Cependant, les écarts observés restent très faibles, et peu significatifs du fait des erreurs de mesures possibles.

2 – Mesures du 5 Septembre 2000

Pour les mesures du 5 Septembre 2000, nous avons décidé de déplacer d'une cinquantaine de mètres vers l'aval la balise en rive droite matérialisant l'axe de la mesure, afin d'obtenir des vitesses plus perpendiculaires à la section dans la partie de plus fortes profondeurs. Une première série de mesures réalisée avec l'ADCP pour des cotes variant de 695 cm à 697 cm a donné un débit de 1915 m³/s. On peut voir à la figure n°3 comment les vecteurs vitesses sont mieux perpendiculaires à l'axe de la mesure dans la partie gauche du profil, au détriment malheureusement de la partie droite.

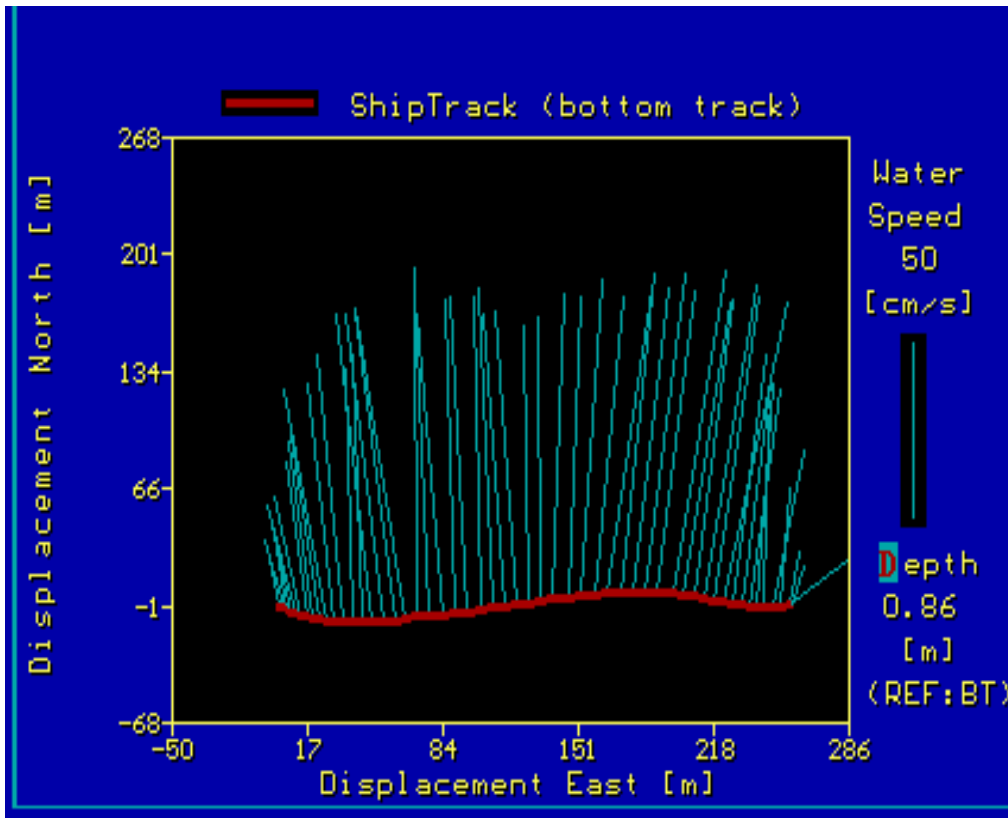


Figure n°C3 : trace de la barque et direction des vecteurs vitesses le 5-9-00

Une mesure au cercle et au moulinet a été effectuée de nouveau par les experts de la Brigade Hydrologique de Saint Louis pour des cotes variant de 702 cm à 709 cm. On peut voir à la figure n°4 les profils en travers comparés entre le moulinet et l'ADCP. Cette fois, les profondeurs mesurées par les deux méthodes sont très semblables. On observe comme pour la mesure du 4 Septembre un manque d'une verticale à la distance de 70 m.

Un premier dépouillement des données brutes du jaugeage donne un débit de 1875 m³/s. Un autre dépouillement en ajoutant à la distance de 70 m une verticale fictive identique à la verticale mesurée à 47 m donne cette fois un débit de 1902 m³/s.

Enfin, les mesures ADCP réalisées dans la foulée ont donné :

- pour des cotes allant de 711 cm à 713 cm, un débit de 2050 m³/s
- pour une cote de 714 cm, un débit de 2005 m³/s

Cette dernière mesure à la cote de 714 cm paraît faible par rapport aux précédentes. Nous verrons cependant à la partie suivante de ce document que cette valeur s'ajuste mieux à la courbe d'étalonnage que l'on peut construire avec l'ensemble des mesures depuis 1998. Nous n'avons pas d'explication claire pour ces écarts entre mesures ADCP. On peut simplement noter que les mesures fortes ont été obtenues avec des traversées pour lesquelles la barque ne s'est pas déplacée sur une trajectoire très rectiligne. Bien que l'ADCP corrige normalement les erreurs de cap, on a observé dans le passé que les mesures sont généralement mieux groupées lorsque la traversée est effectuée sur une trajectoire très rectiligne.

Par contre, la mesure au moulinet paraît cette fois un peu faible comparée aux mesures avec l'ADCP, si l'on excepte la mesure ADCP réalisée à la cote 714 cm. Les écarts restent toutefois peu significatifs.

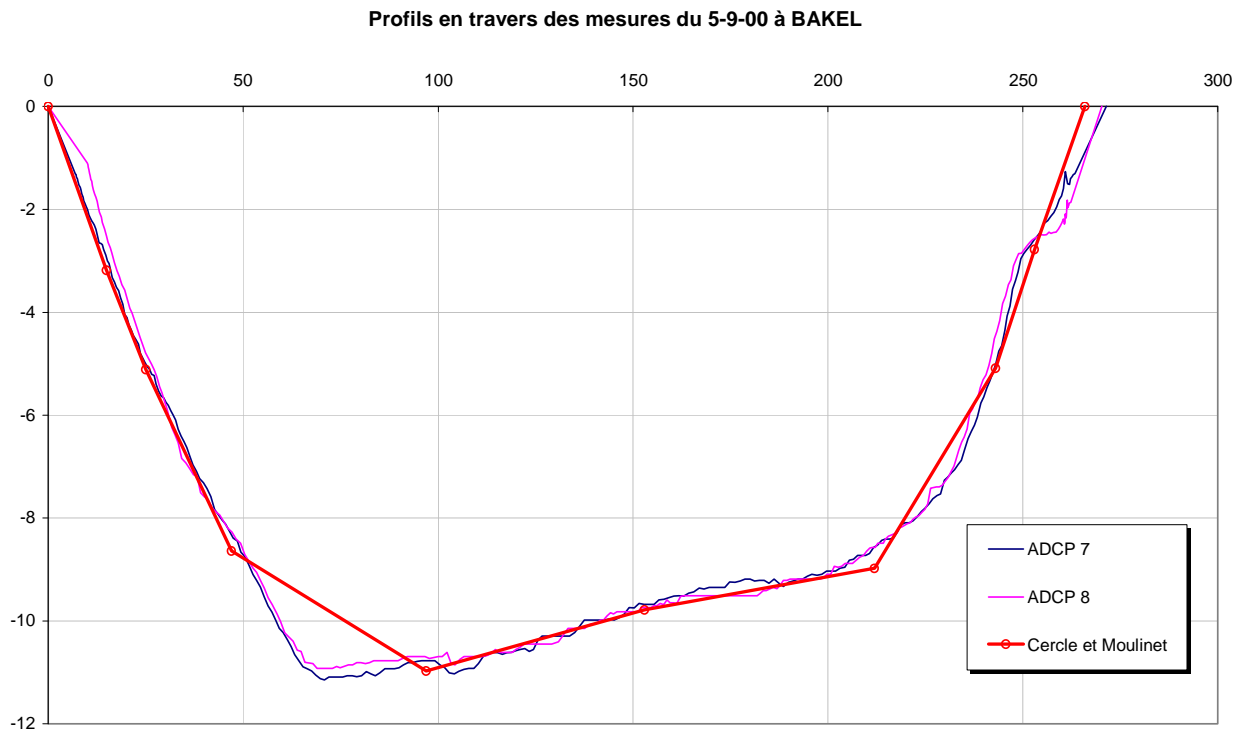


Figure n°C4

3 – Courbe d'étalonnage depuis 1998

Nous avons placé les jaugeages réalisés lors des journées des 4 et 5 Septembre sur la courbe d'étalonnage construite pour Bakel avec l'ensemble des mesures disponibles depuis 1998. Les résultats présentés à la figure n°5 montrent que les jaugeages effectués au moulinet, malgré quelques petites incertitudes pouvant subsister, s'intègrent bien dans la série des jaugeages effectués avec l'ADCP.

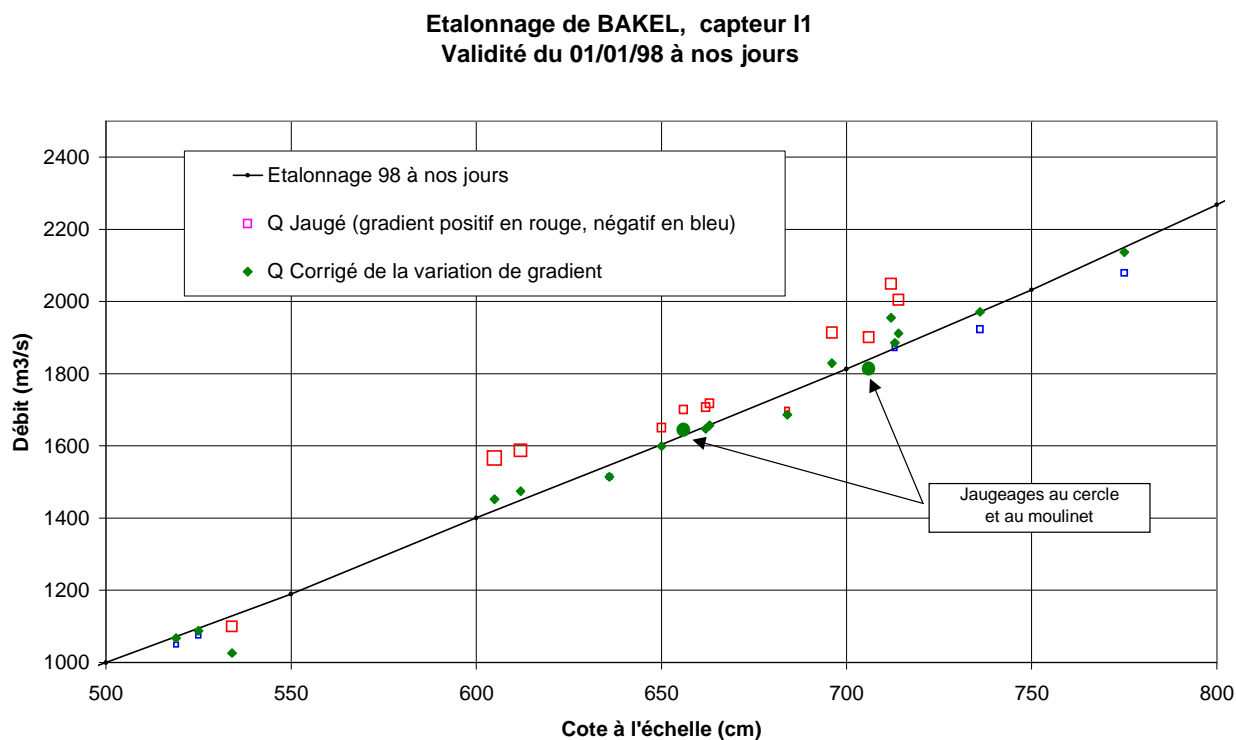


Figure n°C5

Tableau C1 : Détail des mesures ADCP et Moulinet

Date et heure	Méthode	Cote (cm)	Débit (m3/s)	Observations
4-9-00 à 12h05	ADCP	649-651	1674	
	ADCP	"	1623	
	ADCP	"	1652	
	ADCP	"	1657	
4-9-00 à 14h00	Moulinet	652-660	1701	(1672 m3/s avant correction)
4-9-00 à 17h10	ADCP	662	1724	
	ADCP	"	1696	
	ADCP	"	1702	
	ADCP	"	1709	
4-9-00 à 17h30	ADCP	663	1697	
	ADCP	"	1714	
	ADCP	"	1743	
	ADCP	"	1721	
5-9-00 à 09h20	ADCP	695-697	1928	
	ADCP	"	1900	
	ADCP	"	1922	
	ADCP	"	1882	
	ADCP	"	1937	
	ADCP	"	1914	
5-9-00 à 12h30	Moulinet	702-709	1902	(1875 m3/s avant correction)
5-9-00 à 14h48	ADCP	711-713	2034	
	ADCP	"	2059	
	ADCP	"	2071	
	ADCP	"	2051	
5-9-00 à 15h06	ADCP	714	2005	