



Hidrologia e Geoquímica da Bacia Amazônica

13ª Campanha de medições de vazão na bacia do rio Amazonas

“Efeito da maré sob a parte baixa do rio Amazonas”

Canal de Gurupá ⇒ Canal Norte ⇒ Almeirim ⇒ Santarém ⇒ Óbidos

Novembro – Dezembro de 1998

SUMARIO

1. Introdução
2. Participantes
3. Cronograma
4. Métodos e equipamentos utilizados
5. Resultados
6. Conclusão

1. INTRODUÇÃO

Origem e objetivo da campanha de medição

As campanhas de medição de vazões na bacia do rio Amazonas geralmente terminam se em Óbidos, última estação a jusante onde foi determinada uma curva chave relacionando o nível do rio e a vazão.

A 12a campanha de medição de vazões na bacia do rio Amazonas do Programa HiBAm (Outubro de 1998) deu a oportunidade de medir o nível do rio e a vazão até Almeirim, a 500 km da boca do rio Amazonas. Essas medições mostraram flutuações de níveis e de vazões em Almeirim devidas à influência da maré semidiurna.

O assunto dessa 13a campanha de medição foi :

- **de caracterizar, em período de águas baixas, as flutuações de níveis e vazões devidas à influência da maré em várias estações ao longo da parte jusante do rio Amazonas,**
- **de instalar equipamentos de medição automática dos níveis em várias estações ao longo da parte jusante do Rio Amazonas**

Essa campanha deveria ser completada no futuro por campanhas em períodos de águas médias e águas altas. A interpretação dos resultados permitirá entender o efeito da maré, o seu impacto sob o transporte de sedimentos, e a determinação de curvas-chave adequadas para as estações da parte jusante do rio Amazonas

Escolha das estações para a medição do efeito da maré

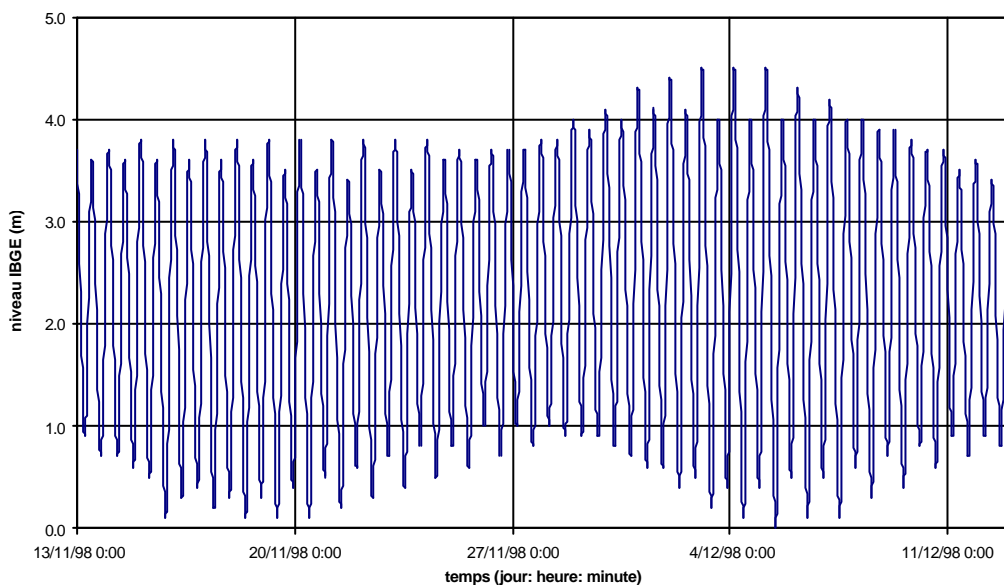
Sete estações hidrométricas foram escolhidas para estudar o efeito da maré :

- Os dados da maré na foz do rio Amazonas estão fornecidas pela Diretoria de Hidrografia e navegação do Brasil, seja na forma de previsões ou na forma de medições :
estação de **Ponta do Céu** (Lat 00° 46.0' N; Long. 050° 06.8' W)
estação de **Porto de Santana** (Lat 00° 03.4' S; Long 051° 10.8' W)
- A estação de **Gurupá** foi escolhida como representativa da propagação do efeito da maré no Canal de Gurupá
- Uma estação foi escolhida ao **ponto de divergência entre o Canal do Norte e o Canal de Gurupá**, localizado a montante da Ilha de Gurupá. Essa estação permite uma medição simultânea do Canal do Norte e do Canal de Gurupá
- A estação de **Almeirim**
- A estação de **Santarém**, onde existe uma régua de medição do nível. As medições de vazão estão efetuadas 30 km jusante em uma secção onde se pode medir a vazão total do rio Amazonas
- A estação de **Óbidos** onde existe uma régua de medição do nível e uma curva chave nível-vazão.

Análise da amplitude da maré semidiurna

A propagação do efeito da maré é ligada à amplitude dessa maré semidiurna no oceano, que muda com um ciclo complexo. A figura seguinte apresenta a variação da amplitude da maré por o período da campanha de medição em Ponta do Céu.

Marégramme à Ponta do Céu du 18/11/98 au 19/12/98



A amplitude varia de maneira complexa de 3.7 m no dia 20/11/98 a 2.6 m no dia 27/11/99 e 4.5 m no dia 05/12/99.

Foi decidido de realizar duas séries de medições.

2. PARTICIPANTES

- OHN/CPRM Brasília
- ORSTOM Brasília

Marcos Assis Rios
 Pascal Kosuth
 Jacques Callède

3. CRONOGRAMA

18/11/98	Viagem de Marcos Assis Rios de Brasília a Manaus e Santarém (avião) e Óbidos (barco) Brasília : Preparação do dispositivo de limnímetros Thalimedes (Jacques Callède, Gutemberg de Silva, Pascal Kosuth) Brasília : Preparação dos GPS (P. Kosuth)
19/11/98	Óbidos : Contrato com o Dono do Barco Óbidos : Preparação dos equipamentos em Óbidos (ADCP, Barco,...). Óbidos : Teste do ADCP : medição da descarga em Óbidos (4 medições entre 18:35 e 20:35) Brasília : Teste do dispositivo de limnómetro
20/11/98	11.15 Viagem de Jacques Callède e Pascal Kosuth de Brasília a Santarém Viagem do barco de Óbidos a Santarém Instalação do Thalimedes fixo em Santarém. Instalação do Orphimedes móvel em Santarém
21/11/98	5.30 Leitura do Thalides e do Orphimedes. Recuperação do Orphimedes. 6.00 Viagem do barco de Santarém a Almeirim Instalação do Thalimedes em Almeirim. Trabalho topográfico
22/11/98	5.30 Leitura do Thalides e do Orphimedes. Instalação do GPS fixo Medições contínuas (12 horas) em Almeirim Leitura do Thalides e do Orphimedes. Análise do GPS
23/11/98	5.30 Leitura do Thalides e do Orphimedes. Recuperação do Orphimedes. 6.00 Viagem do barco de Almeirim ao Canal Norte. Instalação do Orphimedes. Instalação do GPS fixo Medições contínuas (12 horas) em Canal Norte Leitura do Orphimedes. Análise do GPS

24/11/98	5.30 Leitura do Orphimedes. Recuperação do Orphimedes. 6.00 Viagem do barco do Canal Norte ao Canal Sul.. Instalação do Orphimedes. Instalação do GPS fixo Medições contínuas (12 horas) em Canal Sul Leitura do Orphimedes. Análise do GPS Viagem do Canal Sul até Almeirim Leitura do Thalides e Instalação do Orphimedes
25/11/98	Leitura do Thalides e do Orphimedes. Recuperação do Orphimedes Viagem de Almeirim a Santarém Leitura do Thalides Instalação do Orphimedes
26/11/98	5.30 Leitura do Thalides e do Orphimedes. Recuperação do Orphimedes. 6.00 Viagem do barco de Santarém a Taperinha. Instalação do Orphimedes. Instalação do GPS fixo Medições contínuas (12 horas) em Taperinha Leitura do Orphimedes. Recuperação do Orphimedes Análise do GPS Viagem de Taperinha até Santarém Leitura do Thalides e Instalação do Orphimedes
27/11/98	5.30 Leitura do Thalides e do Orphimedes. Recuperação do Orphimedes. 6.00 Viagem do barco de Santarém a Óbidos. Instalação do Thalides e do Orphimedes. Instalação do GPS fixo Medições contínuas (12 horas) em Óbidos Leitura do Thalides e do Orphimedes. Análise do GPS
28/11/98	5.30 Leitura do Thalides e do Orphimedes. Recuperação do Orphimedes. 6.00 Viagem do barco de Óbidos a Almeirim
29/11/98	5.30 Leitura do Thalides e do Orphimedes. Recuperação do Orphimedes. 6.00 Viagem do barco de Óbidos a Almeirim
30/11/98	5.30 Leitura do Thalides. 6.00 Viagem do barco de Almeirim ao Canal Norte. Instalação do Orphimedes. Instalação do GPS fixo Medições contínuas (12 horas) no Canal Norte Leitura do Orphimedes. Análise do GPS

01/12/98	5.30 Leitura do Orphimedes. Recuperação do Orphimedes. 6.00 Viagem do barco do Canal Norte ao Canal Sul.. Instalação do Orphimedes. Instalação do GPS fixo Medições contínuas (12 horas) em Canal Sul Leitura do Orphimedes. Análise do GPS Viagem do Canal Sul a Almeirim Leitura do Thalides e Instalação do Orphimedes
02/12/98	5.30 Leitura do Thalides e do Orphimedes. Instalação do GPS fixo Medições contínuas (12 horas) em Almeirim Leitura do Thalides e do Orphimedes. Análise do GPS Decisão de deixar ou não o Thalimedes
03/12/98	Leitura do Thalides e do Orphimedes. Recuperação do Orphimedes Viagem de Almeirim a Santarém Leitura do Thalides Instalação do Orphimedes
04/12/98	5.30 Leitura do Thalides e do Orphimedes. Recuperação do Orphimedes. 6.00 Viagem do barco de Santarém a Taperinha. Instalação do Orphimedes. Instalação do GPS fixo Medições contínuas (12 horas) em Taperinha Leitura do Orphimedes. Recuperação do Orphimedes Análise do GPS Viagem de Taperinha a Santarém Leitura do Thalides e Instalação do Orphimedes Decisão de deixar ou não o Thalimedes
05/12/98	5.30 Leitura do Thalimedes e do Orphimedes. Recuperação do Orphimedes. Viagem de Pascal Kosuth de Santarém para Manaus e Brasília Viagem de J. Calde de Santarém a Belem 6.00 Viagem do barco de Santarém a Óbidos. Instalação do Thalides e do Orphimedes. Instalação do GPS fixo Medições contínuas (12 horas) em Óbidos Leitura do Thalimedes e do Orphimedes. Análise do GPS Decisão de deixar ou não o Thalimedes
06/12/98	Viagem de Marcos Assis Rios de Óbidos para Santarém e de Santarém para Manaus e Brasília

5. Resultados

	13 ^{ème} Campanha	13 ^{ème} Campanha
Obidos	19/11/98 (1835-20:20) Qmoy= 87 724 m3/s Qmax= Qmin = Hmax mar = Ampl. Zmar = Hmax = Ampl. Z =	16/03/99 Qmoy=139 000 m3/s Qmax=155 400 m3/s Qmin = 118 900 m3/s Hmax mar = Ampl. Zmar = Hmax = Ampl. Z =
Santarém	27-29/11/98 9:52-0:49 Qmoy=110 580 m3/s Qmax=116 248 m3/s Qmin = 95 105 m3/s Hmax mar = Ampl. Zmar = Hmax = 27/11 11 :15 Ampl. Z = 0,08 m	04/12/98 08:05-20:26 Qmoy= 108 500 m3/s Qmax= 122 822 m3/s Qmin = 90 660 m3/s Hmax mar = Ampl. Zmar = Hmax = Ampl. Z =
Almeirim	22/11/98 Qmoy= 99 179 m3/s Qmax=126 013 m3/s Qmin = 46 122 m3/s Hmax mar = Ampl. Zmar = Hmax = 13 :37 :30 Ampl. Z = 1,1 m	02/12/98 10:00-24:30 Qmoy= 105 491 m3/s Qmax= 136 977 m3/s Qmin = 54 403 m3/s Hmax mar = Ampl. Zmar = Hmax = 02/12/99 10:30 Ampl. Z = 1,07 m
Divergência		01/12/98 10:04-22:26 Qmoy=99 136 m3/s Qmax=143 000 m3/s Qmin = 27 000 m3/s Hmax mar = Ampl. Zmar = Hmax = 01/12 20:30 Ampl. Z =1,46m
Canal Norte		01/12/98 10:04-22:26 Qmoy=37 041 m3/s Qmax= 60 651 m3/s Qmin = -17 652 m3/s Hmax mar = Ampl. Zmar = Hmax = 01/12 20:30 Ampl. Z =1,46m
Canal de Gurupá		01/12/98 10:04-22:26 Qmoy= 62 095 m3/s Qmax= 83 410 m3/s Qmin = 37 723 m3/s Hmax mar = Ampl. Zmar = Hmax = 01/12 20:30 Ampl. Z =1,46m
Porto do Moz		
Gurupá	23/11/98 13:00-02:00 Qmoy= 71 906 m3/s Qmax= 103 219 m3/s Qmin = 37 740 m3/s Hmax mar = Ampl. Zmar = Hmax = 24/11 01:00 Ampl. Z = 1,60 m	30/11/98 10:08-22:55 Qmoy= 69 998 m3/s Qmax= 103 504 m3/s Qmin = 31 177 m3/s Hmax mar = Ampl. Zmar = Hmax = 30/11 19:30 Ampl. Z = 1,7 m

FICHE DE SYNTHESE DES MESURES DE DEBIT ET NIVEAU EN UNE STATION

DATE	19/11/98					
LIEU	ÓBIDOS		Long.		Lat.	
			Long.		Lat.	
	ADCP	GPS		Global		
Nom Fichier						

DEBITS*****

Nb. de mesures de débit :	4	Heure Début	18:35:00	Heure Fin	20:35:00
Débit moyen sur un cycle	87724				

N° mesure	Heure Début	Heure Fin	Heure moyenne	Débit	Fichier ADCP	GPS non	GPS Oui	GPS Double
1	18:35:00	19:05:00	18:50:00	88453				
2	19:05:00	19:35:00	19:20:00	88300				
3	19:35:00	20:05:00	19:50:00	86220				
4	20:05:00	20:35:00	20:20:00	87925				

NIVEAUX*****

Nom Fichier :		Heure Début		Heure Fin	
	Porto Santana	Station		Retard Porto Santana / Station	
Heure du maximum					
	Porto Santana	Station		Amortissement Porto Santana / Station	
Amplitude de fluctuation de niveau					

PREMIERE SEMAINE

PREMIER PASSAGE AVAL-AMONT

FICHE DE SYNTHESE DES MESURES DE DEBIT ET NIVEAU EN UNE STATION

DATE	22/11/98				
LIEU	ALMEIRIM	Long.	S 01° 32.017'	Lat.	N 052° 34.607'
		Long.	UTM(22) 03 24 557	Lat.	98 30 446

	ADCP	GPS	Global
Nom Fichier			

DEBITS*****

Nb. de mesures de débit :	10	Heure Début	11:04:00	Heure Fin	23:14:30
Débit moyen sur un cycle	96179	Débit max	126013	Débit min	46122

N° mesure	Heure Début	Heure Fin	Heure moyenne	Débit	Fichier ADCP	GPS non	GPS Oui	GPS Double
1	11:04:00	11:51:50	11:26:00	75512				
2	11:53:14	12:45:30	12:19:00	56533				
3	13:02:00	13:52:54	13:27:00	46122				Oui (manuel)
4	13:53:25	14:43:20	14:18:00	55278				
5	14:45:05	15:46:40	15:16:00	82089				
6	15:47:55	16:47:15	16:18:00	94263				
7	19:33:30	20:30:15	20:02:00	126013				
8	20:31:15	21:23:40	20:57:30	123190				
9	21:25:14	22:22:30	21:54:00	122271				
10	22:23:30	23:14:30	22:49:00	113433				

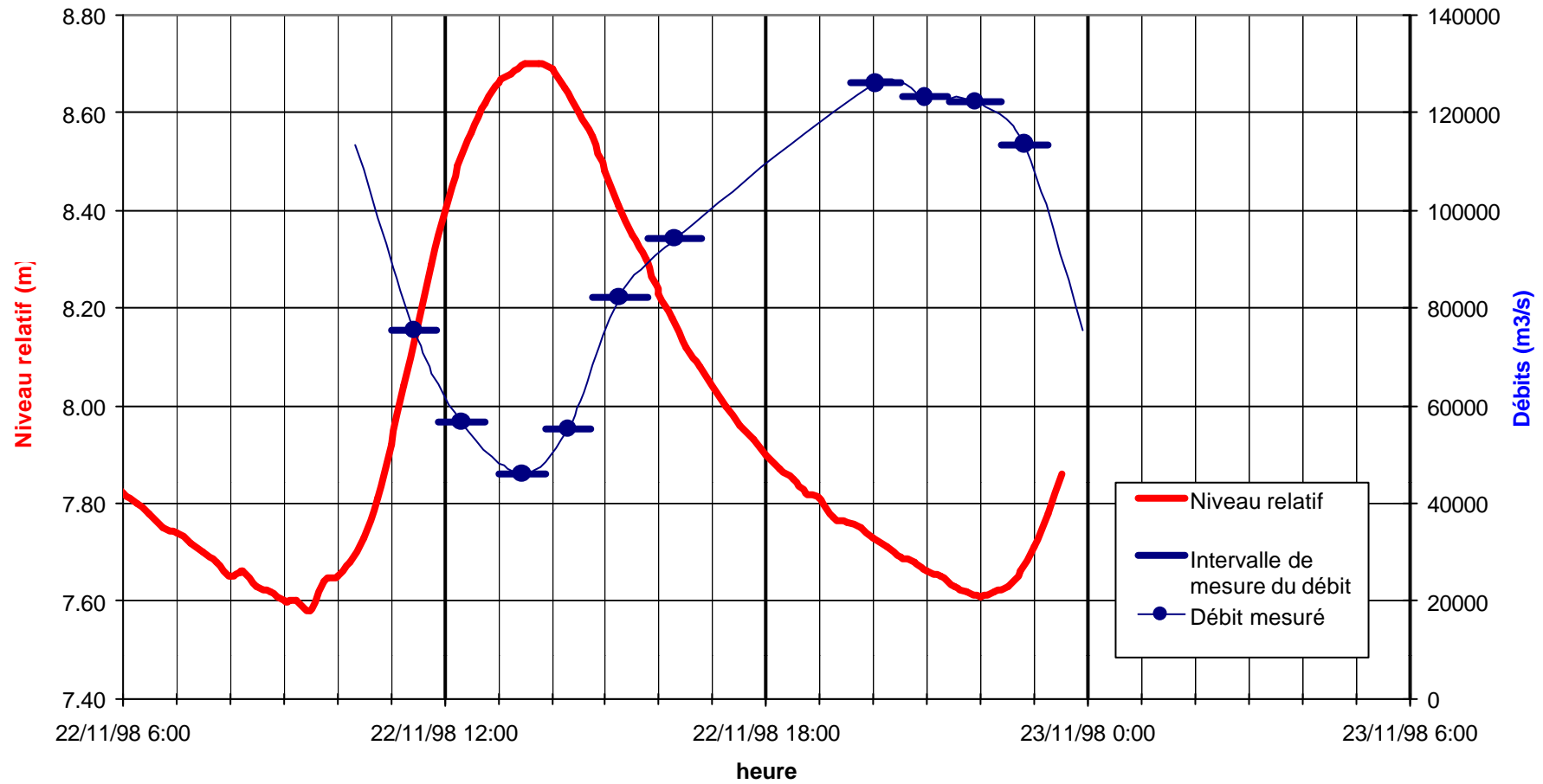
NIVEAUX*****

Nom Fichier :		Heure Début	03:45:00	Heure Fin	23:30:00
---------------	--	-------------	----------	-----------	----------

	Porto Santana	Station	Retard Porto Santana / Station
Heure du maximum		13:37:30	

	Porto Santana	Station	Amortissement Porto Santana / Station
Amplitude de fluctuation de niveau		1.10	

Niveaux et débits mesurés à Almeirim le 22/11/98



FICHE DE SYNTHESE DES MESURES DE DEBIT ET NIVEAU EN UNE STATION

DATE	23/11/98				
LIEU	GURUPÁ	Long.	S	Lat.	N
		Long.	UTM() 04 27 992	Lat.	98 44 776

	ADCP	GPS	Global
Nom Fichier			

DEBITS*****

Nb. de mesures de débit :	16	Heure Début	13:00:36	Heure Fin	26:00:00
Débit moyen sur un cycle	71906	Débit min	37 740	Débit max	103 219

N° mesure	Heure Début	Heure Fin	Heure moyenne	Débit	Fichier ADCP	GPS non	GPS Oui	GPS Double
1			13:17:30	41253				
2			13:52:00	49679				
3			14:25:30	55847				
4			14:58:40	62019				
5			15:57:00	70034				
6			16:31:00	77230				
7			17:07:00	81458				
8			17:41:30	87687				
9			19:55:00	103108				
10			20:37:00	103219				
11			21:09:20	95679				
12			21:45:00	82658				
13			23:46:20	38893				
14			24:21:45	37740				
15			24:57:30	38343				
16			25:34:00	42562				
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

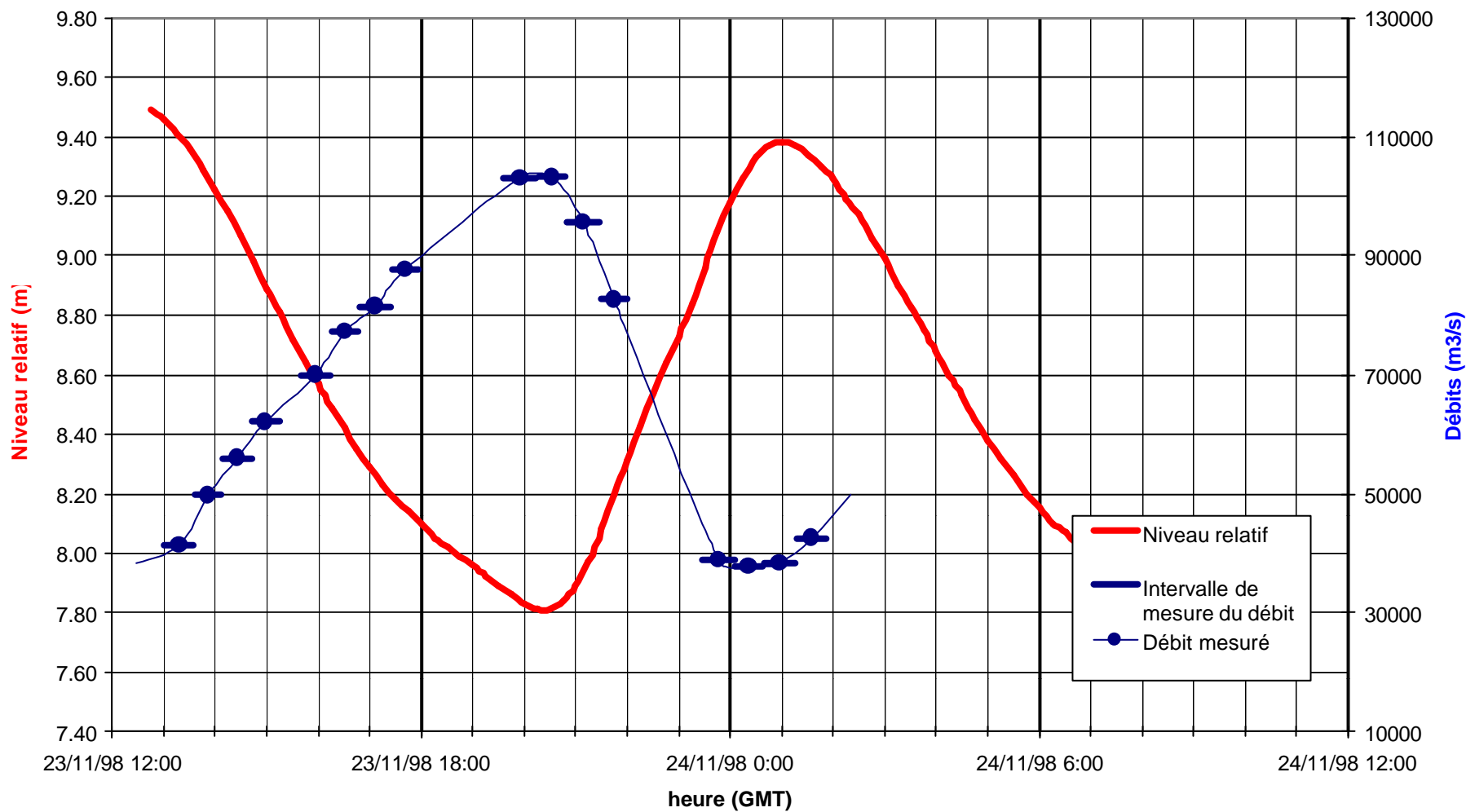
NIVEAUX*****

Nom Fichier :		Heure Début		Heure Fin	
---------------	--	-------------	--	-----------	--

	Porto Santana	Station	Retard Porto Santana / Station
Heure du maximum			

	Porto Santana	Station	Amortissement Porto Santana / Station
Amplitude de fluctuation de niveau			

Niveaux et débits mesurés à Gurupa le 23/11/98



FICHE DE SYNTHESE DES MESURES DE DEBIT ET NIVEAU EN UNE STATION

DATE	24 & 25/11/98				
LIEU	Canal Norte Canal Gurupá	Long.	S	Lat.	N
		Long.	UTM()	Lat.	

	ADCP	GPS	Global
Nom Fichier			

DEBITS*****

CANAL DO NORTE

Nb. de mesures de débit :	4	Heure Début	24/11 11:00	Heure Fin	25/11 12:00
Débit moyen sur un cycle		Débit min		Débit max	

N° mesure	Date	Heure Début	Heure Fin	Heure moyenne	Débit	Fichier ADCP	GPS non	GPS Oui	GPS Double
1	24/11	11:21:10	11:51:00	11:36:00	15019				
2	24/11	12:21:45	12:54:20	12:38:30	8655				
3	25/11	10:13:20	10:44:45	10:29:00	54246				
4	25/11	10:45:30	11:19:50	11:02:40	51116				

CANAL DE GURUPÁ

Nb. de mesures de débit :	2	Heure Début	25/11 9:30	Heure Fin	25/11 12:00
Débit moyen sur un cycle		Débit min		Débit max	

N° mesure	Date	Heure Début	Heure Fin	Heure moyenne	Débit	Fichier ADCP	GPS non	GPS Oui	GPS Double
1	25/11	9:42:20	10:12:00	9:57:10	76913				
2	25/11	11:21:15	11:46:35	11:33:55	58544				

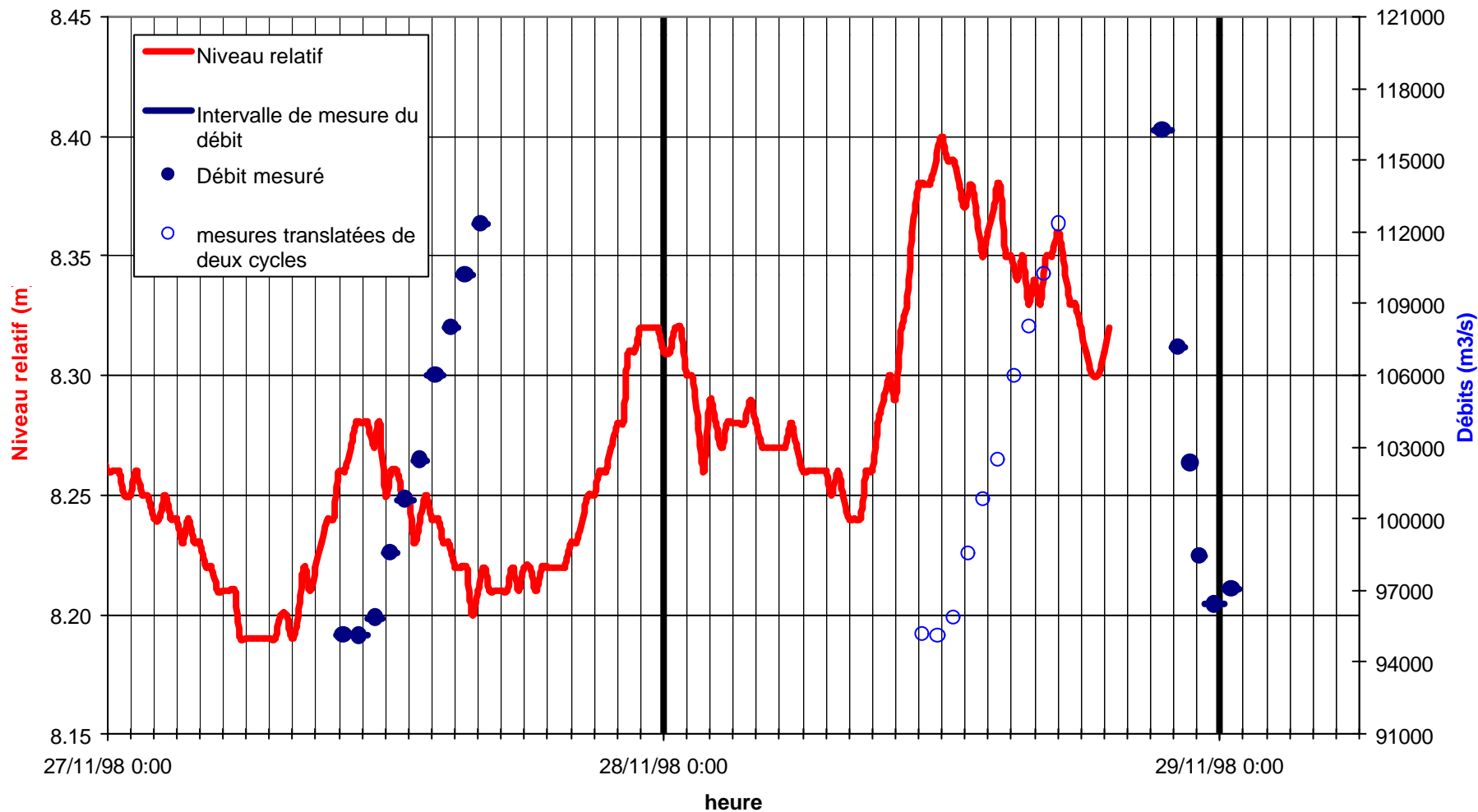
NIVEAUX*****

Nom Fichier :		Heure Début	24/11 12:15	Heure Fin	25/11 13:00
---------------	--	-------------	-------------	-----------	-------------

	Porto Santana	Station	Retard Porto Santana / Station
Heure du maximum			

	Porto Santana	Station	Amortissement Porto Santana / Station
Amplitude de fluctuation de niveau			

Niveaux et débits mesurés à Santarem les 27 et 28/11/98



FICHE DE SYNTHESE DES MESURES DE DEBIT ET NIVEAU EN UNE STATION

DATE	28/11/98				
LIEU	Tapajos Amz Santarém	Long.	S	Lat.	N
		Long.	UTM()	Lat.	

	ADCP	GPS	Global
Nom Fichier			

DEBITS*****

Nb. de mesures de débit :		Heure Début		Heure Fin	
Débit moyen sur un cycle		Débit min		Débit max	

N° mesure	Heure Début	Heure Fin	Heure moyenne	Débit	Fichier ADCP	GPS non	GPS Oui	GPS Double
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

NIVEAUX*****

Nom Fichier :		Heure Début		Heure Fin	
---------------	--	-------------	--	-----------	--

	Porto Santana	Station	Retard Porto Santana / Station
Heure du maximum			

	Porto Santana	Station	Amortissement Porto Santana / Station
Amplitude de fluctuation de niveau			

DEUXIEME SEMAINE

DEUXIEME PASSAGE AVAL-AMONT

FICHE DE SYNTHESE DES MESURES DE DEBIT ET NIVEAU EN UNE STATION

DATE	30/11/98	Heure Début	10:08:45	Heure Fin	22:55:00
LIEU	GURUPÁ	Long.		Lat.	
		Long.	UTM - 27831	Lat.	UTM - 44673

	ADCP	GPS	Global
Nom Fichier			

DEBITS*****

Nb. de mesures de débit :	18	Heure Début	10:08:45	Heure Fin	22:55:00
Débit moyen sur un cycle	69998 m3/s	Debit min	31177	Debit max	103504

N° mesure	Heure Début	Heure Fin	Heure moyenne	Débit	Fichier ADCP	GPS non	GPS Oui	GPS Double
1	10:08:45	10:43:40	10:26:08	73180				
2	10:44:15	11:16:55	11:00:35	79179				
3	12:00:30	12:35:30	12:18:00	91884				
4	12:36:30	13:08:30	12:52:30	95982				
5	13:19:15	13:55:30	13:37:22	100345				
6	13:56:30	14:29:10	14:12:50	103306				
7	14:44:00	15:16:15	15:00:07	103504				
8	15:17:00	15:48:45	15:32:52	94730				
9	15:49:35	16:23:00	16:06:18	79694				
10	16:24:00	16:55:20	16:39:40	63793				
11	17:32:00	18:05:20	17:48:40	34928				
12	18:06:00	18:36:15	18:21:08	31177				
13	18:37:00	19:12:00	18:54:30	32949				
14	19:13:00	19:42:45	19:27:52	36078				
15	19:44:00	20:20:45	20:02:23	41512				
16	20:21:45	20:51:40	20:36:42	49990				
17	21:51:00	22:25:00	22:08:00	68260				
18	22:26:00	22:55:00	22:40:30	73640				

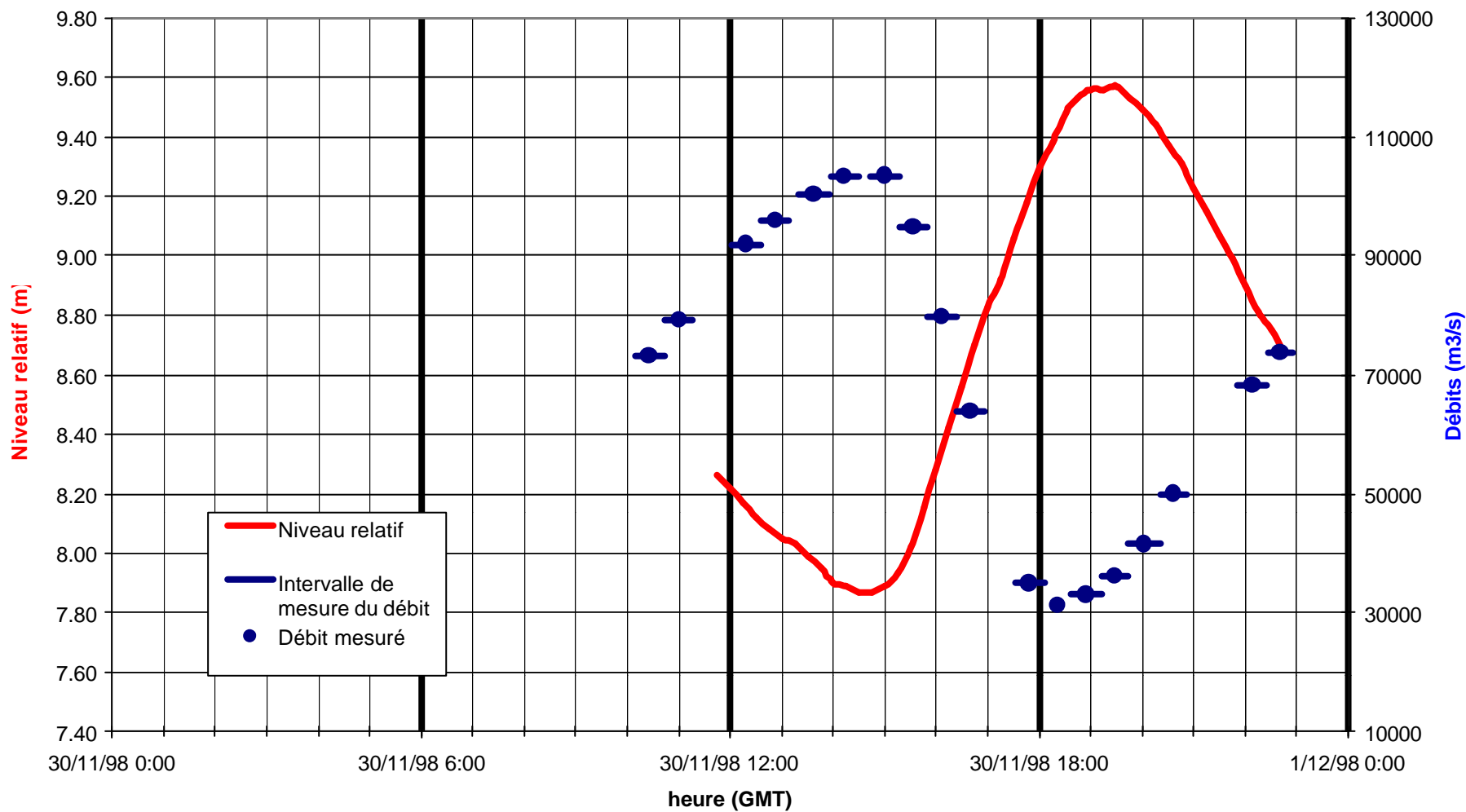
NIVEAUX*****

Nom Fichier :		Heure Début		Heure Fin	
---------------	--	-------------	--	-----------	--

	Porto Santana	Station	Retard Porto Santana / Station
Heure du maximum			

	Porto Santana	Station	Amortissement Porto Santana / Station
Amplitude de fluctuation de niveau			

Niveaux et débits mesurés à Gurupa le 30/11/98



FICHE DE SYNTHESE DES MESURES DE DEBIT ET NIVEAU EN UNE STATION

DATE	01/12/98				
LIEU	Canal Norte Canal Gurupá	Long.	S	Lat.	N
		Long.	UTM() 94 290	Lat.	42 140

	ADCP	GPS	Global
Nom Fichier			

DEBITS*****

CANAL DO NORTE

Nb. de mesures de débit :	12			Heure Début	09:01:45	Heure Fin	22:00:45		
Débit moyen sur un cycle	37041			Débit min	-17652	Débit max	60651		
N° mesure	Heure Début	Heure Fin	Heure moyenne	Débit	Fichier ADCP	GPS non	GPS Oui	GPS Double	
1	09:01:45	09:34:00	9:17:52	10105					
2	09:34:45	10:04:00	9:49:22	26095					
3	10:57:45	11:32:30	11:15:07	53577					
4	12:01:30	12:31:10	12:16:20	56641					
5	13:28:31	14:08:00	13:48:15	56880					
6	15:28:45	16:00:00	15:44:22	60651					
7	17:01:40	17:36:00	17:18:50	56826					
8	17:37:00	18:06:00	17:51:30	47068					
9	19:00:45	19:34:35	19:24:22	-14348					
10	19:35:15	20:03:45	19:49:30	-17652					
11	20:57:50	21:29:35	21:13:42	-1065					
12	21:30:20	22:00:45	21:45:33	10332					

CANAL DO GURUPÁ

Nb. de mesures de débit :	11			Heure Début	10:04:45	Heure Fin	22:26:10		
Débit moyen sur un cycle	62095			Débit min	37723	Débit max	83410		
N° mesure	Heure Début	Heure Fin	Heure moyenne	Débit	Fichier ADCP	GPS non	GPS Oui	GPS Double	
1	10:04:45	10:29:50	10:17:17	48278					
2	10:30:30	10:57:00	10:43:45	51460					
3	12:32:00	12:57:20	12:44:40	69927					
4	12:58:00	13:28:00	13:13:00	72762					
5	16:00:45	16:27:10	16:13:57	83410					
6	16:27:50	17:00:40	16:44:15	82488					
7	18:06:50	18:31:45	18:19:17	54318					
8	18:32:30	19:00:00	18:46:15	53485					
9	20:04:15	20:29:30	20:16:52	39587					
10	20:32:10	20:57:15	20:44:42	37723					
11	22:01:25	22:26:10	22:13:48	47457					

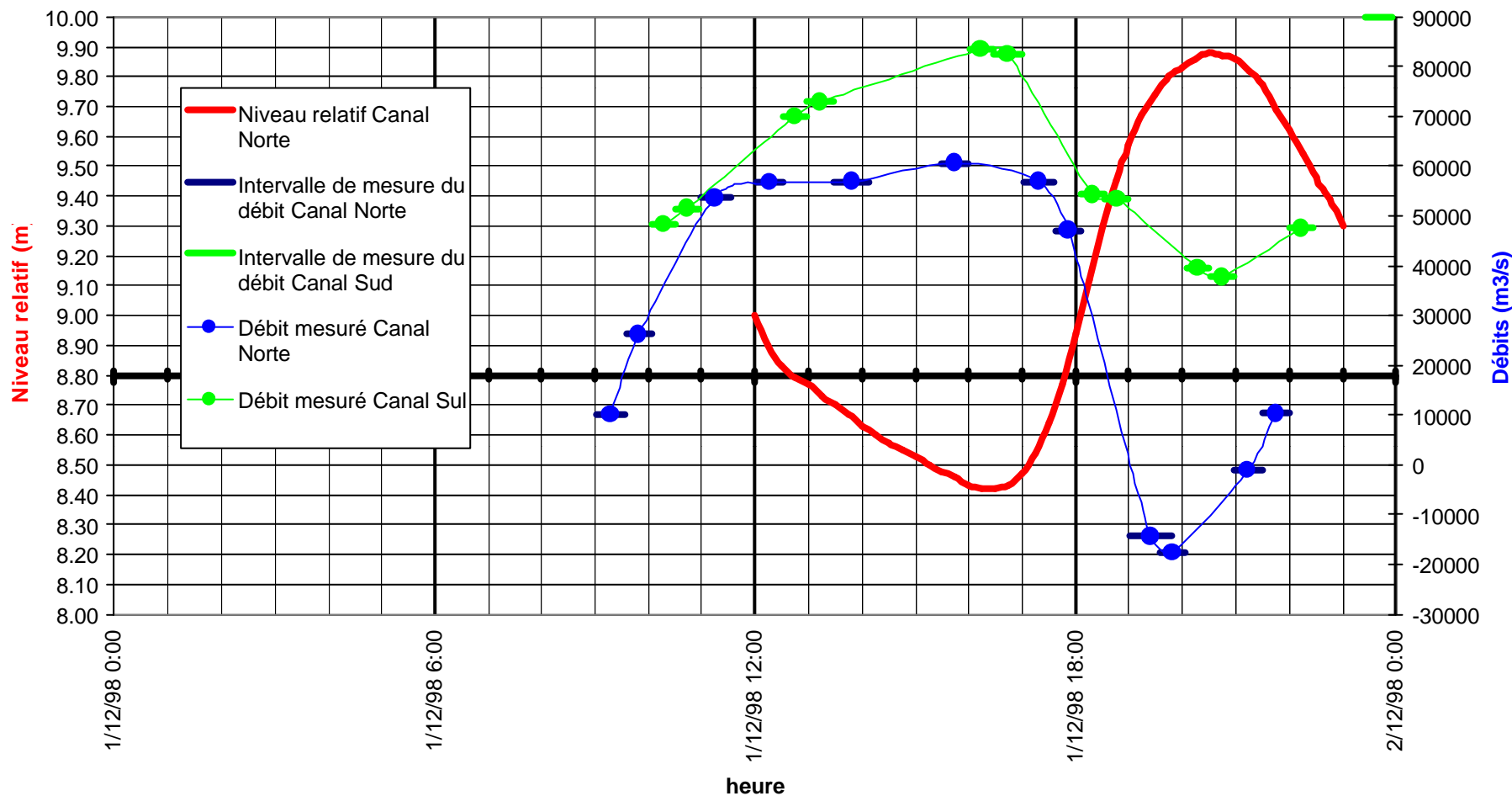
NIVEAUX*****

Nom Fichier :		Heure Début	01/12 12:00	Heure Fin	01/12 23:00
---------------	--	-------------	-------------	-----------	-------------

	Porto Santana	Station	Retard Porto Santana / Station
Heure du maximum		20:30	

	Porto Santana	Station	Amortissement Porto Santana / Station
Amplitude de fluctuation de niveau		1.46	

Niveaux et débits mesurés à la divergence Canal Norte - Canal Sul le 01/12/1998



FICHE DE SYNTHESE DES MESURES DE DEBIT ET NIVEAU EN UNE STATION

DATE	02/12/98				
LIEU	ALMEIRIM	Long.	S	Lat.	N
		Long.	UTM()	Lat.	

	ADCP	GPS	Global
Nom Fichier			ALM2D98.XLS

DEBITS*****

Nb. de mesures de débit :	14	Heure Début	10:30:40	Heure Fin	23:51:00
Débit moyen sur un cycle	105491	Débit min	54403	Débit max	136977

N° mesure	Heure Début	Heure Fin	Heure moyenne	Débit	Fichier ADCP	GPS non	GPS Oui	GPS Double
1	10:30:40	11:21:45	10 :56 :12	66258			Oui	
2	11:22:35	12:15:20	11 :48 :57	79905			Oui	
3	12:24:30	13:16:00	12 :50 :15	107880			Oui	
4	13:17:00	14:09:00	13 :43 :00	115830			Oui	
5	14:26:00	15:21:30	14 :53 :45	129247		Non		
6	15:22:15	16:12:30	15 :47 :23	131928			Oui	Oui
7	16:13:15	17:05:15	16 :39 :15	136977			Oui	Oui
8	17:06:00	17:58:05	17 :32 :02	133487			Oui	Oui
9	18:39:10	19:35:30	19 :07 :20	132882			Oui	Oui
10	19:36:05	20:27:10	20 :01 :37	118639			Oui	Oui
11	20:27:40	21:13:50	20:50:45	75640			Oui	Oui
12	21:14:30	22:03:30	21:39:00	60580			Oui	Oui
13	22:11:30	23:01:50	22:37:00	54403			Oui	Oui
14	23:03:30	23:51:00	23:27:15	63753			Oui	Oui

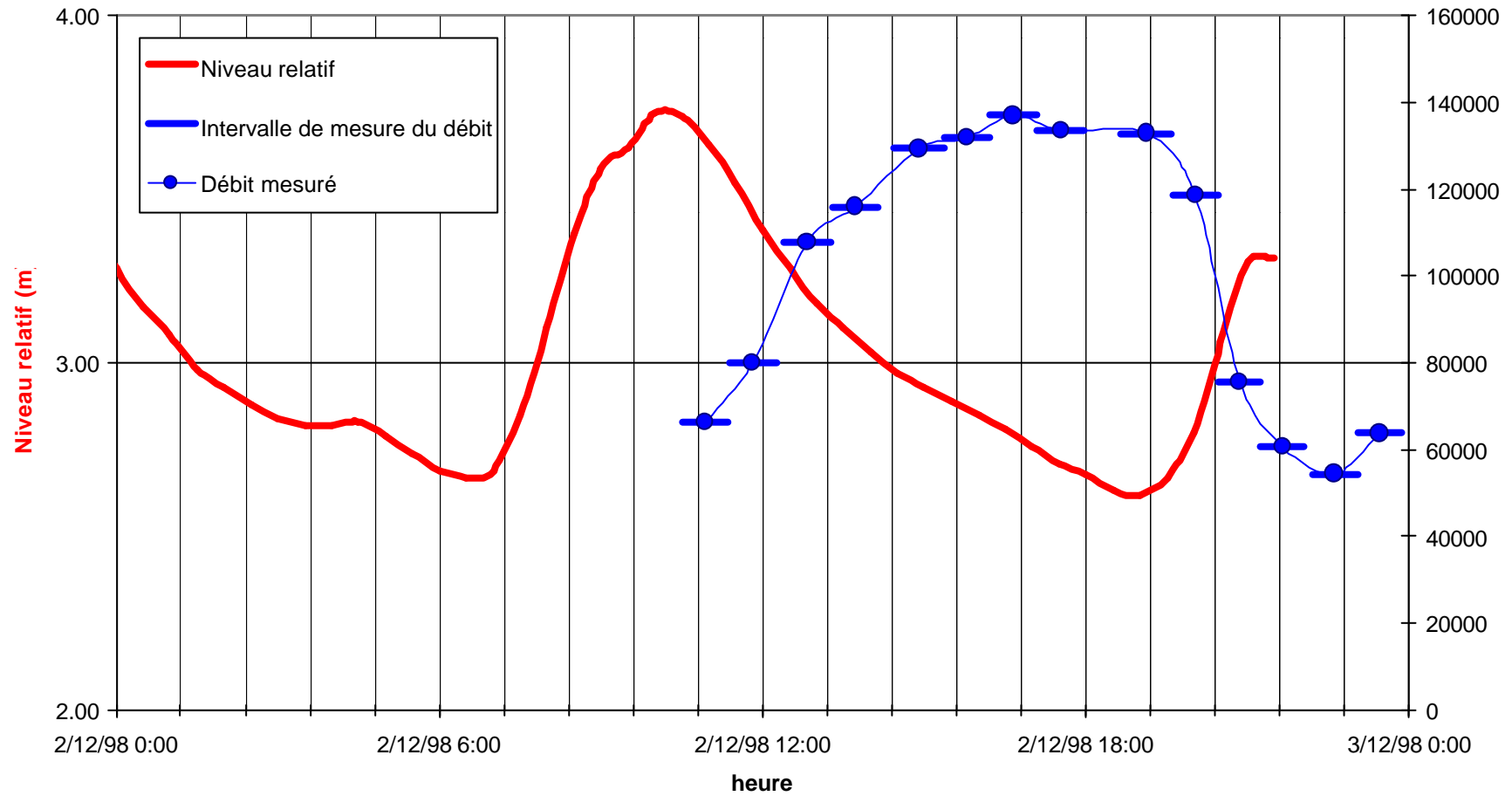
NIVEAUX*****

Nom Fichier :		Heure Début	00:00:00	Heure Fin	24:00:00
---------------	--	-------------	----------	-----------	----------

	Porto Santana	Station	Retard Porto Santana / Station
Heure du maximum		10:00:00	

	Porto Santana	Station	Amortissement Porto Santana / Station
Amplitude de fluctuation de niveau		1.07	

Niveaux et débits mesurés à Almeirim le 02/12/98



FICHE DE SYNTHESE DES MESURES DE DEBIT ET NIVEAU EN UNE STATION

DATE	4/12/98				
LIEU	Aval Santarém	Long.	S	Lat.	N
		Long.	UTM(21) 07 71 817	Lat.	97 29 437

	ADCP	GPS	Global
Nom Fichier		0212-t1a.trk, 0212-t1b.trk	

DEBITS*****

Nb. de mesures de débit :	15	Heure Début	08:05:15	Heure Fin	20:26:00
Débit moyen sur un cycle	108 500	Débit min	90660	Débit max	122822

N° mesure	Heure Début	Heure Fin	Heure moyenne	Débit	Fichier ADCP	GPS non	GPS Oui	GPS Double
1	08:05:15	08:54:40	8:29:57	109857			0412-t1a.trk	
2	08:55:19	09:34:15	9:14:47	112791			0412-t1a.trk	
3	09:35:07	10:30:30	10:02:49	114719			0412-t1a.trk	
4	10:31:15	11:08:30	10:49:52	117293			0412-t1a.trk	
5	11:09:15	11:58:00	11:33:37	120093			0412-t1a.trk	
6	11:59:00	12:42:00	12:20:30	122822			0412-t1a.trk	
7	12:42:45	13:30:40	13:06:42	122525			0412-t1a.trk	
8	13:31:30	14:19:30	13:55:30	118756			0412-t1a.trk	
9	14:20:15	15:08:00	14:44:07	113491			0412-t1a.trk	
10	16:09:00	16:51:30	16:30:15	91425				
11	16:52:15	17:37:00	17:14:38	90660				
12	17:38:00	18:19:05	17:58:33	93438				
13	18:20:05	19:02:50	18:41:28	97818				
14	19:03:40	19:42:40	19:23:10	102252				
15	19:43:20	20:26:00	20:04:50	106032				

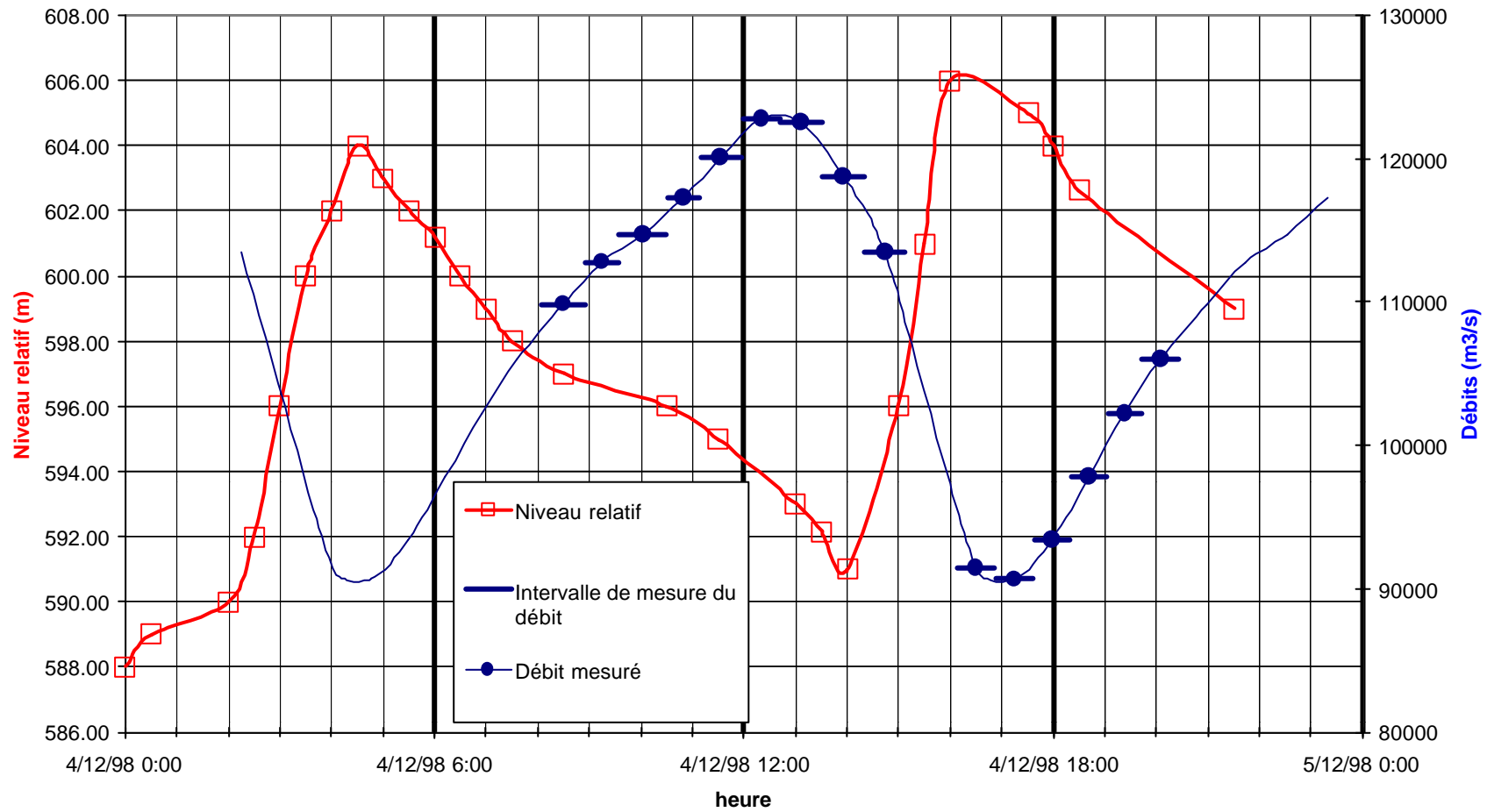
NIVEAUX*****

Nom Fichier :		Heure Début		Heure Fin	
---------------	--	-------------	--	-----------	--

	Porto Santana	Station	Retard Porto Santana / Station
Heure du maximum			

	Porto Santana	Station	Amortissement Porto Santana / Station
Amplitude de fluctuation de niveau			

Niveaux et débits mesurés à Santarem le 04/12/98



nota : la courbe des niveaux a été lissée pour filtrer les perturbations au pas de la demi_heure

FICHE DE SYNTHESE DES MESURES DE DEBIT ET NIVEAU EN UNE STATION

DATE	06/12/98				
LIEU	Óbidos	Long.	S	Lat.	N
		Long.	UTM()	Lat.	

	ADCP	GPS	Global
Nom Fichier			

DEBITS*****

Nb. de mesures de débit :		Heure Début		Heure Fin	
Débit moyen sur un cycle		Débit min		Débit max	

N° mesure	Heure Début	Heure Fin	Heure moyenne	Débit	Fichier ADCP	GPS non	GPS Oui	GPS Double
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

NIVEAUX*****

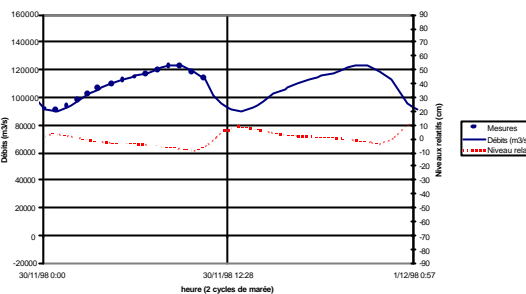
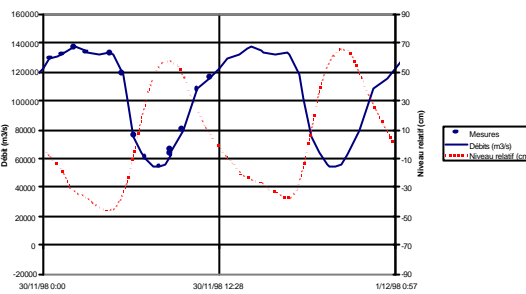
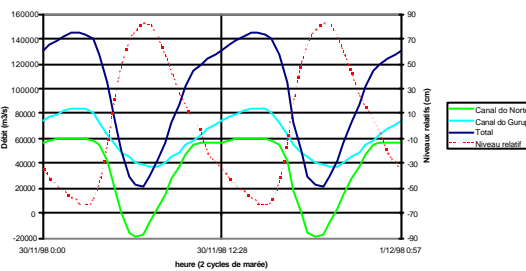
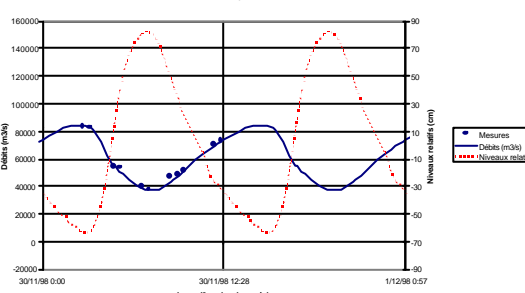
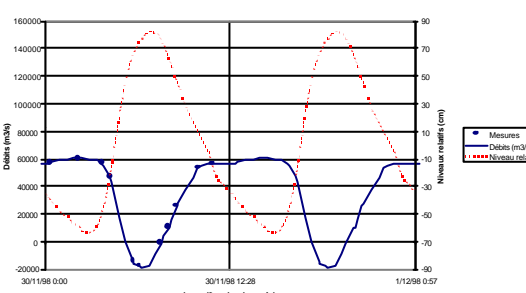
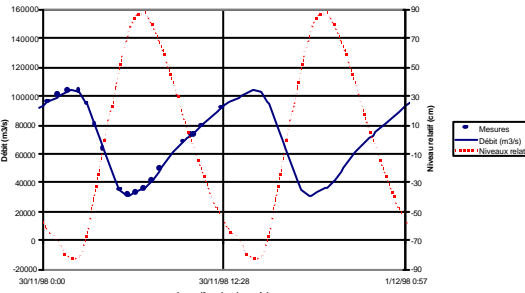
Nom Fichier :		Heure Début		Heure Fin	
---------------	--	-------------	--	-----------	--

	Porto Santana	Station	Retard Porto Santana / Station
Heure du maximum			

	Porto Santana	Station	Amortissement Porto Santana / Station
Amplitude de fluctuation de niveau			

II. Synthèse sur les débits et les niveaux

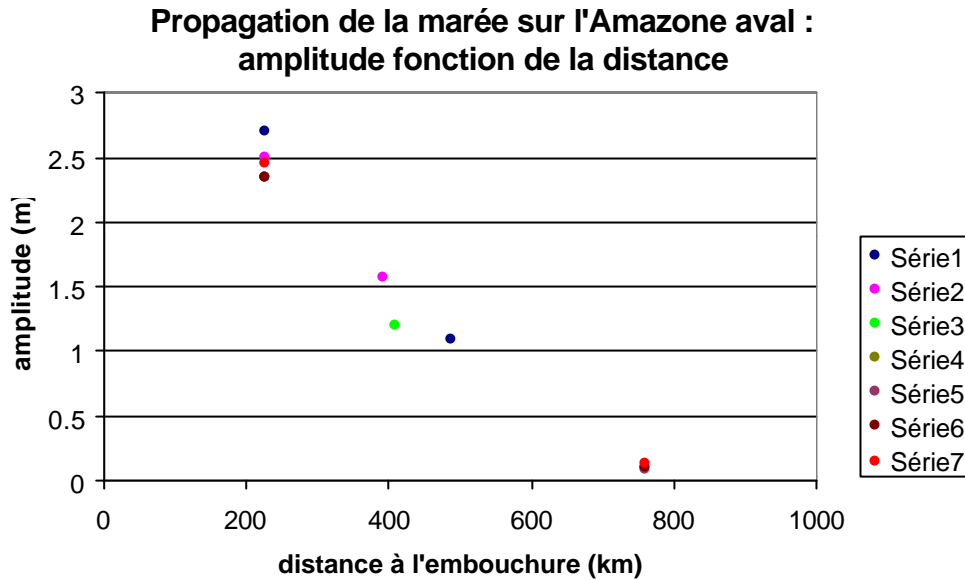
II.B. Tableau synthétique

Santarém		<p>Niveaux relatifs et Débits mesurés à l'aval de Santarém le 04/12/1998 (ramenés au 30/11/98) Qmoyen = 108240 m³/s</p> 	
Almeirim		<p>Débits à Almeirim le 02/12/98 (ramenés au 30/11/98) - Qmoyen=108240 m³/s</p> 	
Divergence Canal do Norte – Canal do Gurupá		<p>Niveaux relatifs et Débits mesurés à la divergence Canal do Norte - Canal de Gurupa le 01/12/98 (ramené au 30/11/98) - Total : Qmoyen = 96730 m³/s Canal do Norte - Qmoyen = 35427 m³/s ; Canal de Gurupa - Qmoyen = 61307 m³/s</p> 	
Canal do Norte – Canal do Gurupá	<p>Niveaux relatifs et Débits mesurés sur le Canal de Gurupa le 01/12/98 (ramenés au 30/11/98) - Qmoyen = 61310 m³/s</p> 	<p>Niveau relatif et Débits mesurés sur le Canal do Norte le 01/12/98 (ramenés au 30/11/98) - Q=35430 m³/s</p> 	
	<p>Niveaux relatifs et Débits mesurés à Gurupa le 30/11/98 - Q moyen = 69950 m³/s</p> 		
Amplitude à Macapa : 300 cm			

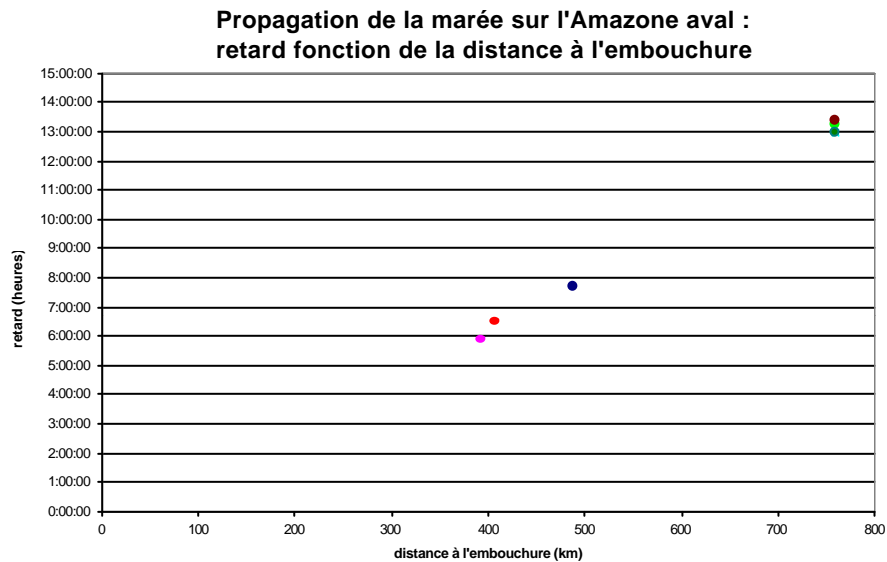
Le tableau ci-dessous illustre la propagation de l'onde de marée sur l'Amazone aval : dynamique temporelle et répartition des débits et niveaux.

Un fait marquant est l'inversion des débits à l'entrée du canal Norte.

II.A. Retards et amortissement

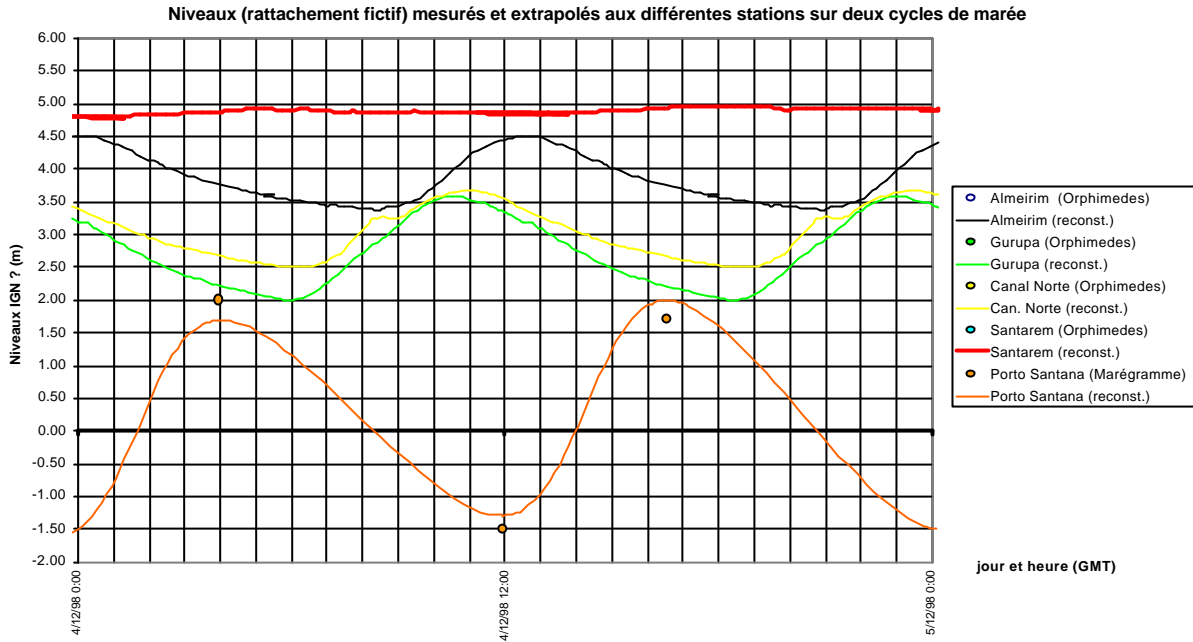


L'amortissement de l'onde (rapport des amplitudes de l'onde incidente et de l'onde reçue) est en première approximation linéaire avec la distance à l'embouchure. Une étude plus détaillée doit être menée pour étudier la relation avec le débit amont et avec l'amplitude de la marée.



Le retard est également, en première approximation, proportionnel à la distance à l'embouchure. La vitesse de propagation vers l'amont de l'onde de marée est de l'ordre de 50 km/h ce qui est cohérent avec une profondeur moyenne de 20m ($c = \sqrt{g \cdot y}$).

En l'absence de références géodésiques fiables il est difficile de confronter les évolutions d niveau d'une station à l'autre. Le graphique ci-dessous présente la configuraion minimum des différentes stations, le niveau d'une station amont étant toujours supérieur à celui d'une station aval étant donné que le débit global reste toujours positif.



III. Comparaison des trajectoires GPS et des trajectoires ADCP (étude du potentiel déplacement du fond).

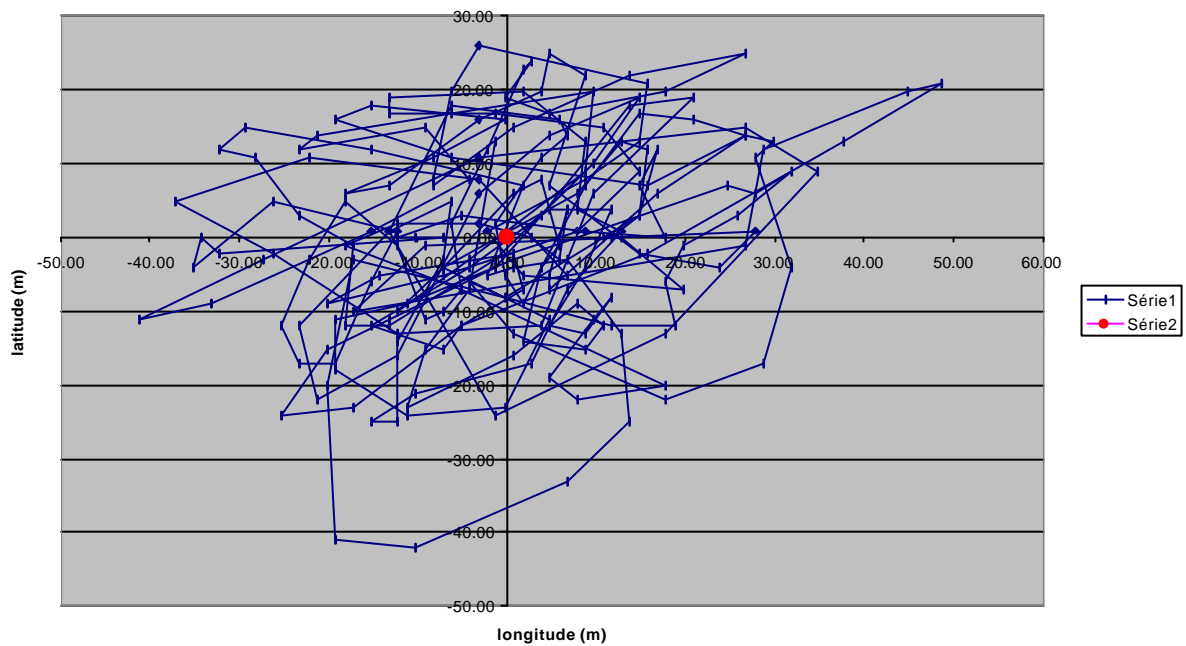
III.A. Dispersion du signal GPS à poste fixe :

A deux occasions nous avons procédé à des enregistrements du signal GPS pour un GPS à poste fixe :

Almeirim le 22/11/98 de 12:57:00 GMT à 16:57:00 GMT

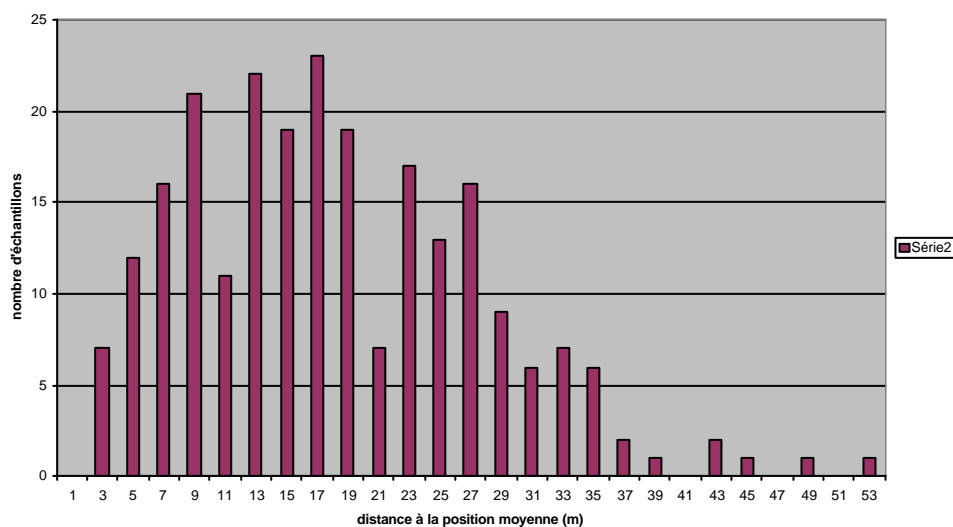
Almeirim le 02/12/98 de

Dispersion (écarts centrés) des mesures GPS à poste fixe. Mesures toutes les minutes



La distance moyenne de la mesure à la valeur réelle est de 18.5 m. La distance maximale a été de 53m. La distribution des erreurs est donnée sur le graphique suivant :

GPS à poste fixe (Almeirim 22/11/98) Distribution des écarts à la position moyenne (240 mesures)



III.B. Confrontation trajectoire GPS et trajectoire ADCP

Nous avons choisi deux trajectoires extrêmes prises la même journée (02/12/98) sur la station d'Almeirim :

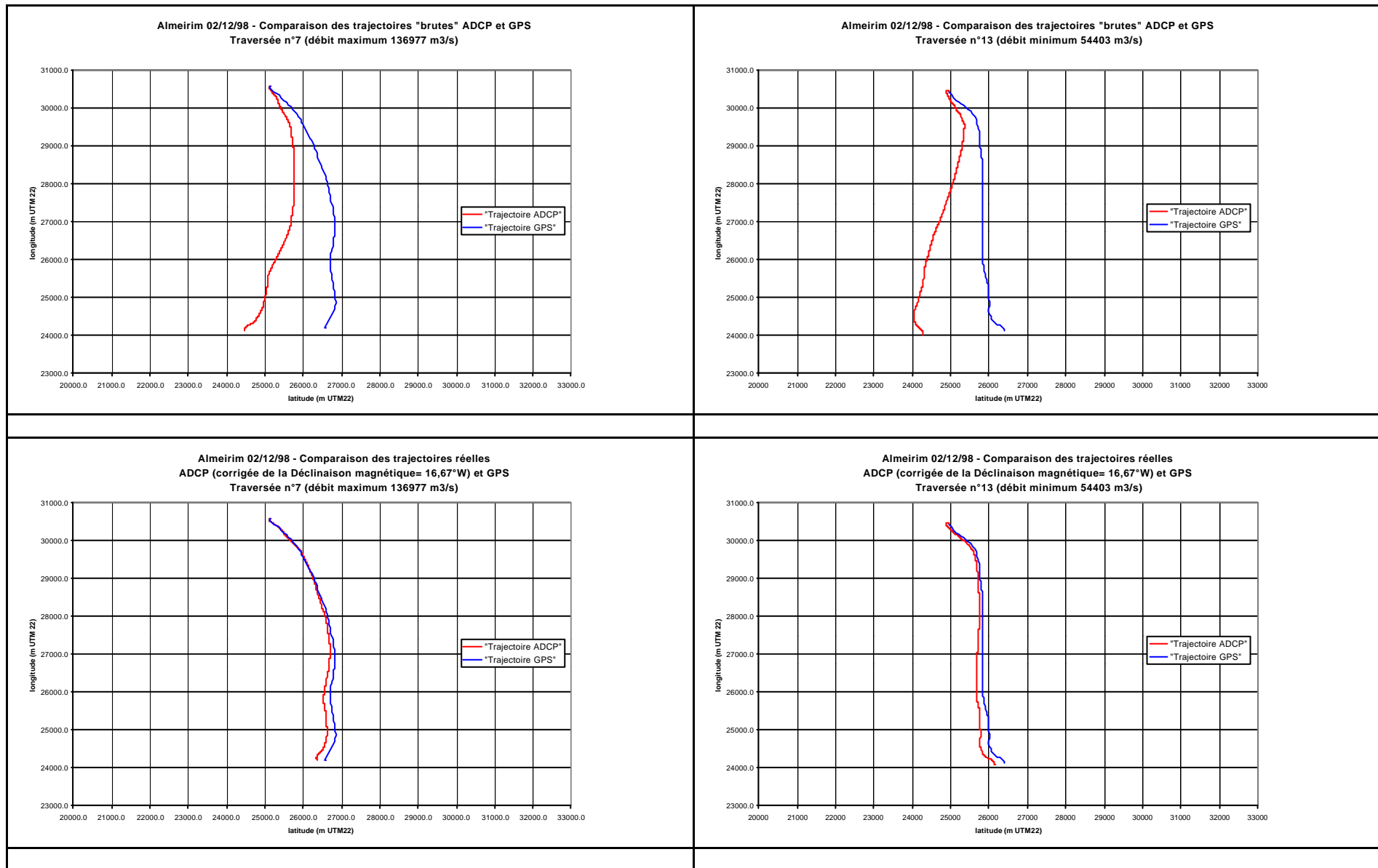
- La trajectoire n°7 correspondant au débit maximum : 133487 m³/s mesurés entre 17:06 et 17:58 GMT
- La trajectoire n°13 correspondant au débit minimum ; 54403 m³/s mesurés entre 22:11 et 23:02 GMT

La page suivante présente 4 graphiques :

Les deux premiers graphiques donnent la confrontation brute des trajectoires GPS et ADCP. Les trajectoires ADCP semblent décalées vers l'amont ce qui semblait pouvoir être interprété comme l'effet d'un fond mobile.

Les deux graphiques au-dessous prennent en compte la déclinaison magnétique pour corriger la trajectoire ADCP, qui est référencée sur le Nord magnétique, en la rapportant au nord géographique. La déclinaison adoptée pour Almeirim en Novembre 1998 est de 16,67°. Les trajectoires ADCP et GPS sont alors très proches (une Déclinaison magnétique de 18,4° les amènerait à superposition). Le décalage résiduel entre les trajctoires peut être imputé à :

- Une valeur plus forte de la déclinaison magnétique effective
- Une erreur systématique du compas de l'ADCP
- La présence d'un fond mobile (mais ceci est peu probable car le décalage est le même pour des débits variant de 1 à 3).



ANNEXES : FICHES DE RELEVÉ DE DONNÉES

ANEEL – UnB – CNPq - ORSTOM – PROSE / HiBAm – Hidrologia da Bacia Amazônica
 EFEITO DA MARE SOB A PARTE BAIXA DO RIO AMAZONAS - Nov. Dec. 1998

Medição de Vazão com ADCP

RIO	Estação	Autor	
Data	Hora GMT	Hora Local	Cota (cm)
Codigo ANEEL	Codigo na campanha : J.		

	Latitude	Longitude
Margem esquerda :		
Margem direita		
Altura do barco (m)	Largura do barco (m)	
Repertorio de trabalho	Arquivo CFG	

Medição n°

Direção ME ® MD / MD ® ME	Nome do Arquivo	
Angulo Marg. Início (°)	Dist. Marg. Início (m)	
Hora de início :	Localização inicial	(Lat. Long. / UTM)
Angulo Marg. Final (°)	Dist. Marg. Final (m)	
Hora final :	Localização final	(Lat. Long. / UTM)
Largura (m)	Distancia (m)	Vazão (m3/s)

Medição n°

Direção ME ® MD / MD ® ME	Nome do Arquivo	
Angulo Marg. Início (°)	Dist. Marg. Início (m)	
Hora de início :	Localização inicial	(Lat. Long. / UTM)
Angulo Marg. Final (°)	Dist. Marg. Final (m)	
Hora final :	Localização final	(Lat. Long. / UTM)
Largura (m)	Distancia (m)	Vazão (m3/s)

Medição n°

Direção ME ® MD / MD ® ME	Nome do Arquivo	
Angulo Marg. Início (°)	Dist. Marg. Início (m)	
Hora de início :	Localização inicial	(Lat. Long. / UTM)
Angulo Marg. Final (°)	Dist. Marg. Final (m)	
Hora final :	Localização final	(Lat. Long. / UTM)
Largura (m)	Distancia (m)	Vazão (m3/s)

Medição n°

Direção ME ® MD / MD ® ME	Nome do Arquivo	
Angulo Marg. Início (°)	Dist. Marg. Início (m)	
Hora de início :	Localização inicial	(Lat. Long. / UTM)
Angulo Marg. Final (°)	Dist. Marg. Final (m)	
Hora final :	Localização final	(Lat. Long. / UTM)
Largura (m)	Distancia (m)	Vazão (m3/s)

Largura media (m) =

Vazão media (m3/s) =

FICHE DE SYNTHESE DES MESURES DE DEBIT ET NIVEAU EN UNE STATION

DATE					
LIEU		Long.	S	Lat.	N
		Long.	UTM()	Lat.	

	ADCP	GPS	Global
Nom Fichier			

DEBITS*****

Nb. de mesures de débit :		Heure Début		Heure Fin	
Débit moyen sur un cycle		Débit min		Débit max	

N° mesure	Heure Début	Heure Fin	Heure moyenne	Débit	Fichier ADCP	GPS non	GPS Oui	GPS Double
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

NIVEAUX*****

Nom Fichier :		Heure Début		Heure Fin	
---------------	--	-------------	--	-----------	--

	Porto Santana	Station	Retard Porto Santana / Station
Heure du maximum			

	Porto Santana	Station	Amortissement Porto Santana / Station
Amplitude de fluctuation de niveau			