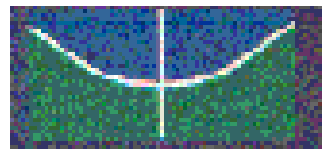




**Rapport de la mission RTRA/CYMENT
Plaine d'inondation de Janauaca**

26 au 30 Mai 2009



I- Participants

Nom	laboratoire	spécialité
M.P Bonnet	LMTG, Brasilia	Modélisation hydro/biogéochimie
F. Poitrasson	LMTG, Brasilia	Géochimiste, isotope du fer
B. Lamback	LMTG, Brasilia	Suivi de la production primaire
H. Schmoor	LMTG, Brasilia	Suivi de la production primaire
A. Selles	LMTG, Brasilia	Hydrogéologue
J. Bosco Alfnas	CPRM, Manaus	Hydrologue

II- Objectifs :

L'objectif est

- de caractériser la production primaire dans la zone d'inondation et ses facteurs de contrôle (contrôle par la lumière, les conditions nutritives et pression zooplanctonique en relation avec les groupes phytoplanctoniques présents) et son devenir,

La méthodologie repose sur

- un échantillonnage en surface à différents points du lac et dans l'Igarapé principal d'alimentation,
- un profil vertical en certains points afin de caractériser la colonne d'eau,
- des transects entre chaque point pour rendre compte de l'hétérogénéité spatiale,
- l'évaluation des débits dans la paraná d'alimentation de la zone d'inondation.

Les données acquises in situ doivent permettre la mise en place d'une modélisation couplée hydrologie/hydrodynamique et biogéochimiques.

III- Déroulement de la mission :

Points échantillonnés et transects effectués

Pour l'ensemble des points (figure 1), des mesures en surface à l'aide de la sonde multi-paramètres YSI (température, conductivité, pH, oxygène dissous et chlorophylle) ont été effectuées à 50 cm de profondeur, ainsi que des prélèvements d'eau (à la même profondeur) afin d'analyser la chlorophylle, le COP, le COD, les MES, l'alcalinité et les ions majeurs. A certains points (table 1), des profils verticaux ont été réalisés à l'aide de la sonde multi-paramètre, et entre chaque point, des transects ont été enregistrés.

L'objectif était de passer par les points échantillonnés pendant d'autres campagnes, surtout pendant celle de mars 2009.



Figure 1 : localisation des stations sur la várzea de Janauacá

Table 1 : points échantillonnés et type de station –
Les longitudes et latitudes sont exprimées en degrés décimaux dans le système WGS84

Date	Station	Heure	Type	Profils	Lat (DD.dddd)	Long (DD.dddd)
26.05.09	Paricatuba	07h30	ADCP			
	Manacapuru	16h30	ADCP			
27.05.09	IF01MD	10h45	surface		-3,5167	-60,2658
	IF01	11h00	profil	P1270509	-3,3610	-60,2722
	IF01ME	11h30	surface		-3,5062	-60,2779
	IF07	13h15	profil	P2270509	-3,4983	-60,2473
	IF07MD	13h40	surface		-3,4968	-60,2459
	IF07ME	14h00	surface		-3,5007	-60,2478
	IF06	14h20	profil	P3270509	-3,4950	-60,2661
	IF06ME	14h50	surface		-3,4979	-60,2674
	IF06MD	15h00	surface		-3,4927	-60,2643
	IF05	15h40	profil	P4270509	-3,4670	-60,2889
	IF05MD	16h00	surface		-3,4659	-60,2886
	IF05ME	16h20	surface		-3,4714	-60,2950
	IF04	17h00	profil	P5270509	-3,4266	-60,2872
	IF04ME	17h25	surface		-3,4215	-60,2912
IF04MD	17h45	surface		-3,4307	-60,2822	
28.05.09	S09b	08h00	profil	P1280509	-3,3635	-60,3288

	LF10	08h50	profil	P2280509	-3,3633	-60,2982
	S15	09h20	profil	P3280509	-3,3538	-60,2745
	S19	10h00	profil	P4280509	-3,3671	-60,2459
	LF11	10h45	profil	P5280509	-3,3860	-60,2664
	LF06	11h10	profil	P6280509	-3,3781	-60,2696
	LF09	11h30	profil	P7280509	-3,3723	-60,2847
	LF07	12h15	profil	P8280509	-3,3974	-60,2866
	S02	13h45	profil	P9280509	-3,4006	-60,3134
	S20	14h30	profil	P1028509	-3,3855	-60,3288
	S01	15h10	profil	P1128509	-3,3817	-60,3117
	LF03	15h30	profil	P1328059	-3,3900	-60,3158
29.05.09	PAR	08h00	surface		-3,3681	-60,1926
30.05.09	Madeira	09h30	ADCP			
	Itacoatiara	16h00	ADCP			

Au cours de cette mission, les principaux tributaires du bassin Amazonien ont été visités, pour des mesures de débit, de pH et des prélèvements pour les analyses du fer et des traces. Paricatuba sur le Negro, Manacapuru sur le Solimões, à l'embouchure du Madeira juste avant sa rencontre avec l'Amazone, et sur l'Amazone en amont d'Itacoatiara (fig. 2).



Figure 2 : trajet effectué par le bateau, sur les fleuves

26.05.09

Les jaugeages ADCP ont été réalisés le 26.05.09, ainsi que les prélèvements d'eau, par *voadeira*, au milieu du fleuve. Le bateau est ensuite parti en direction de Manacapuru, en descendant le Negro, puis en remontant le Solimões. Ce voyage pris 8 h. Les mesures de débit se sont fait dans l'après midi, ainsi que les prélèvements d'eau.

27.05.09

Le mercredi 27 mai était une belle journée ensoleillée. Le bateau est parti de Manacapuru en direction de la várzea de Janauacà, où il est arrivé dans la matinée.

Au niveau du premier point, IF01, un prélèvement d'eau à 50 cm de profondeur, une mesure des différents paramètres avec la sonde YSI (à 50 cm de profondeur, une mesure toutes les 10 secondes), une mesure de la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau (disque de Secchi) et un profil vertical (une mesure toutes les 10 secondes), ont été réalisés.

Toutes les stations ont été échantillonnées de la même manière. En ce qui concerne les stations de suffixe « ME » et « MD », les mesures ont été prises à environ 150 m des berges gauches et droites respectivement. Des transects (table 2) ont été enregistrés entre tous les points, à une fréquence de 30 secondes d'intervalle. Le niveau de l'eau n'ayant pas augmenté de façon significative entre la campagne de d'avril et celle de mai 2009, ce sont les mêmes points de la mission précédente qui ont été échantillonnés.

Après le rio Janauacà, c'est le rio Samauma qui a été visité, puis la confluence des deux fleuves, et en fin de journée, l'amont de ce fleuve, vers l'entrée sud du lac (figure 3).

Le bateau s'est arrêté au niveau de RI1, où un observateur contrôle la côte du lac deux fois par jour, à 7h et à 17h.



Figure 3 : trajet effectué dans la várzea de Janauacà le 27.05.09

28.05.09

La journée du 28 mai était ensoleillée. L'étude a porté sur l'intégralité du lac (figure 4). Il y eut deux transects enregistrés ; T1280509 le matin, passant par toutes les stations visitées avant midi, et T2280509, allant d'une station à une autre, l'après midi (table 2).

Entre les points S09b et LF10 le bateau va en zigzaguant en reliant une berge à une autre. Contrairement aux campagnes précédentes (notamment celles de mars et avril 2009) les *capims* n'étaient pas présents cette fois-ci, celles-ci étant enfouies sous l'eau. Le temps s'est couvert en LF10 et S15 puis le soleil est revenu. Au niveau de LF07 il fut observé une abondance de lentilles d'eau.

A partir de S02, le transect s'appelle T2280509, et ceci jusqu'à RI1 ou le bateau se posa pour la nuit.

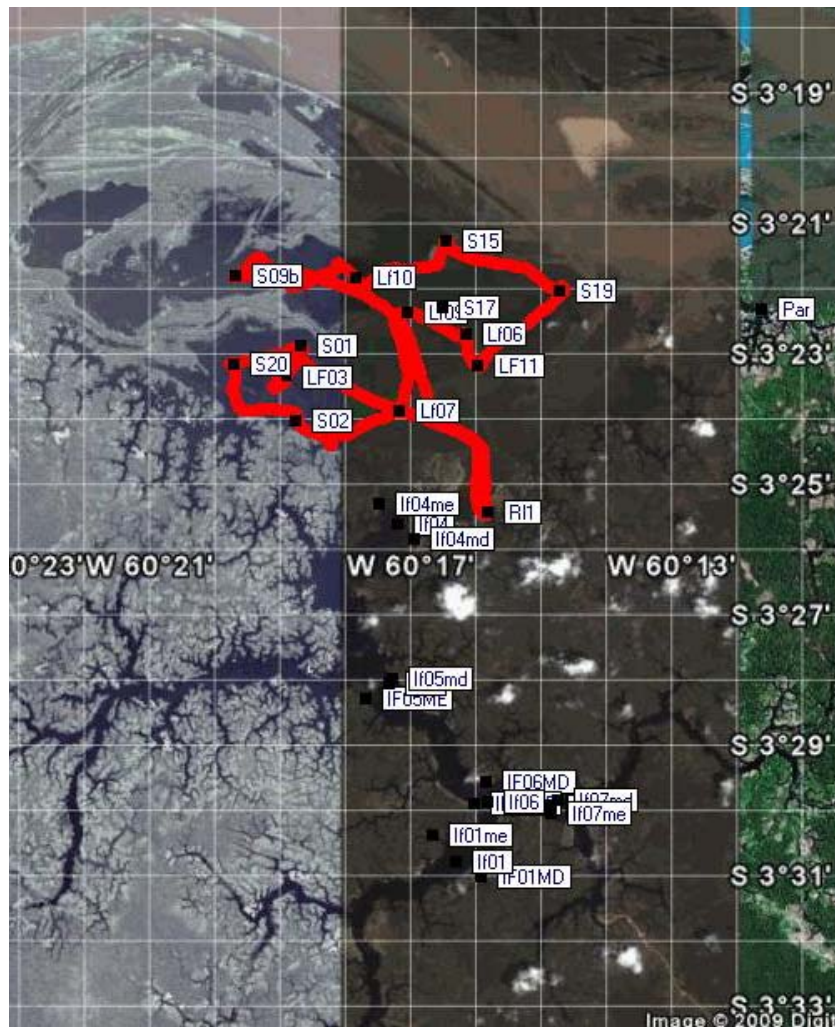


Figure 4 : trajet effectué le 28.05.09

29.05.09

Le jeudi 29 mai, un transect a été enregistré jusqu'aux stations de jaugeages ADCP (table 2). La première, Terra Alta, se situe à l'entrée du paranà, en venant du lac, et la seconde à Santa Maria (figure 5).

Le bateau prit ensuite la route vers le fleuve Madeira.

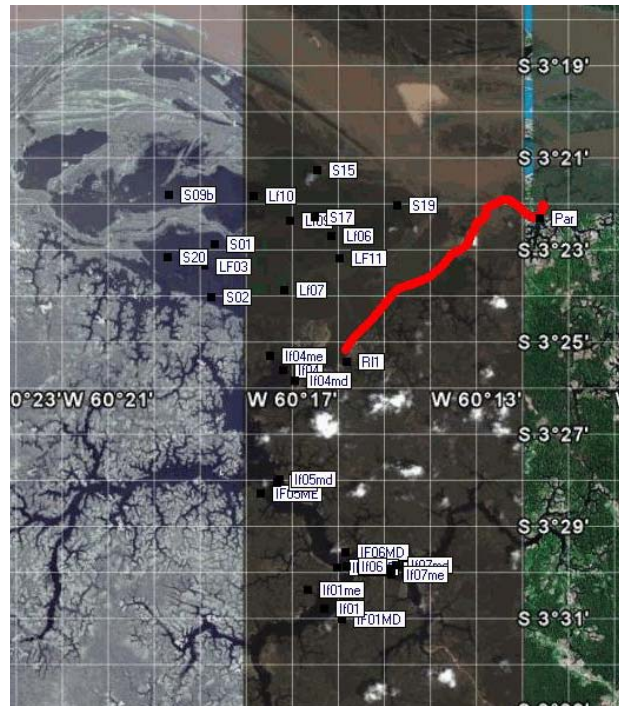


Figure 5 : trajet effectué dans la várzea de Janauacá le 28.05.09

Table 2 : transects enregistrés dans la várzea de Janauacá

Jour	Début	Heure début	Fin	Nom fichier
27.05.09	IF01MD	10h45	IF01	T1270509
	IF01	11h00	IF01ME	T2270509
	IF01ME	11h30	IF07	T3270509
	IF07	13h15	IF07MD	T4270509
	IF07MD	13h40	IF07ME	T5270509
	IF07ME	14h00	IF06	T6270509
	IF06	14h20	IF06ME	T7270509
	IF06ME	14h50	IF06MD	T8270509
	IF06MD	15h00	IF05	T9270509
	IF05	15h40	IF05MD	T1027509
	IF05MD	16h00	IF05ME	T11etT1227509
	IF05ME	16h20	IF04	T1327509
	IF04	17h00	IF04ME	T1427509
	IF04ME	17h25	IF04MD	T1527509
	IF04MD	17h45	R11	T1527509
28.05.09	S09b	08h00	S02	T1280509
	S02	13h45	R11	T2280509
29.05.09	R11	08h00	PAR	T1290509

30.05.09

Le 30 mai était une journée couverte, tempétueuse. Les mesures sur le Madeira eurent lieu le matin, puis ce fut au tour de l'Amazone, en aval d'Itacoatiara d'être étudié.

Mesure des paramètres limnologiques

Les échantillons sont filtrés *in situ* à vide (500 mL ou 750 mL en fonction de la concentration) sur fibre de verre (diamètre = 0.70 µm) pour la chlorophylle, ou sur filtre GF/F pré pesés pour les MES (diam = 0.45 µm) et le COP (diam = 0.70 µm).

Les filtres à chlorophylle sont emballés et congelés. Ceux destinés à la caractérisation des MES et du COP sont mis à sécher dans des boîtes de pétri.

L'eau issue de l'extraction du COP est récupérée dans un tube pyrolysé à 450 °C et congelée à -18°C pour analyse du COD.

Les filtres du COP et les tubes de COD sont envoyés au LMTG de Toulouse pour être analysés, ainsi que les échantillons destinés à l'analyse du méthane.

L'eau issue de l'extraction des MES est placée dans trois tubes de 50 mL pour l'analyse des cations, des anions et de l'alcalinité, au LAGEQ de Brasilia.

Prélèvements et préparations sur le bateau des échantillons pour les mesures isotopiques de fer

Les 4 points d'échantillonnages pour les mesures isotopiques du fer sont en complément d'échantillons spécifiques prélevés sur les sites de l'ORE HyBAm par les observateurs. On utilise donc au plus près le protocole établi pour les observateurs afin que les échantillons restent comparables.

On se place au milieu du cours d'eau, face au courant, moteur arrêté. Les cols des flacons de prélèvements sont recouverts d'une « moustiquaire » de ~300 microns de maille afin de ne pas prendre les particules les plus grosses. Les bouteilles sont rincées trois fois avant prélèvement de l'eau à 50 cm sous la surface. Des prélèvements sont également effectués pour les majeurs (anions, cations), alcalinité, résistivité, COD et COP, chlorophylle et traces. Le pH est mesuré immédiatement trois fois sur la barque de prélèvement, avant le retour au bateau.

Une fraction de l'eau échantillonnée est conservée pour un échantillon « total d'eau ». Le reste est filtré (toujours suivant le protocole établie pour l'ORE) pour les analyses au laboratoire des majeurs, traces (acidifié), alcalinité, COD et chlorophylle. Une partie de l'eau filtrée permettra également de faire des mesures isotopiques de fer sur la fraction dissoute et particulaire. Les échantillons sont stockés dans une cabine climatisée, sauf la fraction d'eau filtrée pour le fer (non acidifiée), les majeurs, alcalinité qui sont mises au congélateur à -18°C. Pour les deux premières stations (Paricatuba, Rio Negro et Manacapuru, Rio Solimões) où beaucoup d'eau a été prélevée, une fraction de l'eau non filtrée est également congelée pour des tests de filtration ultérieurs à Brasilia.

Mesures de débits réalisés

Les jaugeages ADCP pour les mesures de débits sont réalisés par J. Bosco Alfenas de la CPRM de Manaus.

Várzea de Janauacà

Sur la várzea de Janauacà, deux mesures ont été faites sur la paranà d'alimentation, une à Santa Maria et l'autre à Terra Alta, puisque les berges de Santa Maria n'étaient pas accessibles facilement. Cependant, comme c'est à ce niveau qu'une règle est placée pour le contrôle de la côte du paranà, les jaugeages se sont quand même déroulés à ce lieu. Un observateur relève, comme en RI1, c'est-à-dire à l'entrée du lac venant du sud, la hauteur d'eau tout les jours, à 7h et à 17h.

• Débit à Terra Alta

Table 3 : jaugeages effectués à Terra Alta

	Start Time	Total Q	Start Bank	Left Dist.	Right Dist.	Total Area	Width
		[m ³ /s]		[m]	[m]	[m ²]	[m]
terraalta_29_05_2009000r.000	08:39:33	942.582	Right	6.00	4.00	1238.91	108.61
terraalta_29_05_2009001r.000	08:43:33	993.944	Left	6.00	4.00	1266.87	112.69
terraalta_29_05_2009002r.000	08:46:45	969.800	Right	7.00	4.00	1303.28	116.30
terraalta_29_05_2009003r.000	08:49:41	969.119	Left	7.00	4.00	1199.16	112.48
Average		968.861				1252.05	112.52
Std. Dev.		20.982				44.02	3.14
Std./ Avg.		0.02				0.04	0.03

Le débit moyen est de 968,861 m³/s, et la côte de 1766 cm.

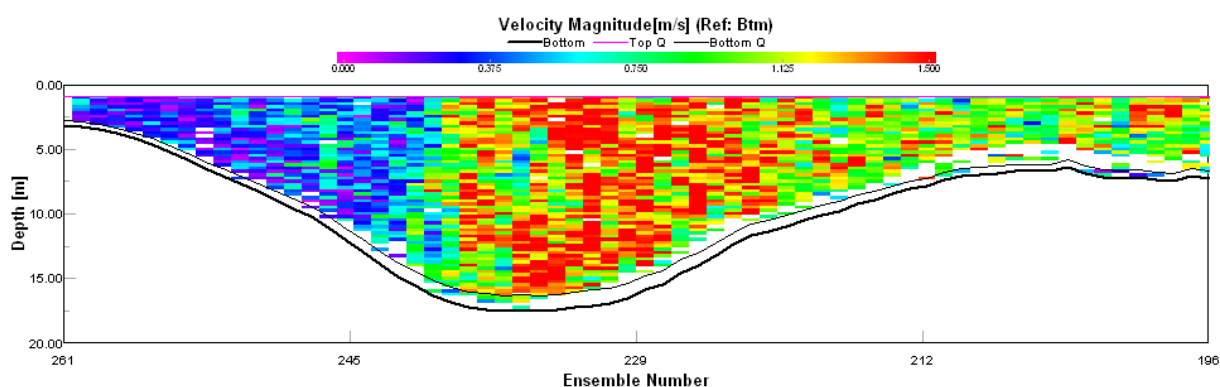


Figure 6 : coupe transversale du paranà estimée par jaugeage ADCP, à Terra Alta (Pixels de 25 cm²)

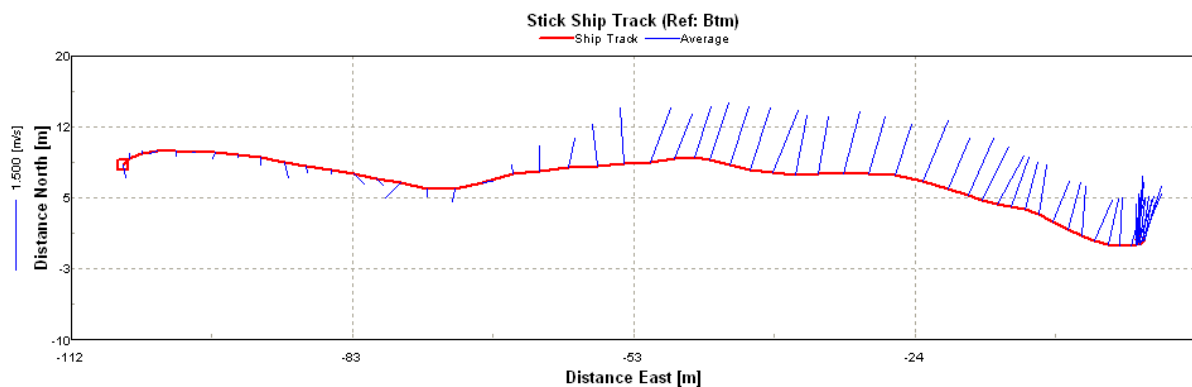


Figure 7 : trajectoire du bateau à Terra Alta

• Débit à Santa Maria do Janauacá

Table 4 : jaugeages effectués à Santa Maria

File Name	Start Time	Total Q	Start Bank	Left Dist.	Right Dist.	Total Area	Width
		[m ³ /s]		[m]	[m]	[m ²]	[m]
stamariajanauaca_29_05_200948	09:48:16	687.376	Left	10.00	20.00	1083.09	111.12
stamariajanauaca_29_05_200950	09:50:33	700.156	Right	10.00	20.00	1044.04	106.35

stamariajanauaca_29_05_200952	09:52:32	689.063	Left	10.00	20.00	1076.82	109.82
stamariajanauaca_29_05_200954	09:54:40	665.349	Right	10.00	20.00	1051.75	106.95
stamariajanauaca_29_05_200957	09:57:10	655.364	Left	10.00	20.00	1077.96	109.81
stamariajanauaca_29_05_200959	09:58:58	663.084	Right	10.00	20.00	1033.45	105.17
Average		676.732				1061.18	108.20
Std. Dev.		17.813				20.77	2.36
Std./ Avg.		0.03				0.02	0.02

Le débit moyen est de 676,732 m³/s et la côte de 1766 cm.

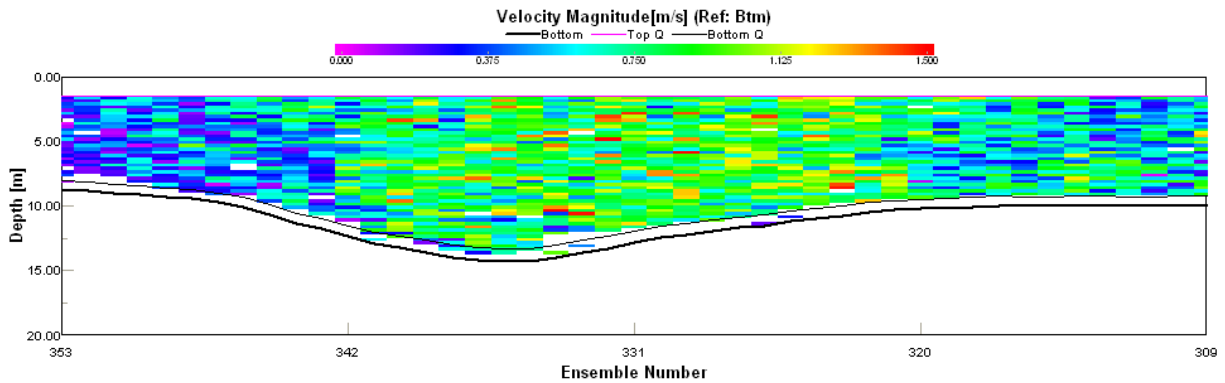


Figure 8 : coupe transversale du paranà à Santa Maria estimée par jaugeage ADCP (Pixels de 25 cm²)

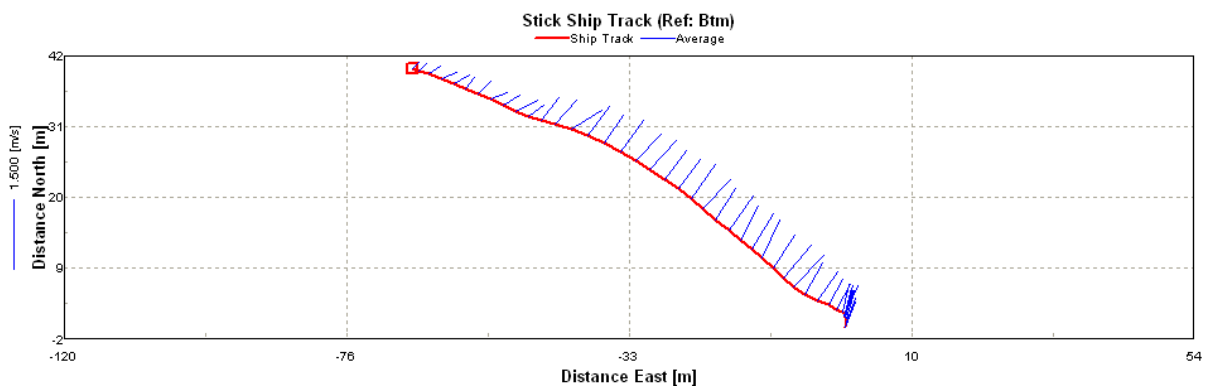


Figure 9 : trajectoire du bateau à Santa Maria

Paricatuba, Rio Negro

Sur le Negro, les mesures de débits ont été réalisées en aval de Paricatuba. Le débit moyen était de 30 667,45 m³/s et la côte de 2911 cm.

Table 5 : jaugeages effectués

File Name	Start Time	Total Q	Start Bank	Left Dist,	Right Dist,	Total Area	Width
		[m ³ /s]		[m]	[m]	[m ²]	[m]
paricatuba_26_05_20090	06:12:35	32457,886	Right	70	100	95081,58	2621
paricatuba_26_05_20091	06:41:59	28877,01	Left	70	100	78654,63	1853,5
Average		30667,45				86868,11	2237,29

Std, Dev,		2532,06				11615,61	542,70
Std./ Avg.		0,08				0,13	0,24

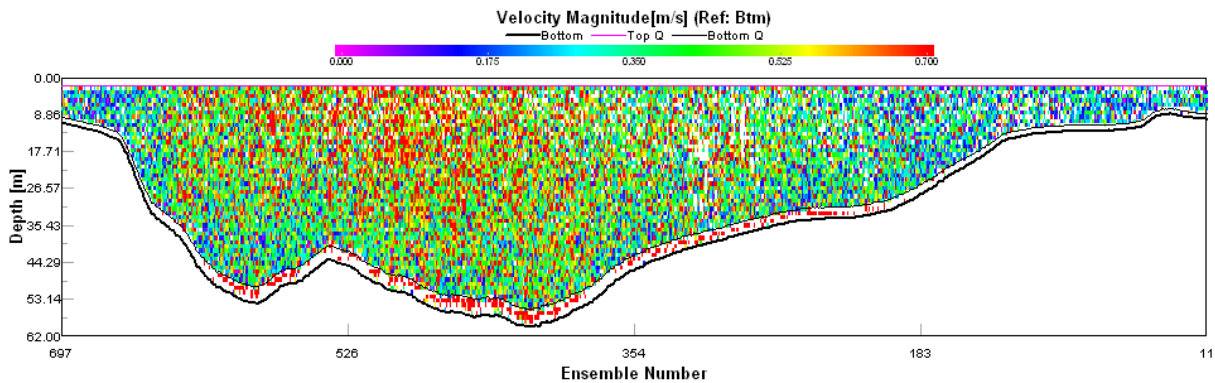


Figure 10 : coupe transversale du Negro à Paricatuba estimée par jaugeage ADCP (Pixels de 25 cm²)

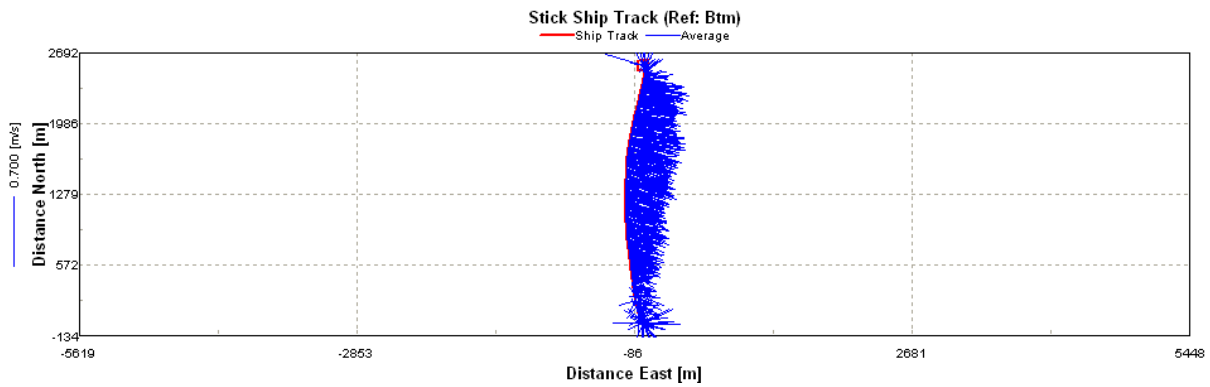


Figure 11 : trajectoire du bateau

Manacapuru, Rio Solimões

Sur le Solimões, les mesures de débits ont été faites en amont de Manacapuru. Le débit moyen était de 138 464,82 m³/s et la côte de 1997 cm.

Table 6 : jaugeages effectués

File Name	Start Time	Total Q	Start Bank	Left Dist.	Right Dist.	Total Area	Width
		[m ³ /s]		[m]	[m]	[m ²]	[m]
manacapuru_0	16:12:29	139373,74	Left	90	80	91678,37	3257,34
manacapuru_1	16:37:57	137555,9	Right	50	80	93342,15	3283,29
Average		138464,82				92510,26	3270,31
Std. Dev.		1285,407				1176,47	18,34
Std./ Avg.		0,01				0,01	0,01

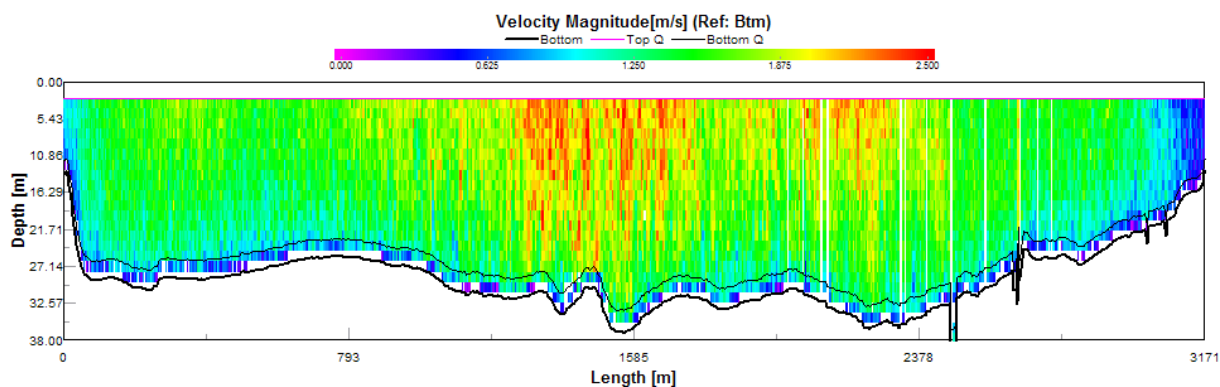


Figure 12 : coupe transversale du Solimões à Manacapuru estimée par jaugeage ADCP (Pixels de 25 cm²)



Figure 13 : trajectoire du bateau

Madeira

Sur le Madeira, les mesures de débits ont été faites juste avant sa rencontre avec l'Amazone. Le débit moyen était de 39 712,324 m³/s. A ce niveau là, la côte n'est pas disponible, vu qu'il n'y a pas de règle installée.

Table 7 : jaugeages effectués

File Name	Start Time	Total Q	Start Bank	Left Dist.	Right Dist.	Total Area	Width
		[m ³ /s]		[m]	[m]	[m ²]	[m]
foz_madeira_30_05_20090	09:00:37	39.938.518	Left	30.00	50.00	37372.50	1966.07
foz_madeira_30_05_20091	09:29:52	39.167.724	Right	30.00	50.00	36789.06	1869.15
foz_madeira_30_05_20093	10:05:25	40.030.730	Right	30.00	50.00	37557.70	2032.06
Average		39 712.324				37239.75	1955.76
Std. Dev.		473.886				401.15	81.94
Std./ Avg.		0.01				0.01	0.04

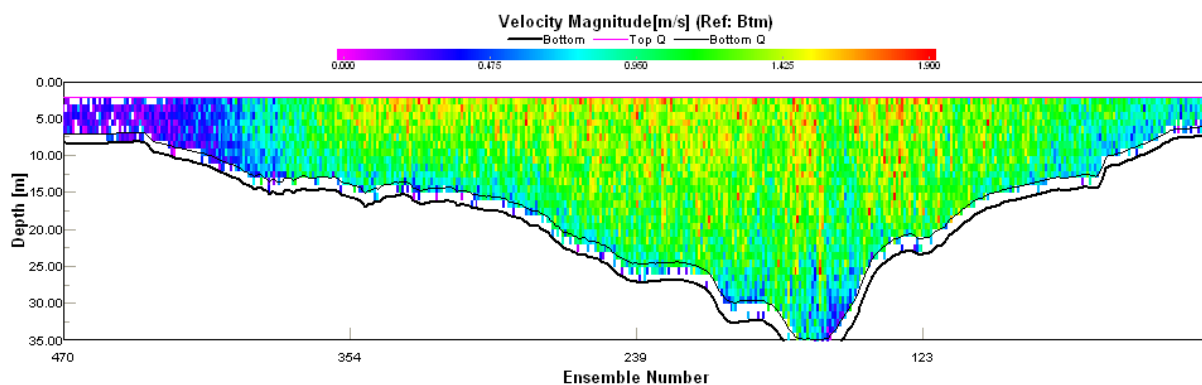


Figure 14 : coupe transversale du Madeira estimée par jaugeage ADCP
(Pixels de 25 cm²)

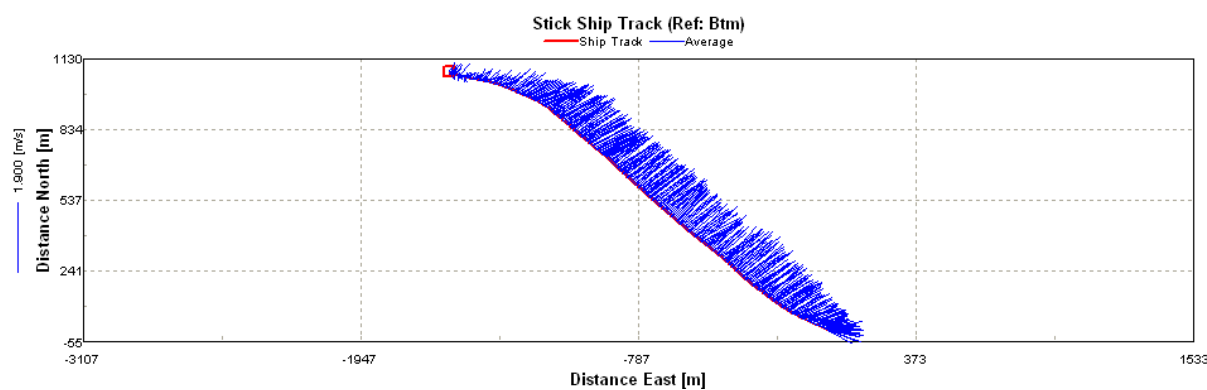


Figure 15 : trajectoire du bateau

Itacoatiara, Rio Amazonas

Juste en aval d'Itacoatiara, les jaugeages ADCP ont été réalisés, sur l'Amazone. Le débit moyen était de 197 892,69 m³/s et la côte de 1490 cm.

Table 8 : jaugeages effectués

File Name	Start Time	Total Q	Start Bank	Left Dist.	Right Dist.	Total Area	Width
		[m ³ /s]		[m]	[m]	[m ²]	[m]
Itacoatiara_30_05_20090	13:39:17	197235,45	Right	30	100	128062,5	3461,1
Itacoatiara_30_05_20092	14:16:03	195870,37	Left	30	50	135358	3600,9
Itacoatiara_30_05_20093	14:42:57	199731,42	Right	30	50	129496,3	3466,9
Itacoatiara_30_05_20094	15:17:52	198733,51	Left	30	50	135005,4	3630,8
Average		197892,69				131980,5	3539,9
Std. Dev.		1694,072				3745,21	88,56
Std./ Avg.		0,01				0,03	0,03

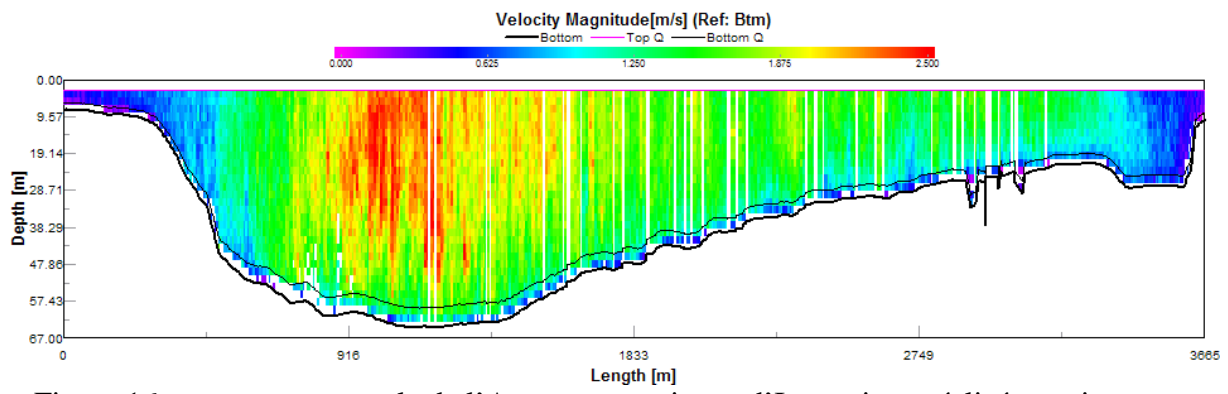


Figure 16 : coupe transversale de l'Amazone au niveau d'Itacoatiara, réalisée par jaugeage ADCP (Pixels de 25 cm²)

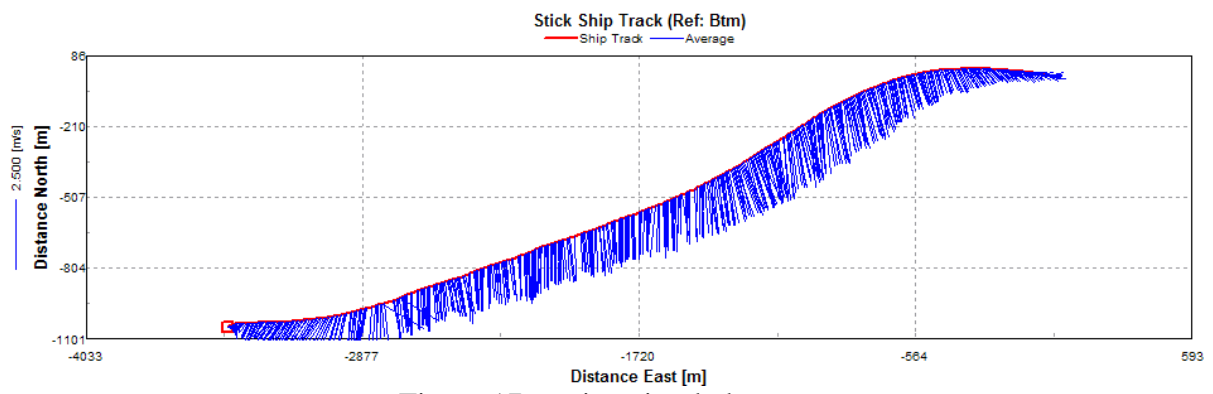


Figure 17 : trajectoire du bateau