5^{ème} mission ORE/HYBAM sur le fleuve Congo

IRD - GRSEN - SCEVN - RVF - CICOS

(visite de la station de référence ORE/HYBAM/Congo; 1^{ers} jaugeages Doppler du Congo en amont & aval du Stanley pool; 1^{er} atelier du projet Congo-HYCOS; et restitution des données hydrologiques aux SHN du Congo et de RCA)

Code CG5: (24 juin – 05 juillet 2010)

Montpellier

Brazzaville

Montpellier



Photo 1: Premier jaugeage ADCP du Congo à la station de Maluku Trechot

rapport_ORE_CG5 0810 11/01/11















Rédaction du rapport : Alain Laraque

Brazzaville, juillet 2010

SOMMAIRE

Introduction

- 1. OBJECTIFS DE LA MISSION
- 2. PARTICIPANTS
- 3. CHRONOGRAMME DE LA MISSION
- 4. ATELIER CONGO-HYCOS
- 5. MESURES DE TERRAIN
- 6. RESULTATS
- 6.1. Mesures de débits à l'ADCP
- 6.2. Echantillonnage d'eau et de sédiments
- **6.3.** Observations et commentaires
- 6.4 Flux de MES
- 7 Divers : visite au GRSEN
- 7.1 Visite au GRSEN : remise de matériel et récupération d'échantillons :
- 7.2 Réalisation d'un documentaire télévisé
- 8. ORGANISATION DE LA MISSION

CONCLUSIONS

REMERCIEMENTS

LEXIQUE

ANNEXES

Pandi Albert était dans cette mission en qualité de l'un des Représentant de la CICOS,

<u>Liste de photos (A. Laraque & L. Michel)</u>:

Photo 1: Premier jaugeage ADCP du Congo à la station de Maluku Trechot

Photo 8 – Coucher de soleil sur le Stanley Pool

Liste de figures:

- Figure 1: Carte du Bassin du Congo et localisation de la station de référence ORE/HYBAM sur le fleuve Congo
- Figure 2: Hydrogrammes du Congo à Brazzaville (extremums & moyenne depuis 1947)
- Figure 3: Hydrogrammes du Congo à Brazzaville (01/01/2009 à 03/07/2010)
- Figure 4: Situation des 5 sections de jaugeage ADCP du Congo en amont et aval du Stanley Pool
- Figure 5: Situation et localisations GPS de la section CG5-1 de jaugeage ADCP du Congo entre Brazzaville et Kinshasa à l'aval du Stanley Pool
- Figure 6: Situation et localisations GPS de la section CG5-5 de jaugeage ADCP du Congo à Maluku Trechot en amont du Stanley Pool
- Figure 7 : Situation et localisations GPS des sections CG5-2, CG5-3 et CG5-4 de jaugeage ADCP du Congo à la sortie du Stanley Pool dans les bras droits et dans la section Brazzaville-Kinshasa

Liste des tableaux:

Tableau 1 : Description des jaugeages réalisés avec les modèles RiverRay et le Rio Grande 600 kHz

Liste d'annexes:

- Annexe 1. Cartes et résultats des jaugeages ADCP de la campagne CG5
- Annexe 2. Photos durant la campagne CG5 (A. Laraque & L. Michel)
- Annexe 3. RiverRay vs Workhorse Rio Grande

INTRODUCTION

La cinquième mission ORE/HYBAM (<u>www.ore-hybam.org</u>) menée par l'IRD sur le fleuve Congo s'est réalisée du 24 juin au 05 juillet 2010. Après celle de janvier 2010, il s'agit ici de la deuxième mission au Congo en 2010. Elle a été menée à bien grâce à la collaboration des institutions suivantes : CICOS, GRSEN/DGRST, RVF, VN, TRDIE.

Elle était à buts multiples dont celui d'effectuer les premières séries de jaugeages du fleuve Congo au niveau du Stanley Pool en utilisant l'effet Doppler. Il s'agissait ici des premières mesures inter-états et interinstitutionnelles de ce type. Ce défi consistait surtout à réaliser des mesures conjointes (de qualité et inédites), en regroupant au sein d'une même embarcation les représentants des institutions concernées par le fleuve Congo (CICOS, CERSEN, IRD, RVF, SCEVN). Cet événement a bénéficié de l'appui du responsable de TRDIE qui a apporté son dernier modèle d'ADCP fonctionnant à l'effet Doppler, dans le cadre d'un transfert de technologie de dernière génération. C'est là une date historique qui a coïncidé avec le cinquantenaire de l'indépendance de la RDC!

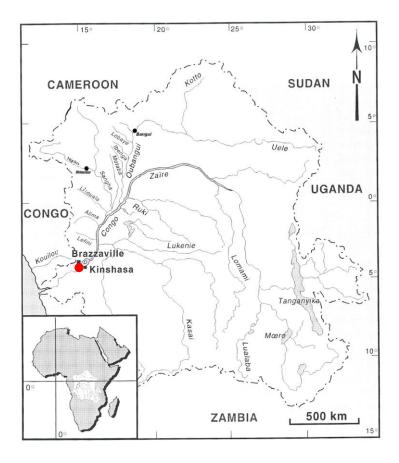


Figure 1: Carte du Bassin du Congo dans le continent africain et localisation de la station de référence ORE/HYBAM sur le fleuve Congo

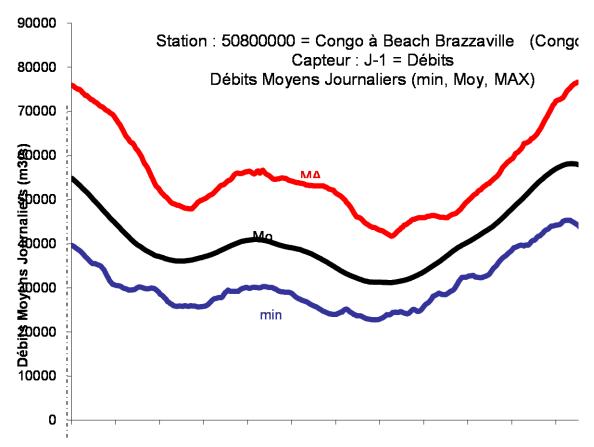


Figure 2: Hydrogrammes du Congo à Brazzaville (extremums & moyenne depuis 1947)

1. OBJECTIFS DE LA MISSION

Il s'agit ici de :

- 1) assurer la visite annuelle à bi-annuelle de routine de la station ORE/HYBAM de Brazzaville.
- 2) réaliser les premiers jaugeages du fleuve Congo en amont et aval du Stanley-Pool en utilisant l'effet Doppler, en assurant le transfert des technologies de dernière génération, dans le cadre des actions de coopération Nord-Sud menées par l'IRD,
- 3) participer au premier atelier de lancement du projet Congo-HYCOS, à Brazzaville les 1^{er} et 2 juillet 2010,
- 4) restituer aux représentants des SHN de la République du Congo et de R.C.A. le contenu des banques de données hydrologiques nationales, sauvegardées par les agents de l'IRD, à HSM / Montpellier et au LMTG / Toulouse. Ces données sont compilées sous CDRom. Celui du Congo contient des données de 139 stations suivies chacune pendant une cinquantaine d'années durant la deuxième moitié du siècle dernier et leurs fichiers sont compatibles avec le logiciel HYDRACCES de gestion de banque de données hydrométriques, actuellement utilisé par la plupart des pays partenaires de l'ORE/Hybam. Enfin, celui de R.C.A. contient la

Monographie du bassin de l'Oubangui (éd. IRD, 2010) avec la compilation des données de 65 stations hydrométriques,

5) former les partenaires (GRSEN, RVF, VN) aux logiciels WINRIVER II d'exploitation de l'ADCP de TRDIE et à HYDRACCESS.

Remarques:

Cette mission s'est réalisée avec la participation de Loïc Michel, Directeur de Téledyne RD Instruments Europe, pour qu'il puisse d'une part, tester pour la première fois sur un grand fleuve intertropical, le dernier modèle d'ADCP (Riveray) qu'il a apporté avec lui pour l'occasion, et d'autre part, pour assurer un soutien et une formation technique à l'utilisation de cette technologie de dernière génération auprès des partenaires gestionnaires du fleuve comme les VN et la RVF.

Enfin, et c'est à retenir et à prendre en considération, le 30 juin est date de l'anniversaire de l'indépendance de la République Démocratique du Congo en rive gauche. Cet évènement a entrainé la fermeture de la frontière fluviale le 29 juin à midi pour des raisons de sécurité, ce qui a modifié notre emploi du temps initial.

A ce titre, il est à retenir que le 15 aout correspond à l'anniversaire de l'indépendance de la République du Congo en rive droite.

Note : tous les sigles mentionnés sont détaillés dans le lexique en fin de texte.

2. Participants

Les personnes suivantes (par ordre alphabétique), ont participé aux opérations de terrain :

Alain Laraque	IRD (UR154)	- Toulouse
Alain Malonga	CERGEC	- Brazzaville
Albert Pandi	CICOS	- Brazzaville
André Bemba	CERGEC	- Brazzaville
Aristi Ntambala	RVF	- Kinshasa
Benoit Ouarika	CERGEC	- Brazzaville
Emery Kipoupa	(presse - RTV)	- Brazzaville
Essongo Pitchou	GRSEN	- Brazzaville
Evariste Nombo	DGRST	- Brazzaville
Gabriel Mokango Mamy Kobo	RVF	- Kinshasa
Georges Gulemvuga	CICOS	- Kinshasa
Guy Moukandi	UMNG/ERMEMP	- Brazzaville
Jean Bienvenu Dinga	GRSEN	- Brazzaville
Jean Pierre Tathy	GRSEN	- Brazzaville
Levy Ayissou	SCEVN	- Brazzaville
Loïc Michel	TRDIE	- La Gaude

3. CHRONOGRAMME DE LA MISSION

Vendredi 25 juin	Samedi 26 juin
07h20 : Départ MPL et Nice pour Brazzaville via Paris	Rencontre avec Albert Pandi
17h25 : arrivée Brazzaville (vol AF7681)	
Transfert et installation aux VN	
	Dimanche 27 juin
	5h55 : arrivée Brazzaville de Loïc (vol AF0894)

Lundi 28 juin	Jeudi 01 juillet
-Visite Ambassade de France et rencontre avec Mr Penelon, futur représentant de l'AFD locale	-1 ^{er} atelier Congo-HYCOS à Brazzaville
-Visite du GRSEN et rencontre avec Jean Pierre Tathy.	
-Test du modèle Doppler Riveray dans le port des VN.	
Mardi 29 juin	Vendredi 02 juillet
am: 1 ^{er} jaugeage Doppler du fleuve Congo entre Brazzaville et Kinshasa en présence des représentants de la CICOS, GRSEN, IRD, RVF, TRDIE, VN en utilisant le modèle Riverayprélèvement d'un échantillon eau/MES au milieu du fleuve. pm: -dépouillage des relevés ADCP du matin, -formation au logiciel Winriver II, exploitant les mesures de Riveray.	-1 ^{er} atelier Congo-HYCOS à Brazzaville -21h20 : Retour de Brazzaville vers la France de Loic (vol AF897).
Mercredi 30 juin	Samedi 03 juillet
-jaugeages Doppler des bras de rive droite du fleuve Congo à la sortie avale du Stanley Pool -tests et remise en état de marche du modèle Workhorse Rio Grande 1200 kHz de TRDI de la RVFcompléments de formation HYDRACCESS pour les VN et sur leur banque de données.	-1 ^{er} jaugeage Doppler du fleuve Congo à la station hydrologique de Maluku Trechot (RdC) en présence des représentants de la CICOS, GRSEN, IRD, RVF, TRDIE, VN en utilisant le modèle Workhorse Rio Grande 600 kHz de TRDI acquis en tout début d'année par les VNprélèvement d'un échantillon eau/MES au milieu du fleuve.

Dimanche 04 juillet	Lundi 05 juillet
-21h20 : Départ Brazzaville d'Alain (vol AF897)	-08h55 arrivée MPL (depuis BZV-CDG) (vol AF7688)

4 ATELIER CONGO-HYCOS

Ce premier atelier s'est déroulé les 1, 2 et 3 juillet à Brazzaville, en présence d'un responsable de l'OMM, et de responsables et d'agents des SHN et ou des Services de Météorologie du Cameroun, RCA, RdC, RDC et d'Institutions diverses comme CICOS, GRSEN, RVF, UMNG, VN,

A cette occasion j'ai pu restituer sous forme de CDRom, les banques de données collectées et sauvegardées par ORSTOM/IRD, aux partenaires concernés de RCA et de RdC.

Le projet Congo/HYCOS est porté par le MAEE, soutenu par le FFEM affilié à l'AFD.

L'IRD est invité à y participer, essentiellement pour contribuer aux volets :

- -forçage climatique,
- -banques de données hydro-météorologiques,
- -télédétection.

Une réunion de conceptualisation est prévue fin avril 2011, dans laquelle la CICOS pourrait bénéficier des expériences acquises dans ce domaine par l'IRD.

5. MESURES DE TERRAIN

Bilan des mesures

Durant cette semaine, et sous des contraintes de temps, 5 sections ont été jaugées (soit 12 transects), se répartissant ainsi :

- 2 sections concernent le fleuve Congo, l'une en aval (2 transects, soit 1 aller-retour) et l'autre en amont (2 transects soit 1 aller-retour) du Stanley Pool,
- 3 sections concernent 2 bras droits du fleuve Congo à la sortie du Stanley Pool avec à chaque fois au moins 1 aller-retour complet (soit 8 transects qui ont servis pour la formation de nos partenaires locaux).

6. RESULTATS

Cette visite s'est réalisée en fin juin – début juillet lors du début de la décrue de la crue secondaire du fleuve Congo. A cette période de l'année, les débits mesurés (36 640 à 36 800 m3/s) correspondent à un peu moins du module inter-annuel (fig. 3) de 41 500 m3/s.

La figure 4 représente les jaugeages ADCP du Congo à la sortie du Stanley Pool dans les bras droits et dans la section Brazzaville-Kinshasa, ainsi que dans celle de Maluku Trechot dans le « couloir » à l'amont du Stanley Pool. Le tableau 1 présente les caractéristiques de ces sections et des jaugeages ADCP.

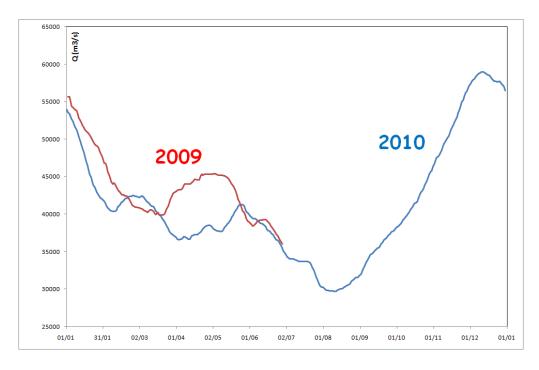


Figure 3: Hydrogrammes du Congo à Brazzaville (01/01/2009 à 03/07/2010)



Figure 4: Situation des 5 sections de jaugeage ADCP du Congo en amont et aval du Stanley Pool

Les jaugeages CG5-1, CG5-2, CG5-3, CG5-4 ont été réalisés avec le Riveray de TRDIE.

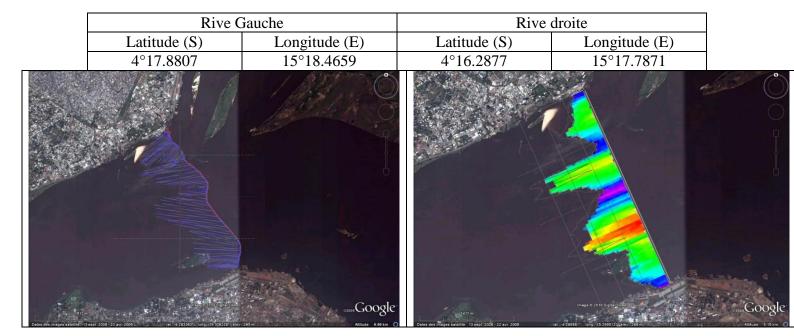


Figure 5: Situation et localisations GPS de la section CG5-1 de jaugeage ADCP du Congo entre Brazzaville et Kinshasa à l'aval du Stanley Pool

Le jaugeage CG5-5 a été réalisé avec l'ADCP 600 kHz des VN.

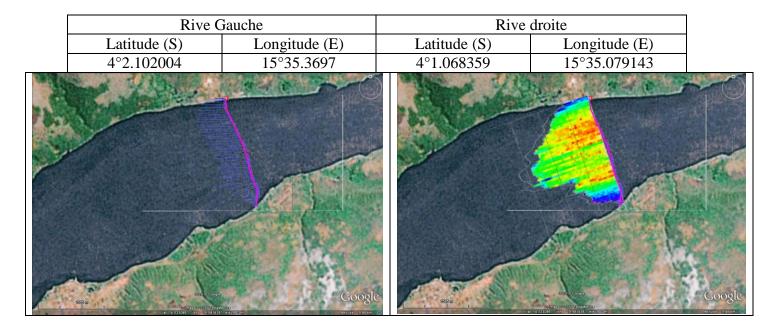


Figure 6: Situation et localisations GPS de la section CG5-5 de jaugeage ADCP du Congo à Maluku Trechot en amont du Stanley Pool

Pour les sections CG5-2, CG5-3 et CG5-4, les jaugeages ont été réalisés avec le Riveray de TRDIE.

	Rive (Gauche	Rive droite		
sections	Latitude (S)	Longitude (E)	Latitude (S)	Longitude (E)	
CG5-2	4°16.302567	15°18.260869	4°16.087493	15°17.914747	
CG5-3	4°16.202136	15°18.872267	4°16.109115	15°18.506778	
CG5-4	4°16.3279573	15°18.788633	4°16.287837	15°17.778215	

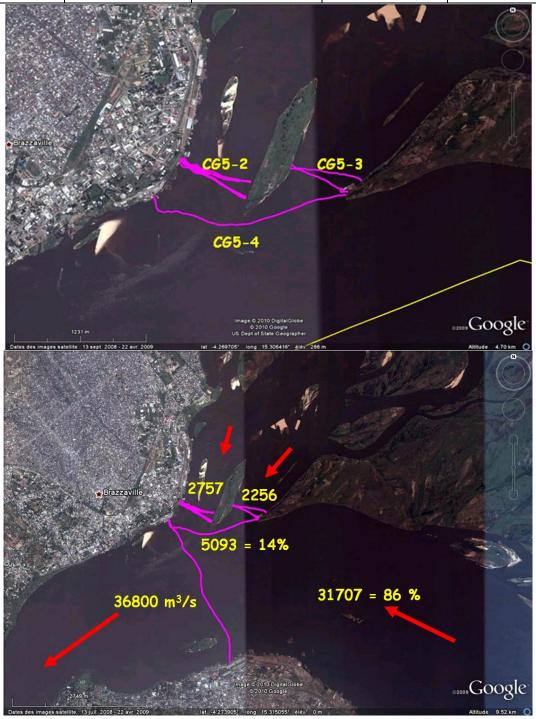


Figure 7 : Situation et localisations GPS des sections CG5-2, CG5-3 et CG5-4 des jaugeages ADCP du Congo à la sortie du Stanley Pool dans les bras droits et dans la section Brazzaville-Kinshasa

6.1. Mesures de débits à l'ADCP

L'époque de la campagne CG5 (fin juin-début juillet) correspond à la petite décrue du fleuve Congo (Fig. 3).

Les localisations sur chaque rive, des début et fin de transects de mesures ont été réalisées par GPS.

En principe, dans l'ORE-Hybam, la méthodologie adoptée consiste à calculer la moyenne arithmétique de 4 jaugeages par effet Doppler (c'est-à-dire durant deux aller-retour entre chaque rive) dans la même section. La mesure est considérée comme bonne lorsque dQ < 5%. Cependant durant cette première campagne"Doppler" sur le Congo et surtout en fonction des temps disponibles et des temps de mise en route des opérations par une équipe pas encore bien rodée à son utilisation, nous n'avons pas pu toujours réaliser les 4 jaugeages préconisés dans chaque section étudiée.

dQ correspond à : dQ (%) = écart type (Q) / moyenne (Q) x 100

Pour chaque section de mesure de débit, les figures de l'annexe 1, présentent 4 graphiques qui correspondent respectivement aux :

- 1. trajectoires "Ship track" GGA (tracées par satelitte) & BT (Bottom Track) utilisant le fond du fleuve. Ces deux trajectoires ne se superposent pas lorsque le fond est mobile, ce qui peut survenir dans certaines parties du lit et en fonction de la vitesse de l'eau avec des mouvements de fond survenant plutôt en crue,
- 2. trajectoire du bateau (ligne rouge) et vitesses superficielles dans les premières cellules (lignes bleues),
- 3. répartition spatiale des vitesses de l'eau fournies par l'ADCP,
- 4. répartition spatiale des intensités du "bacscatter" de l'ADCP.

L'ADCP fournit deux types de débits suivant qu'il prend comme référence, le "Ship track" GGA (tracées par satelitte) ou le BT (Bottom Track) utilisant le fond du fleuve.

GGA = jaugeage Doppler utilisant le GPS comme référence spatiale BT = Bottom Track (= jaugeage Doppler utilisant le lit du fleuve comme référence spatiale)

Les résultats de cette première campagne "Doppler" ont permis de compléter la courbe d'étalonnage de la station de Maluku Trechot.

Le Riveray était équipé d'un GPS « A100 Smart Antenna » avec les précisions suivantes : Horizontal Accuracy: < 0.6 m 95% confidence (DGPS); 2.5 m 95% confidence.

Tableau 1 : Description des jaugeages réalisés avec les modèles RiverRay et le Rio Grande 600 kHz

section	Transect	date	Start Bank	Start Time	Total Q	Width	Depth	Flow Speed	Duration	Velocity	ADCP
					m³/s	m	max. (m)	max. (m/s)	min	Ref.	Ref.
CG5 - 1	Congo River a Beach001	29/06/2010	Right	12:10:37	37315	3228	19	2.3	39	Ref: BT	Riveray
CG5 - 1	Congo River a Beach002	29/06/2010	Left	12:50:21	36289	3221	19	2.3	29	Ref: BT	Riveray
	Average				36802	3225					
	Std Dev.				726	5.15					
	Std./ Avg.				0.02	0.00					
CG5-2	AL1006	30/06/2010	Right	13:01:14	2663	717			15	Ref: BT	Riveray
CG5-2	Ouarika 1002	30/06/2010	Right	14:40:11	2736	759	11	2	9	Ref: BT	Riveray
CG5-2	Ouarika 1003	30/06/2010	Left	14:49:50	2812	764	11	2	12	Ref: BT	Riveray
CG5-2	pitchou001	30/06/2010	Left	15:23:31	2779	756	11	1.8	11	Ref: BT	Riveray
CG5-2	pitchou004	30/06/2010	Right	15:11:58	2796	751	11	1.8	10	Ref: BT	Riveray
	Average				2757	749					
	Std Dev.				60.01	18.52					
	Std./ Avg.				0.02	0.02					
CG5-3	AL1001	30/06/2010	Right	13:29:41	2269	629	9	1.2	14	Ref: BT	Riveray
CG5-3	AL1002	30/06/2010	Left	13:47:22	2243	714	9	1.2	12	Ref: BT	Riveray
	Average				2256	672					
	Std Dev.				18.152	59.91					
	Std./ Avg.				0.01	0.09					
CG5-4	AL1003	30/06/2010	Left	14:07:30	5093	1830	10	1.7	24	Ref: BT	Riveray
	Average				5093	1830					
	Std Dev.				0	0					
	Std./ Avg.				0	0					
CG5-5	MALUKU_RG000	03/07/2010	Left	14:54:06	36756	2033	26	1.8	17	Ref: BT	RG 600 kHZ
CG5-5	MALUKU_RG001	03/07/2010	Right	15:13:31	36640	2004	26	1.8	18	Ref: BT	RG 600 kHZ
	Average				36698	2019					
	Std Dev.				82.01	20.29					
	Std./ Avg.				0	0.01					

6.2. Echantillonnage d'eau et de sédiments

Durant cette mission, 2 échantillons ont été prélevés dans les sections de jaugeages en amont et aval du Stanley Pool, respectivement les 29 juin et 3 aout (cf. photo n° 6 – An. 2). Les 2 prélèvements d'eau et MES ont été immédiatement filtrés au laboratoire du GRSEN (cf. photo n° 7 – An. 2).

6.3. Observations et commentaires

Le nouveau modèle d'ADCP 600 kHZ, le Riveray présente les caractéristiques suivantes (voir annexe 3) :

- plus de réglages de modes et tailles des cellules variables s'ajustant automatiquement en fonction de la profondeur avec des tailles variables le long du profil vertical,
- bonne reproductibilité des mesures,
- liaison bluetooth,
- facilité d'emploi via trimaran,
- nouvel algorithme plus précis pour la détection du fond,
- associe les avantages des 1200 & 600 kHz,
- possibilités d'exporter les profils ADCP sur Google Earth,.....

Commentaires:

🦫 jaugeages ADCP des mardi 29, mercredi 30 juin & samedi 3 juillet :

Le 29/06/10, la traversée du fleuve entre Brazzaville et Kinshasa pour réaliser le jaugeage ADCP a duré 40 minutes et s'est achevée juste à 12h15, soit 15 minutes après la fermeture de la frontière fluviale en préparation des manifestations du lendemain pour le cinquantenaire de l'indépendance de la RDC.

Par contre la mise en route de l'opération a duré plusieurs heures, suite à différents retards. A l'avenir et avec l'expérience acquise à la longue, de telles opérations devront être mieux préparées et coordonnées pour être plus rapides et efficaces.

Enfin, il est à préciser qu'un jaugeage ADCP est une opération simple et banale en soit, même s'il s'agit d'une Première sur ce fleuve. Mais la véritable prouesse ici, a été d'obtenir les autorisations nécessaires pour réaliser une opération internationale et inter institutionnelle concernant deux pays frontaliers. Ainsi sous l'initiative de l'IRD, l'intervention de la CICOS a permis de regrouper pour la première fois dans la même embarcation des représentants des différentes organisations des deux pays riverains, concernées par la gestion de la navigation fluviale (VN et RVF), ainsi que ceux de la CICOS et GRSEN (DGRST), appuyée par un représentant du fournisseur de la technologie (TRDIE) (photos n°2 & 3 – An. 2).

Pour ces occasions, la RVF a apporté son modèle d'ADCP de 1200 kHz (photo n°4 – An. 2), provenant d'un don il y a 2 ans, du projet Nil-HYCOS sur le haut bassin du Nil. Equipé d'un trimaran en plastic, il n'avait néanmoins jamais été utilisé et une révision technique assurée par Loïc Michel a permis de la remettre en marche.

Enfin, c'était aussi l'occasion de discuter et d'échanger avec les agents des VN qui viennent d'acquérir en début d'année deux ADCP (une de 1200 et une de 600 kHz) sur fonds européens, à travers le $9^{i \text{ème}}$ FED (photo $n^{\circ}5$ – An. 2).

La présence concomitante de tous ces modèles d'ADCP a permis de réaliser toutes les mesures prévues en amont et aval du Stanley Pool.

En effet, le modèle Riveray a servi à jauger le fleuve Congo entre Brazzaville et Kinshasa ainsi que ses bras de rive droite à la sortie du Stanley Pool. Puis le lendemain L. Michel de TRDIE est reparti en France en rapportant son prototype Riveray avec lui.

Après son départ, le 03/07/10 nous avons placé l'ADCP de 600 kHz des VN sur le support trimaran de la RVF pour réaliser le jaugeage du Congo au niveau de la station hydrométrique de Maluku Trechot, en amont du Stanley Pool, dans une section de plus de 25 m de profondeur.

Les 2 jaugeages du Congo entre Brazzaville et Kinshasa du 29/06/10 font état d'une différence de 2% (Q1= 37 315 m³/s et Q2= 36 289 m³/s) et correspondent bien au débit (36 022 m3/s) de la courbe de tarage pour la cote du jour (106 cm) du Beach-Brazzaville.

Les 2 jaugeages du Congo à Maluku Trechot du 03/07/10 font état d'une différence de 0,3% (Q1= 36 756 m³/s et Q2= 36 640 m³/s) et correspondent également au débit (35 802 m3/s) de la courbe de tarage pour la cote du jour (103 cm) du Beach-Brazzaville. Ces mesures confirment la stabilité de cette section, non jaugée depuis une trentaine d'année (!), époque des derniers jaugeages au moulinet qui y ont été effectués.

Dans les bras droits à la sortie aval du Stanley Pool, la somme des jaugeages CG5-2 + CG5-3= CG5-4 = 5 013 m3/s, présente un écart de 1,6% avec le débit de 5093 m3/s mesuré dans la section CG5-4, ce qui atteste de la fiabilité de cette technologie, rapide, simple, efficace, très précise et facilement reproductible.

Avec 3 jours et 3 cm de différence (106 puis 103 cm) à l'échelle du Beach-Brazzaville, les débits aval 36 800 et amont 36 700 m3/s, présentent un écart inférieur à 0,3%.

Toutes les mesures font état de la présence d'un fond mobile (Cf. figures de l'Annexe 1).

Des mesures transversales fréquentes au sein des bras droits du Stanley Pool permettront d'étudier et d'évaluer l'évolution de la morphologie fluviale (déplacement des bancs de sables, profils bathymétriques, érosion/dépôts sur les iles fluviales, migration des chenaux,...), ce qui est de toute importance pour la navigation fluviale.

6.4 Flux de MES

Dans la section de MALUKU Tréchot, le 03/07/2010 les concentrations de MES étaient de 24,73 mg/l, correspondant à un flux de MES de 907,5 kg/s et celles au BEACH-Brazzaville du 04/07/2010, étaient de 20,63 mg/l, correspondant à un flux de MES de 757,1 kg/s. Ces deux valeurs présentent un écart de près de 20%, qui laisse penser que la différence entre l'amont et l'aval, soit 150 kg/s se dépose au sein du Stanley Pool, du moins à cette époque du cycle hydrologique.

7. Divers:

7.1 Visite au GRSEN : remise de matériel et récupération d'échantillons :

Comme promis lors de mon dernier passage en début d'année, j'ai remis au laboratoire du GRSEN un pHmêtre WTW neuf et un portable DELL d'occasion avec un onduleur neuf à son technicien Alain Malonga, pour d'une part, renouveler des appareils de mesure vieillots et permettre à cet observateur/laborantin de disposer d'un PC autonome pour gérer les opérations de l'observatoire ORE/Hybam et pouvoir correspondre via Internet.

Cinq échantillons ORE/Hybam correspondant aux mois de février à juin 2010 ont été rapportés en France pour analyses au LMTG.

Enfin, les cotes et débits des 3 stations : Bangui, Ouesso et Brazzaville/Beach relevées par les VN ont été récupérées ainsi que les MES mensuelles prélevées dans le cadre de l'ORE/Hybam, pour cette même période.

7.2 Réalisation d'un documentaire télévisé

A l'occasion de ces premières séries de jaugeages Doppler sur le fleuve Congo, le cinéaste congolais Emery Kipoupa a réalisé un long métrage de type documentaire qui a été diffusé dans l'émission Coktail de la télévision (RTV) de Brazzaville.

8. ORGANISATION DE LA MISSION

La logistique de cette quatrième campagne CG5 a été réalisée en collaboration entre le GRSEN (DGRST), le LMTG (UR154) et le SCEVN.

Le matériel et consommable nécessaire pour 12 mois d'échantillonnage ORE/HYBAM, a été remis à l'observateur de l'ORE/HYBAM/CONGO.

CONCLUSION

Cette mission a permis de superviser la station de l'ORE/Hybam et de participer au 1^{er} atelier du projet Congo-HYCOS, mais elle a surtout permis de réaliser les premiers jaugeages Doppler du fleuve Congo en amont et aval du Stanley Pool.

Cet événement a bénéficié de l'appui du responsable de TRDIE qui a apporté son dernier modèle d'ADCP fonctionnant à l'effet Doppler, dans le cadre d'un **transfert de technologie** de dernière génération et d'échanges productifs « constructeur-utilisateurs ».

C'est une date historique qui, hasard du calendrier, coïncidait avec le cinquantenaire de l'indépendance de la RDC!

Enfin, une restitution de l'héritage d'un demi-siècle de présence et d'activités de l'ORSTOM au Congo et en RCA, précautionneusement bancarisé à HSM/Montpellier et au LMTG/Toulouse, a été effectuée via des CDRom, remis aux intéressés de l'atelier Congo-HYCOS. Ces disques contiennent les données hydrologiques des stations ouvertes et gérées par l'ORSTOM des années 1947 à 1995.

L'ensemble de ces opérations devraient jouer un rôle de catalyseur pour **favoriser l'émergence d'une communauté régionale d'hydrologues** à l'heure où la CICOS doit relever l'immense et passionnant défi de coordonner des programmes de rayonnement internationaux (Congo-HYCOS, AMESD, etc.), visant à mieux connaître et gérer les ressources en eau de ce vaste bassin, encore peu connu.

REMERCIEMENTS

Cette mission doit son succès à la collaboration engagée et sans faille :

- -des VN sous la responsabilité d'Alain Robert qui ont apporté tout l'appui logistique nécessaire à ces mesures ainsi que la mise à disposition de leurs locaux pour réaliser les réglages des ADCP, les dépouillements des jaugeages et les discussions techniques avec leurs agents et ceux des autres partenaires participants aux opérations,
- -de l'équipe GRSEN de la DGRST par l'intermédiaire de son Responsable de la DMAST: Jean Pierre Tathy,
- -de la RVF avec la présence de son Directeur Technique : Gabriel Mokango Mamy Kobo,
- -de la CICOS grâce à l'investissement d'Albert Pandi (Expert hydrologue) et de Georges Gulemvuga (Directeur des Ressources en Eau), sous la responsabilité de son Secrétaire Général, le Colonel Benjamin Ndala,
- -enfin de l'entreprise TRDIE avec la participation de son représentant Europe Loïc Michel qui est venu gracieusement depuis Nice avec un prototype de Riveray pour réaliser ces mesures et former les participants à son usage.
- L'ORE/Hybam les remercie ici tous très chaleureusement.

Lexique:

ADCP : Acoustic Doppler Current Profiler AFD : Agence Française de Développement

AMESD : Programme de Surveillance de l'Environnement en Afrique pour un

Développement Durable (www.amesd.org)

BZV : Brazzaville (code aéroportuaire)

CDG : Charles De Gaulle (code aéroportuaire)

CICOS : Commission Internationale du Bassin Congo-Oubangui-Sangha DGRST : Direction Générale de la Recherche Scientifique et Technique

DMAST : Direction du Management des Activités Scientifiques et Technologiques : Equipe de Recherche en Matériaux et Ecoulement en Milieux Poreux : Equipe de Recherche en Mécanique et Ecoulement en Milieux Poreux.

FFEM : Fonds Français pour l'Environnement Mondial

GRSEN : Groupe de Recherche en Sciences Exactes et Naturelles

HYBAM : Hydrogéodynamique du Bassin AMazonien HYCOS : Système d'Observation du Cycle HYdrologique IRD : Institut de Recherche pour le Développement

LMTG : Laboratoire des Mécanismes et Transferts en Géologie MAEE : Ministère des Affaires Etrangères et Européennes

MPL : Montpellier (code aéroportuaire)

MES : Matériel En Suspension

OMM : Organisation Météorologique Mondiale

ORE/Hybam : Observatoire Recherche Environnement (Hydrologie de l'Amazonie – au sens

générique)

RCA : République Centrafricaine RdC : République du Congo

RDC : République Démocratique du Congo

RVF : Régie des Voies Fluviales

SCEVN : Service Commun d'Entretien des Voies Navigables (dénommé aussi VN)

SHN : Service Hydrologique National TRDIE : Teledyne RD Instrument Europe UMNG : Université Marien Ngouabi

VN : Voies Navigables (dénommé aussi SCEVN)

Annexe 1

Grafiques des jaugeages ADCP de la campagne CG5

légende:

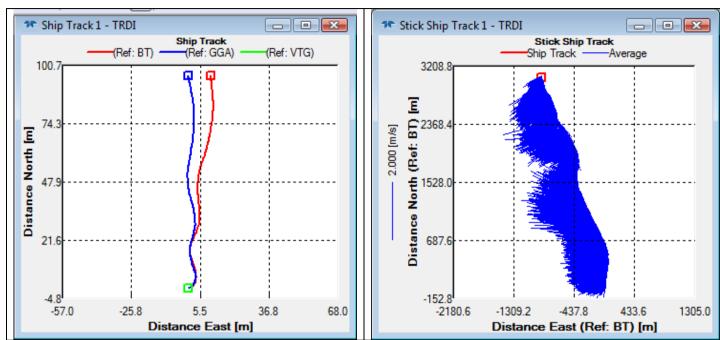
tous les graphiques des sections de jaugeages sont présentés dans le sens du courant, avec les berges gauche et droite, respectivement à gauche et droite des graphiques.

figures:

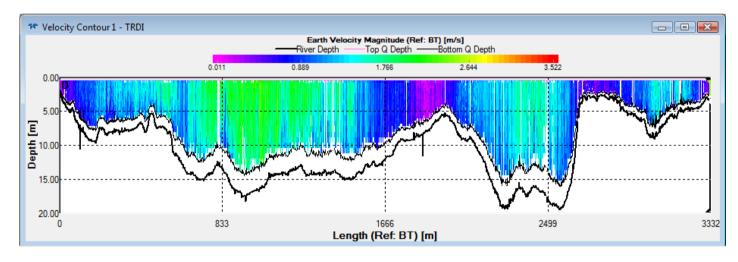
1-Ship track GGA & BT	2-Champ de vitesses superficielles			
3-Répartition des vitesses dans la section (en m/s)				
4-Répartition de l'intensité du backscatter (en dB)				

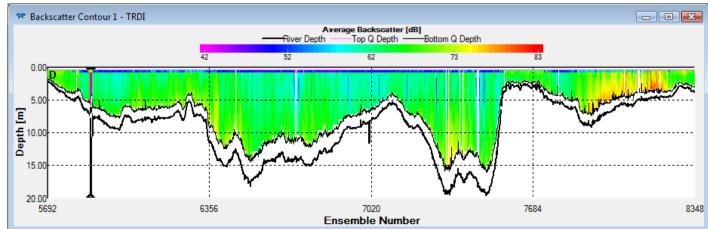
GGA = jaugeage Doppler utilisant le GPS comme référence spatiale BT = Bottom Track (= jaugeage Doppler utilisant le lit du fleuve comme référence spatiale)

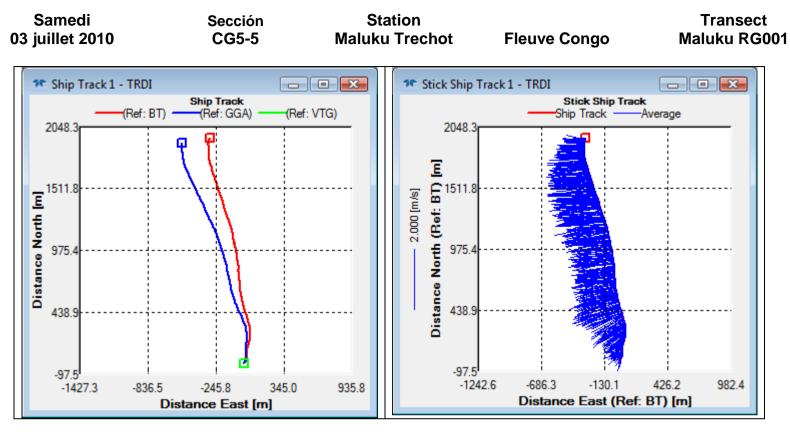




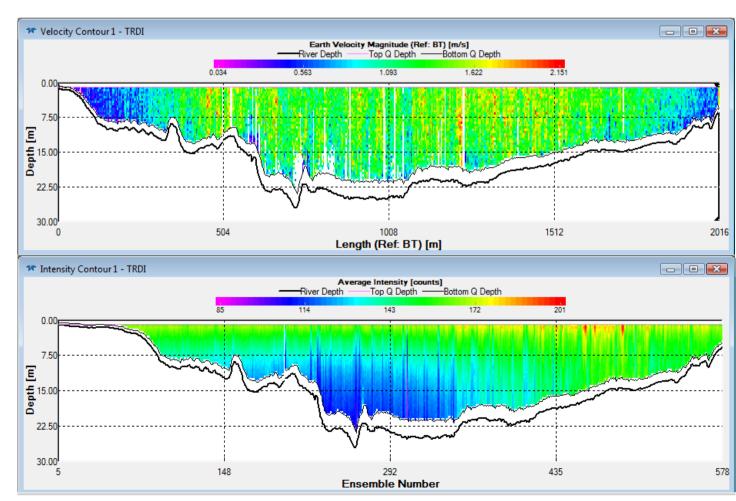
Note : la différence des trajectoires de la fig. 1 montre l'existence de fond mobile

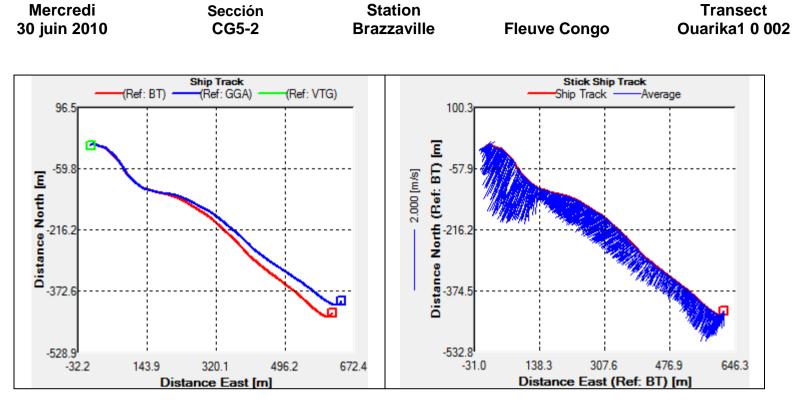




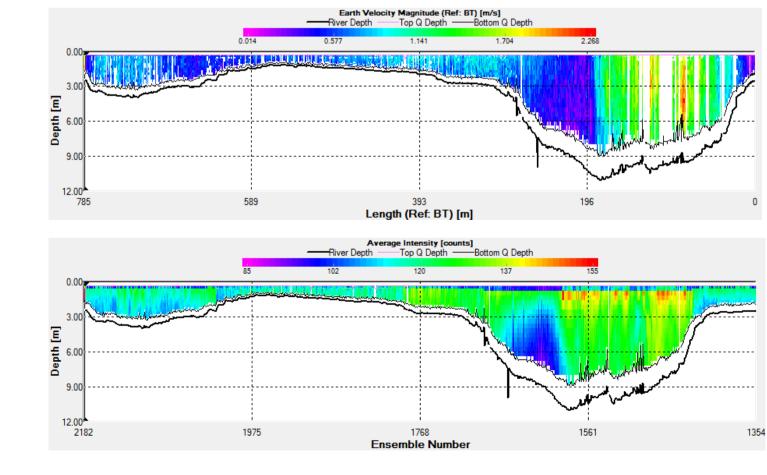


Note : la différence des trajectoires de la fig. 1 montre l'existence de fond mobile

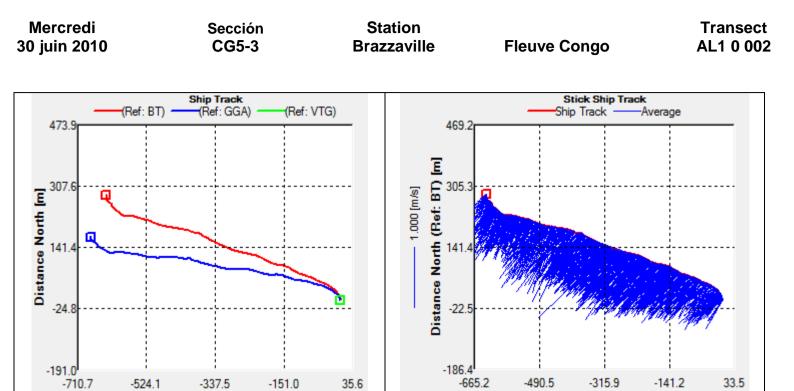




Note : la différence des trajectoires de la fig. 1 montre l'existence de fond mobile

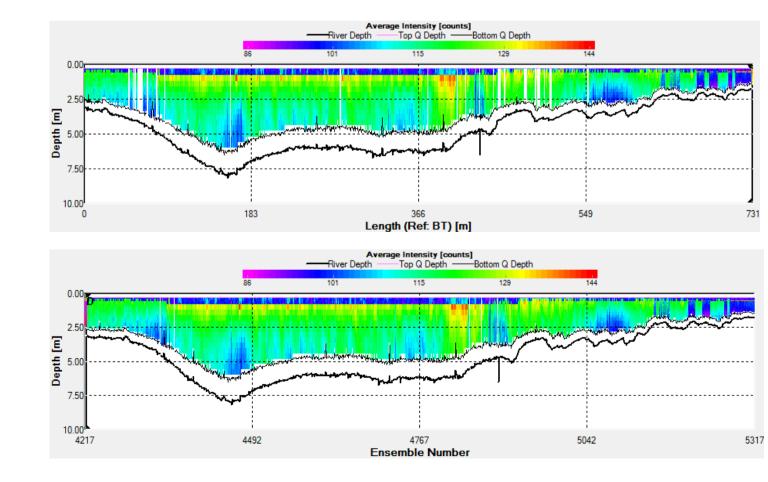


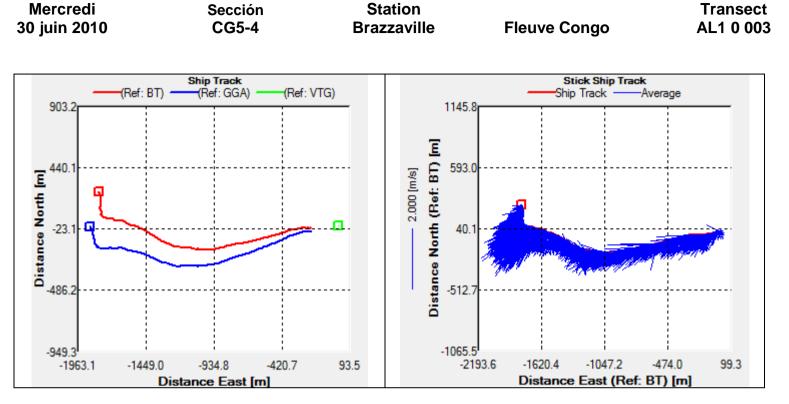
Distance East (Ref: BT) [m]



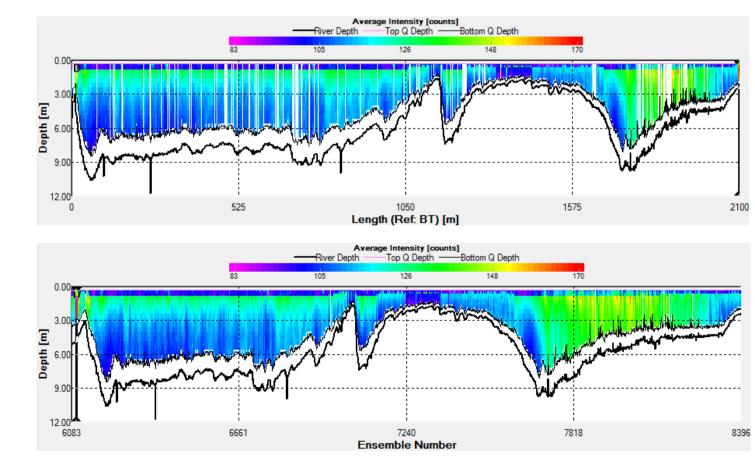
Note : la différence des trajectoires de la fig. 1 montre l'existence de fond mobile

Distance East [m]





Note : la différence des trajectoires de la fig. 1 montre l'existence de fond mobile



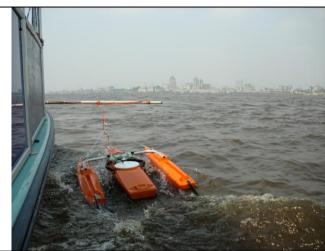
Annexe 2

Photos durant la campagne CG5 (A. Laraque & L. Michel)

rapport_ORE_CG5 0810 11/01/11



2 - Participants inter-institutionnels et internationaux au 1^{er} Jaugeage Doppler du fleuve Congo entre Brazzaville et Kinshasa – 29/06/10



3 - 1^{er} Jaugeage Doppler du fleuve Congo entre Brazzaville et Kinshasa – 29/06/10



4 - RVF modèle ADCP de 1200 kHz de la RVF



5 - ADCP de 1200 et de 600 kHz des VN



5 – Prélèvements de MES dans le Congo à Maluku Tréchot le 03/07/10



6– Filtration des MES au laboratoire ORE-Hybam du GERSEN

Annexe 3

RiverRay vs Workhorse Rio Grande



Le River Ray est issu de l'expérience acquise avec les appareils de la série Workhorse Rio Grande et des remarques formulées par les utilisateurs. Cet appareil fonctionne à 600kHz et combine les avantages d'un 1200kHz et d'un 600kHz. Le traitement du signal a été amélioré, des automatismes ont été rajouté, le transducteur utilise une nouvelle technologie, plus compacte, plus légère, moins intrusive, un nouvel algorithme de détection du fond a été développé...

Plage d'utilisation

Bien que fonctionnant à 600kHz, pour une meilleure résistance au phénomène de fond mobile, le River Ray est utilisable dans des rivières a partir de 50 cm de profondeur. Le profil de courant est efficace jusqu'à 40m en conditions normales (Eau douce, flux laminaire).

Réglages automatiques

Le River Ray utilise l'information donnée par le « bottom track* » avec un « pré-ping » pour apprécier les conditions environnementales. Plus besoin de se préoccuper des réglages de modes ou de la taille des cellules. Le River Ray s'ajustera tout seul aux conditions de vitesses et de profondeurs pour des performances optimales dans tous les cas de figure.

Meilleure extrapolation au niveau de la surface.

Suite au « pré ping », le River Ray effectue deux pings pour mesurer le courant.

Le premier ping va servir à faire les mesures proches à environ 1 mètre de l'appareil tandis que le second ping fera les mesures pour le reste du profil. Des cellules de tailles différentes seront utilisées pour le haut du profil, zone de fort gradient de vitesse, tandis que des cellules de taille supérieure permettrons de profiler jusqu'au fond. On parle maintenant de « surface cell » et de « deep cell ». L'extrapolation de la couche de surface non mesurée profite pleinement de la résolution améliorée dans la partie haute du profil.

Détection du fond améliorée & meilleure résistance au phénomène de fond mobile

L'algorithme de détection du fond a été amélioré pour une meilleure résistance au phénomène de fonds mobiles.

Inclinaison des faisceaux.

Les faisceaux sont inclinés à 20 degrés par rapport à l'axe de l'appareil avec un Workhorse Rio Grande tandis que les faisceaux sont inclinés à 30 degrés avec le River Ray. Un angle de 30 degrés permet une meilleure mesure des vitesses horizontales (une plus grande proportion de la vitesse est mesurée) mais laisse une bande non mesurée près du fond égale a 15% de la distance transducteur / fond (6% pour des faisceaux inclinés à 20 degrés).

Intégration du GPS au niveau du capteur

Le signal GPS peut être intégré directement dans le capteur et profiter de la liaison Bluetooth du River Ray pour être transmis au PC.

Communication Bluetooth longue porté intégrée.

Le River Ray intègre un système de communication Bluetooth longue portée permettant, avec l'équipement de réception adéquate, de couvrir jusqu'à 500 m de distance de communication. Pour des liaisons plus courtes, le Bluetooth intégré d'un PC portable convient parfaitement.

Matériel fournis

Le River Ray est livré avec River Boat, chargeur et batterie. Il ne manque qu'un PC portable équipé d'une liaison Bluetooth (95% des PC portables actuels en possèdent une) et d'une corde pour partir sur le terrain.

Logiciel WinRiver II

Le logiciel WinRiver II apporte une grande facilité de re-jeux (playback) des données, des écrans simplifiés, une reconnaissance et configuration automatique de l'ADCP...

WinRiver II intègre une fonction d'export des données au format texte configurable par l'utilisateur. L'on peut construire son propre format de sortie.

WinRiver II est compatible avec les systèmes Broadband première génération, les Workhorse Rio Grande, Stream Pro et River Ray.

Lexique:

- -Bottom track : fonction de suivi de fond. Cette mesure permet a l'ADCP de connaître son déplacement par rapport au fond et les distances au fond. Ces deux informations sont utilisées pour les calculs de la surface mouillée et du débit.
- -Ping : émission sonore. Une émission sonore peut servir à mesurer le « water profile », profil de courant ou effectuer une mesure de « bottom track ».



Photo 8 – Coucher de soleil sur le Stanley Pool