

**LAC TCHAD**  
**GESTION DURABLE DES RESSOURCES EN EAU**



Mesures de débit sur les fleuves Chari,  
Logone et Koulambou, Tchad

Rapport N° 5

Juillet 2013



Commission du Bassin  
du Lac Tchad

Rond Point des Grandes Armes  
N'Djamena, Tchad



Federal Institute of Geosciences and  
Natural Resources

Hannover, Germany

Auteurs: Torsten Krekeler, Kristin Seeber

Commissionné par: Ministère Fédéral pour la Coopération Économique et le Développement (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, BMZ)

Projet: Lac Tchad - Gestion durable des ressources en eau

BMZ-N°: 2010.2274.8

BGR-N°: 05-2355

BGR-Archive N°:

Date: 10.07.2013

## Table des matières

Abréviations .....	IV
Déroulement de la mission .....	IV
1 Sommaire.....	1
2 Participants .....	2
3 Objectif de la mission .....	2
4 Emplacements des mesures et stations de jaugeage.....	2
5 Matériels et Méthodologies.....	4
Mesure du niveau d'eau.....	4
Dispositif ADCP de la BGR.....	4
Dispositif ADCP de la DREM .....	5
6 Résultats .....	5
Fleuve Chari, station de jaugeage N'Djamena TP.....	6
Fleuve Chari, station de jaugeage Mailao .....	7
Fleuve Logone, Station de jaugeage Logone-Gana .....	9
Fleuve Koumbou à la station de jaugeage Logone-Gana.....	11
Fleuve Logone, station de jaugeage Bongor .....	12
7 Conclusions générales .....	14
8 Recommandations .....	16
9 Résumé étendu.....	17
10 Références .....	18

## Liste des Figures

Figure 1 Bassin versant des fleuves Chari et Logone avec les stations de jaugeage sélectionnées .....	3
Figure 2 Plaine d'inondation du fleuve Logone .....	3
Figure 3 Station de jaugeage à Mailao sur le fleuve Chari.....	4
Figure 4 ADCP de la BGR à la station N'Djamena TP .....	5
Figure 5 Centre du dispositif de la BGR: SonTec M9 Probe (Source: SonTec).....	5
Figure 6 ADCP de la DREM fixé sur un bateau Zodiac +.....	5
Figure 7 Centre du dispositif de la DREM: RDI Workhorse Rio Grande (Source: RDI) .....	5
Figure 8 Côte à la station N'Djamena TP.....	6
Figure 9 Section vertical et distribution de la vitesse mesurée avec le dispositif de la DREM 6	

Figure 10 Section vertical du fleuve Chari et distribution de la vitesse d'écoulement mesuré avec le dispositif de la BGR.....	7
Figure 11 Courbe de tarage à la station N'Djamena TP.....	7
Figure 12 Côte à la station Mailao .....	8
Figure 13 Section vertical du fleuve Chari et distribution de la vitesse d'écoulement à la station Mailao .....	8
Figure 14 Courbe de tarage à la station Mailao sur le fleuve Chari River.....	9
Figure 15 Côte à l'échelle de la station Logone-Gana .....	10
Figure 16 Section vertical obtenue avec le dispositif de la BGR à la station Logone-Gana...	10
Figure 17 Courbe de tarage à la station Logone-Gana sur le fleuve Logone .....	11
Figure 18 Section vertical du fleuve Koulambou à la station Logone-Gana mesurée avec le dispositif RDI.....	12
Figure 19 Section vertical du fleuve Koulambou à la station Logone-Gana .....	12
Figure 20 Côte à la station de Bongor .....	13
Figure 21 Section vertical du fleuve Logone à la station Bongor.....	13
Figure 22 Section vertical à la station Bongor mesurée avec le dispositif de la BGR.....	14
Figure 23 Courbe de tarage du fleuve Logone à la station Bongor .....	14
Figure 24 Perte de débit du fleuve Logone .....	15

## Liste des tableaux

Tableau 1 Comparaison des résultats .....	15
---	----

## Liste des Annexes

Annexe 1 Tableau résumé des débits mesurés	
Annexe 2 Aperçu technique du Workhorse Rio Grande ADCP	
Annexe 3 Aperçu technique du Sontek RiverSurveyor	

## Abréviations

A	Surface [m <sup>2</sup> ]
ADCP	Acoustic Doppler Currentmeter Profiler
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe <i>Institut Fédéral de Géosciences et Ressources Naturelles</i>
CBLT	Commission du Bassin du Lac Tchad
DREM	Direction des Ressources en Eau et Météorologie du Tchad
DVWK	Association Allemande pour l'Eau, Eaux Usées et Déchets (actuel DWA)
Q	Débit [m <sup>3</sup> /s]

## Déroulement de la mission

15.02.2013	Arrivé de M. T. Krekeler à l'aéroport de N'Djamena
16.02.2013	Mesure de débit du fleuve Chari, à la station Mailao (ADCP de la BGR)
17.02.2013	Présentation explicative de l'infiltromètre
18.02.2013	Installation de la station de jaugeage à Logone-Gana et mesure de débit avec l'ADCP de la BGR sur un tributaire du fleuve Logone (ADCP de la BGR)
19.02.2013	Finalisation de l'installation de la station de jaugeage à Logone-Gana et mesure de débit sur le fleuve Logone (ADCP de la BGR et DREM)
20.02.2013	Mesure du débit sur le fleuve Logone, station de jaugeage Bongor (ADCP de la BGR et DREM)
21.02.2013	Formation de l'hydrologue de la DREM sur l'utilisation du logiciel associé  Mesure du débit sur le fleuve Chari-Logone, station de jaugeage N'Djamena-TP (ADCP de la BGR et DREM)  Départ du M. T. Krekeler



# 1 Sommaire

Auteurs: Torsten Krekeler, Kristin Seeber

Title: Mesure des débits sur les fleuves *Chari, Logone et Koulambou au Tchad*

Mots-clés: Bassin du Lac Tchad, hydrologie, débit, mesure de débit, courbe de tarage

Mesures de débit sur les fleuves Logone, Chari et Koulambou ont été menées en Février 2013.

Pendant la mission, les débits et niveaux d'eau ont été mesurés sur quatre stations de jaugeage, en plus une station de jaugeage a été réhabilitée. Le dispositif ADCP de la DREM a été mis en fonctionnement après six années hors de service.

Les mesures prises avec le dispositif ADCP montrent en général des débits plus bas que ceux obtenus avec les courbes de tarage de la DREM mises à disposition du projet par la CBLT. Les différences entre ces valeurs comptent à 10%-50%. Quelques mesures dont les courbes de tarage se basent, sont très anciennes, p.ex. quelques datent de 1983.

Il est recommandé d'utiliser le dispositif ADCP plus souvent pour corriger les courbes de tarage existantes.

Le segment du fleuve Logone où les mesures ont été menées montre pertes de débit.

## **2 Participants**

Abba Tapsala, hydrologue de la DREM, N'Djamena

Ahmed Sédick, hydrologue de la CBLT, N'Djamena

Djoret Daïra, hydrogéologue de la CBLT, N'Djamena

Amino Magadji, expert en zones humides de la CBLT, N'Djamena

Mohammed Bila, expert en SIG et télédétection de la CBLT, N'Djamena

Kristin Seeber, projet BGR-CBLT, N'Djamena

Torsten Krekeler, BGR centrale, Hanovre

## **3 Objectif de la mission**

Une des activités du projet BGR-CBLT pour l'année 2013 est l'amélioration de la compréhension scientifique sur l'interaction de l'eau de surface et l'eau souterraine dans le bassin du Lac Tchad. À ce but une zone pilote, la plaine d'inondation du fleuve Logone, a été définie lors de l'atelier de planification en Novembre 2011. Pour mieux comprendre l'interaction entre l'eau de surface et l'eau souterraine dans cette zone, des informations sur les volumes d'eau existent, pas seulement sur le système hydrogéologique mais aussi sur l'hydrologie, sont nécessaires.

Les mesures des débits des fleuves Logone et Chari sont transmis à la CBLT par la DREM, organisme responsable des mesures, seulement sur demande.

Comme la qualité des données transmises par la DREM était inconnue, il a été décidé de mesurer le débit dans cinq stations de jaugeage prioritaires avec un dispositif ADCP de la BGR. Les objectifs de ces mesures étaient d'un côté, l'obtention des données assurées en Février 2013, et de l'autre, la vérification des courbes de tarage de la DREM et ainsi les données de débit transmises. En plus, le dispositif ADCP de la DREM a été mis en fonctionnement et un hydrologue de la DREM a été formé sur son utilisation et l'emploi du logiciel associé.

## **4 Emplacements des mesures et stations de jaugeage**

Les mesures de débits sur les fleuves Chari, à la station N'Djamena TP, et Logone, aux stations Logone-Gana et Bongor, ont été menées avec les deux dispositifs ADCP (Figure 1). Aussi le fleuve Koulambou, tributaire du Logone, a été mesuré de la même façon à la station Gana. Le fleuve Chari à la station Mailao a été mesuré seulement avec l'ADCP SonTec ADCP de la BGR.



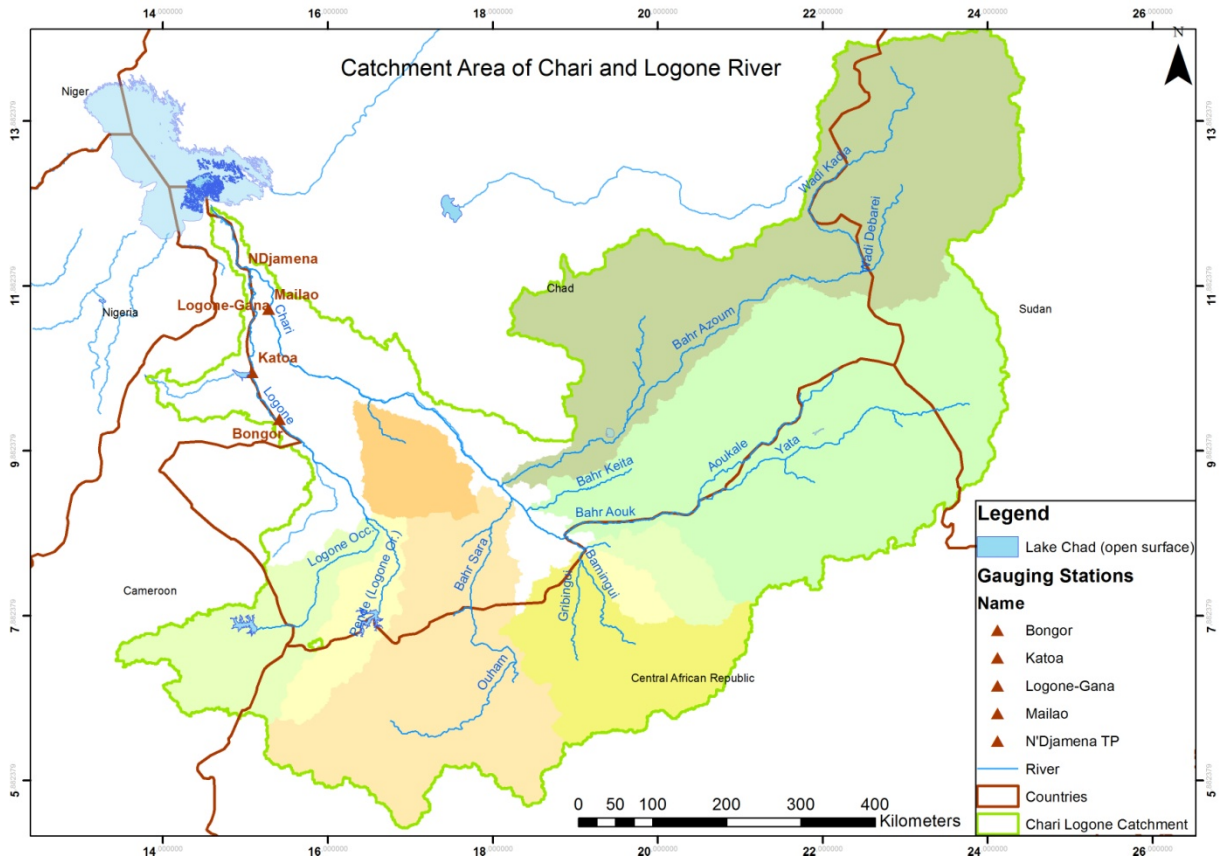


Figure 1 Bassin versant des fleuves Chari et Logone avec les stations de jaugeage sélectionnées

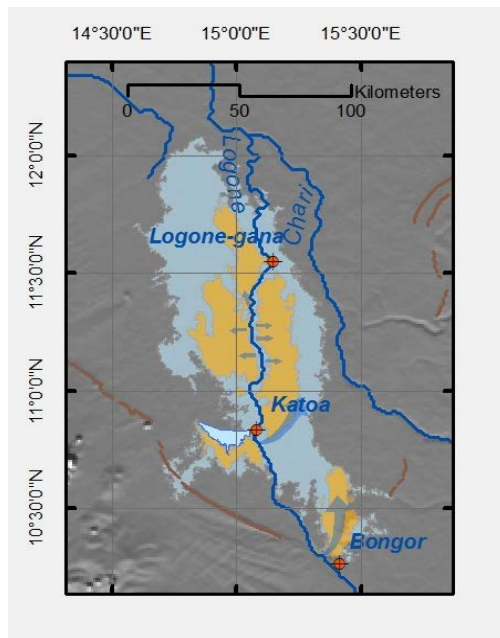


Figure 2 Plaine d'inondation du fleuve Logone

Les stations ont été choisies pour arriver à des données fiables sur les débits dans la plaine d'inondation du Logone. Comme le montra la Figure 2, la plaine d'inondation du fleuve Logone s'étend de Bongor à N'Djamena et plus au nord selon l'intensité de la pluie. Dans cette région la DREM mesure quatre stations de jaugeage: Bongor, Katoa, Logone-Gana et N'Djamena. Malheureusement les stations Logone-Gana et Katoa étaient inopérables. Pendant la mission, la station à Logone-Gana a été réhabilitée, mais une réhabilitation de la station à Katoa et prendre des mesures a été impossible.

Le fleuve Koulambou, un tributaire du fleuve Logone, a été mesuré à la station de jaugeage Logone-Gana.

La station de jaugeage sur le fleuve Chari à Mailao, située à la même latitude que la station Logone-Gana sur le fleuve Logone, est la dernière station de jaugeage en aval de la confluence des fleuves Chari et Logone in N'Djamena. C'est-à-dire que cette station donne des informations sur les volumes d'eau apportés par le fleuve Chari.

Les débits ont été mesurés plusieurs fois à chaque station afin d'arriver à des résultats comparables.

## 5 Matériels et Méthodologies

### Mesure du niveau d'eau

En général le niveau de l'eau a été mesuré avec des échelles (Figure 3). Un opérateur en place est en charge de prendre des mesures journalières de niveau d'eau.



Figure 3 Station de jaugeage à Mailao sur le fleuve Chari

### Dispositif ADCP de la BGR

Le dispositif SonTec River Surveyor M9 (Figure 4 et Figure 5) vient avec une plateforme et une unité d'opération mobile, ce que facilite l'opération du système. Les données sont analysées avec le logiciel RiverSurveyor LIVE, qui est très facile à comprendre.

Pour plus de détails techniques sur le dispositif, voir la fiche technique dans l'annexe.



Figure 4 ADCP de la BGR à la station N'Djamena TP



Figure 5 Centre du dispositif de la BGR: SonTec M9 Probe (Source: SonTec)

## Dispositif ADCP de la DREM

Le dispositif ADCP Rio Grande (Figure 6 et Figure 7) est dessiné pour opérer à partir d'un bateau en mouvement. Pendant les mesures, il est connecté et opéré avec un ordinateur à travers d'un câble sériel RS-232. Les données sont analysées avec le logiciel WinRiver II, qui est très facile à comprendre.

Pour plus de détails techniques sur le dispositif, voir la fiche technique dans l'annexe.



Figure 6 ADCP de la DREM fixé sur un bateau Zodiac +



Figure 7 Centre du dispositif de la DREM: RDI Workhorse Rio Grande (Source: RDI)

## 6 Résultats

A continuation un résumé des mesures menées avec les deux dispositifs ADCP à chaque station sera présenté. En plus, la moyenne du débit mesuré est montrée sur la courbe de tarage actuelle de chaque station.

## Fleuve Chari, station de jaugeage N'Djamena TP

La station est située à l'aval de la confluence avec le fleuve Logone. La côte mesurée à l'échelle était 1.78 m. La côte baissait lentement, comme d'habitude pendant la saison sèche (Figure 8). La variation n'était que de 1 – 2 cm par jour. Cette variation peut être considérée comme pratiquement négligeable, c'est-à-dire que la côte est constante et des effets d'hystérèse ne sont pas observés.

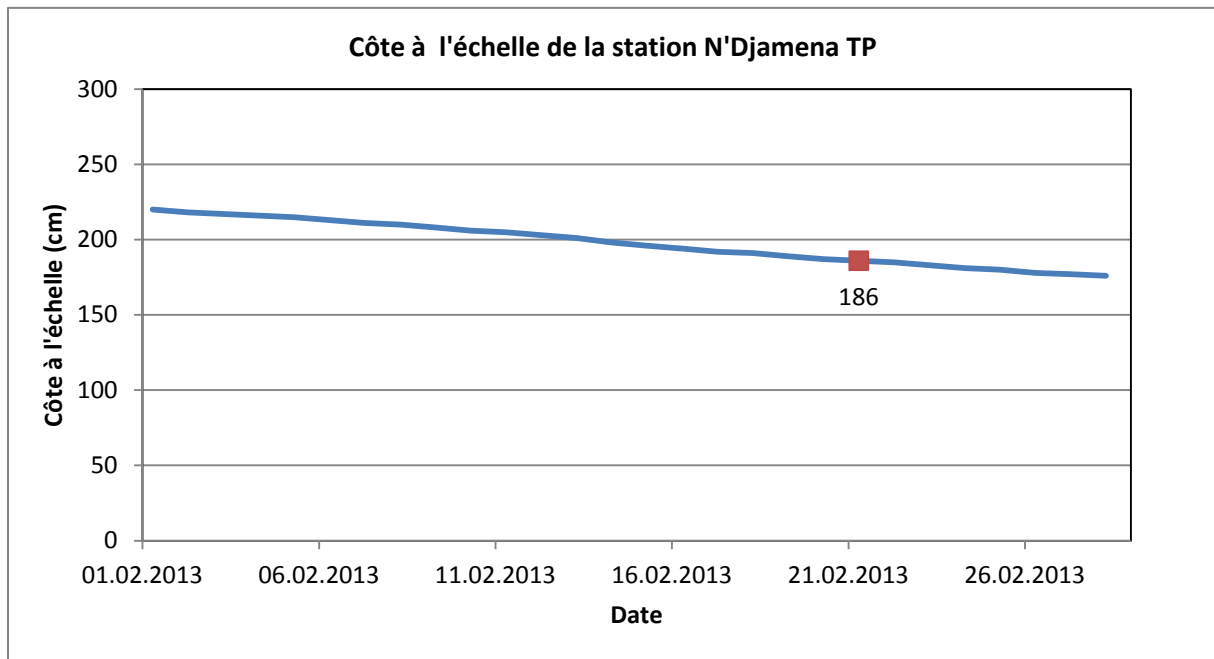


Figure 8 Côte à la station N'Djamena TP

La moyenne des quatre débits mesurés avec le dispositif de la DREM (Figure 9) était 226 m<sup>3</sup>/s.

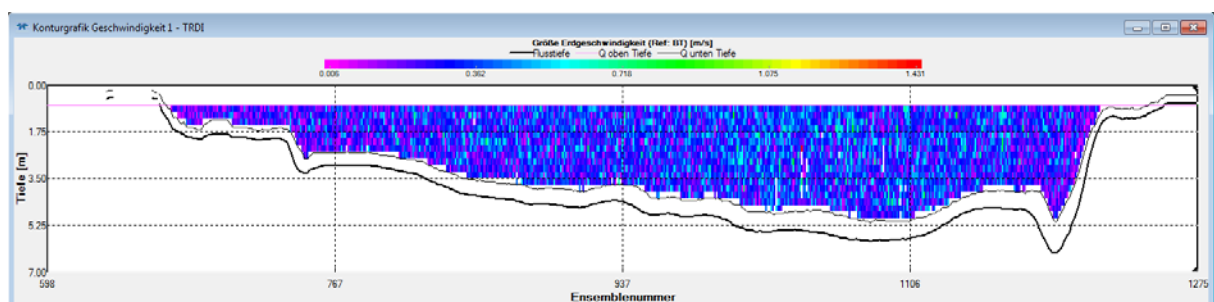


Figure 9 Section vertical et distribution de la vitesse mesurée avec le dispositif de la DREM

Les quatre mesures menées avec l'ADCP SonTec de la BGR (Figure 10) ont donné un débit moyen de 229 m<sup>3</sup>/s.

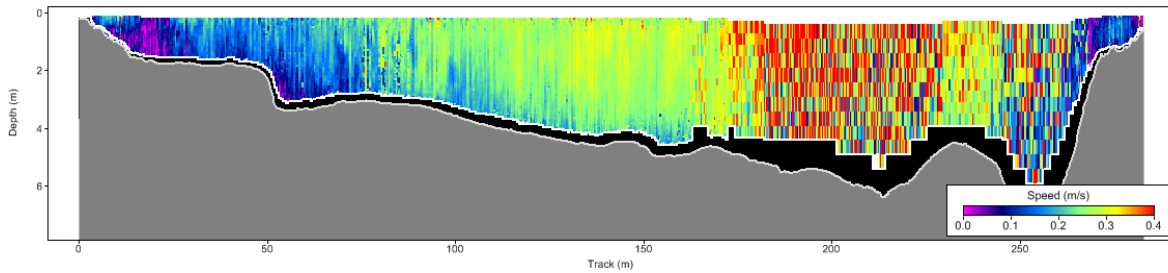


Figure 10 Section vertical du fleuve Chari et distribution de la vitesse d'écoulement mesuré avec le dispositif de la BGR

Selon la courbe de tarage, le débit correspondant à une côte de 1.78 m serait de 300 m<sup>3</sup>/s (Figure 11). Le débit mesuré est environ 24 % plus faible que ce débit. La différence est dans le même rang que les mesures antérieures de la DREM.

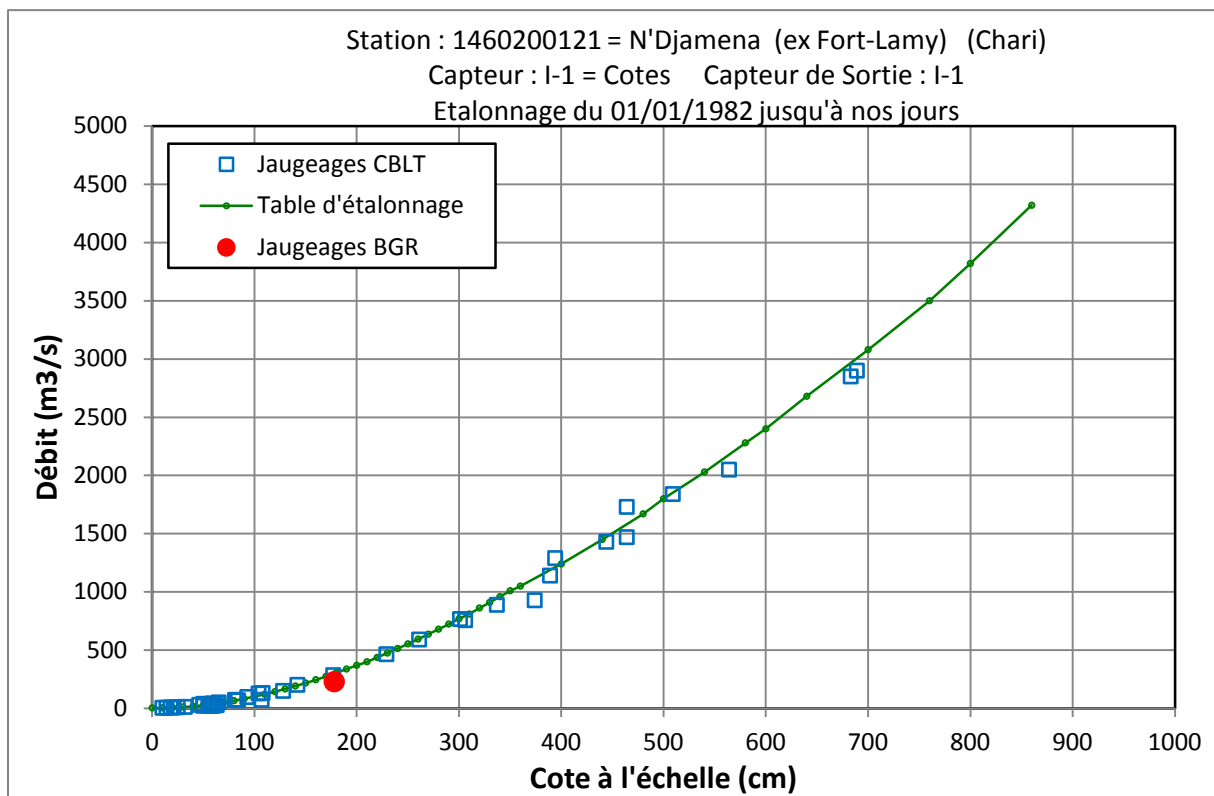


Figure 11 Courbe de tarage à la station N'Djamena TP

### Fleuve Chari, station de jaugeage Mailao

La côte à la station de jaugeage Mailao baissait quelques 1 – 3 cm par jour (Figure 12). Cette variation est considéré comme pratiquement négligeable, c'est à dire que la côte est constante et pourtant aucun effet d'hystérèse n'est attendu pendant les mesures.

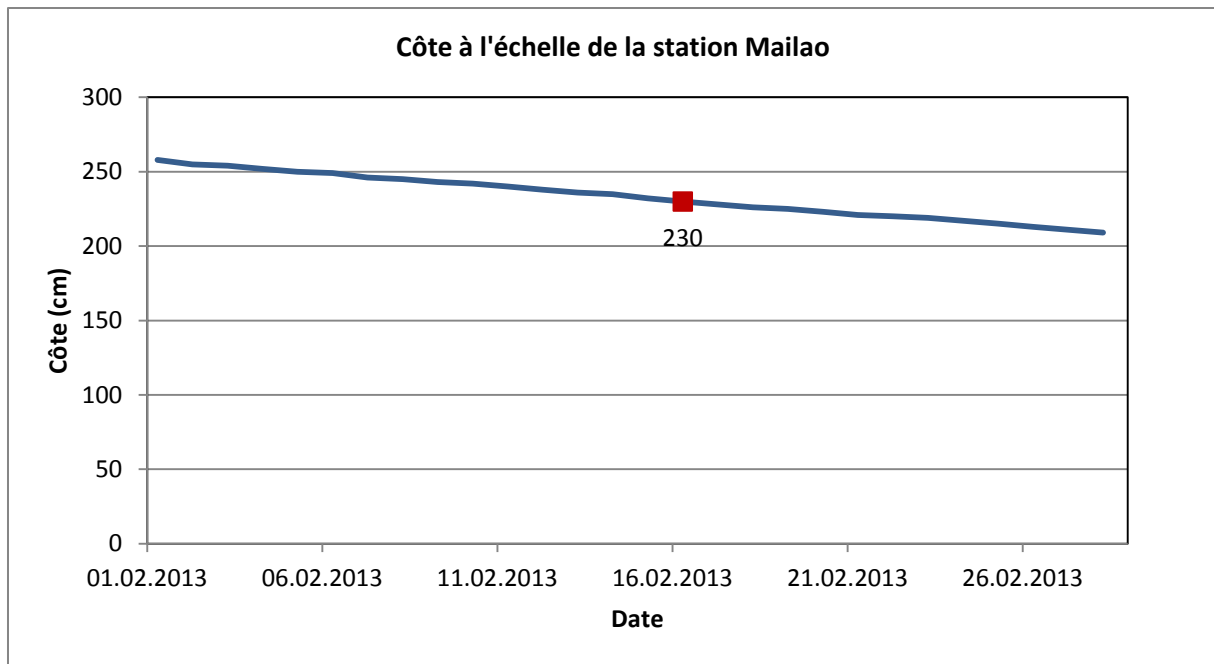


Figure 12 Côte à la station Mailao

Pour les mesures à la station Mailao seulement le dispositif de la BGR a été utilisé (Figure 13). La moyenne de six mesures de débit a été 171 m<sup>3</sup>/s pour une côte qui baissait légèrement de 2.31 à 2.30 m.

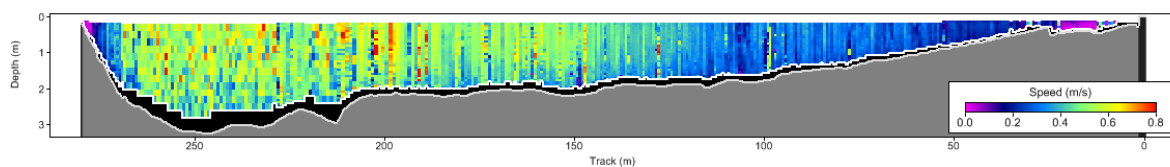


Figure 13 Section vertical du fleuve Chari et distribution de la vitesse d'écoulement à la station Mailao

Pour une côte de 2.30 m, la courbe de tarage donne un débit de 190.2 m<sup>3</sup>/s et pour une côte de 2.31 m une valeur de 192.7 m<sup>3</sup>/s (Figure 14). Le débit mesuré est environ 11 % plus faible. La variation est acceptable et est située dans le rang des mesures antérieures de la DREM.

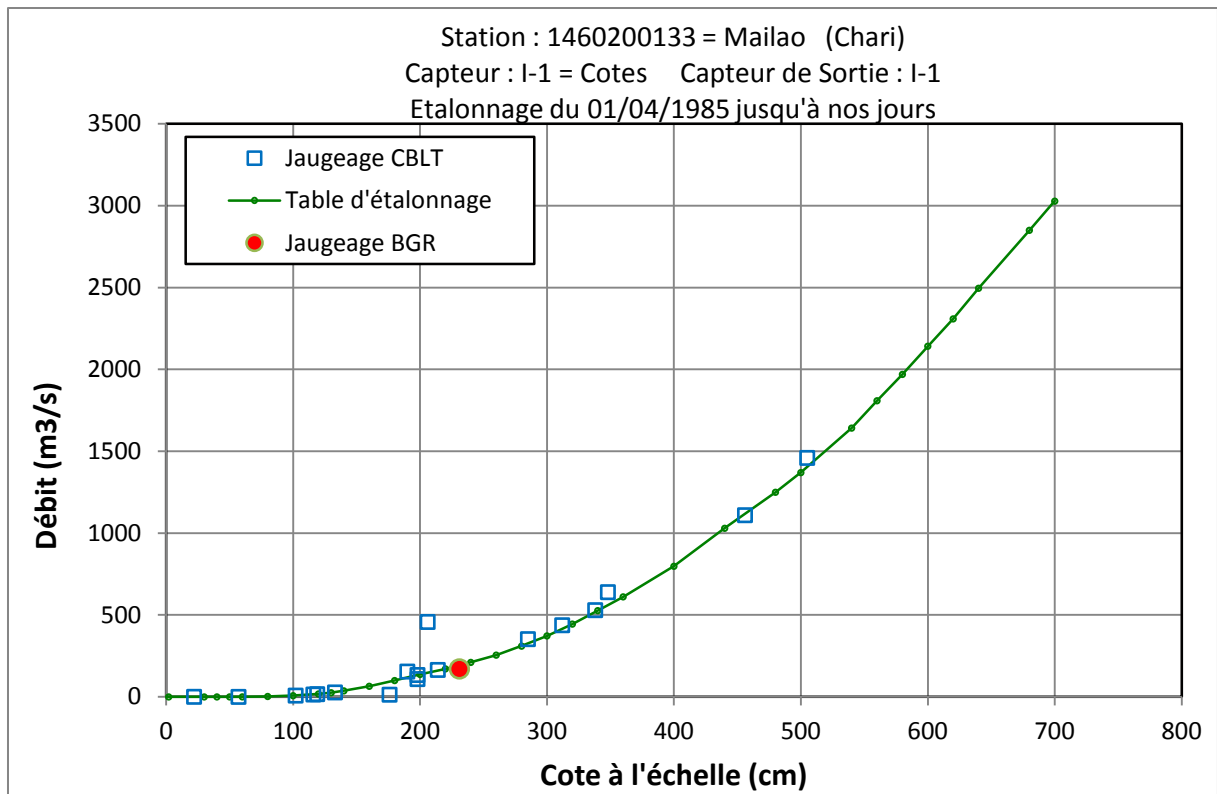


Figure 14 Courbe de tarage à la station Mailao sur le fleuve Chari River

### Fleuve Logone, Station de jaugeage Logone-Gana

Une cote de 1.48 m a été observée à Logone-Gana. Ici aussi la cote baissait légèrement pendant la période dont les mesures ont été menées (Figure 15). L'abaissement de la cote était entre 0 et 2 cm par jour. On peut considérer une cote Presque stable, où aucun effet d'hystérèse ne serait attendu.

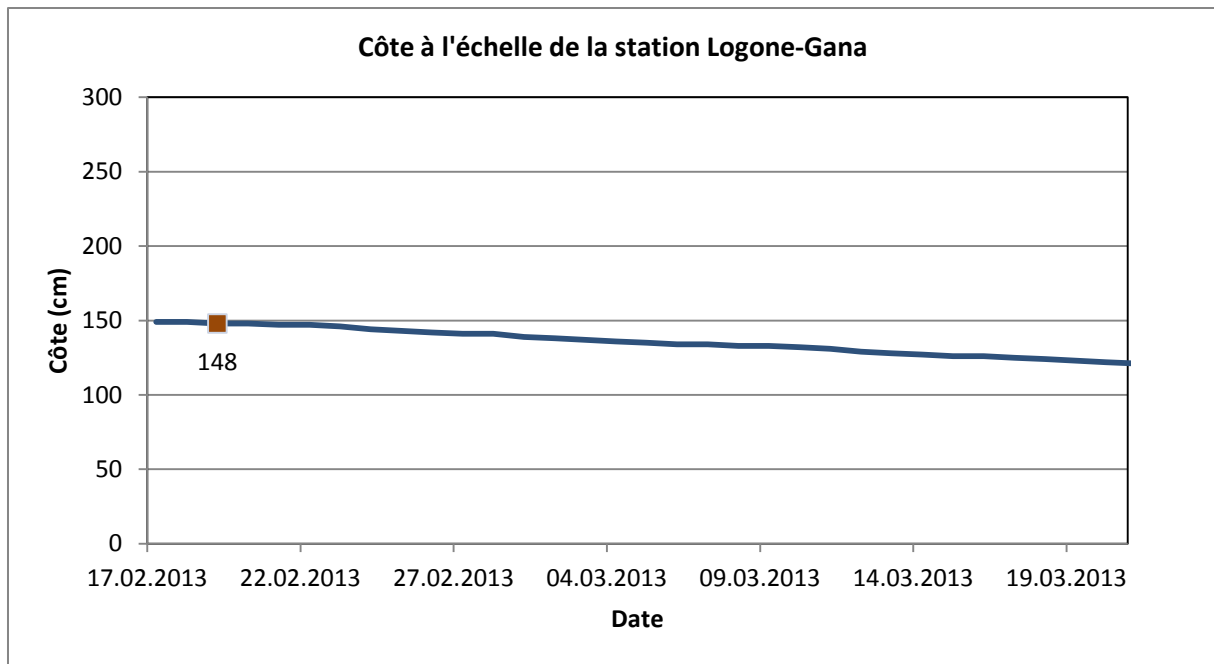


Figure 15 Côte à l'échelle de la station Logone-Gana

Seul deux mesures ont été menées avec chaque instrument. On a du arrêter de mesurer pour des raisons de sécurité.

Le dispositif de la DREM a mené les valeurs suivantes: 63.2 et 79.0 m<sup>3</sup>/s. Ces valeurs diffèrent plus de 5 % entre eux. Pourtant ils ne peuvent pas être considérés pour l'analyse finale. Généralement les mesures devraient être refaites, mais dans ce cas il est impossible.

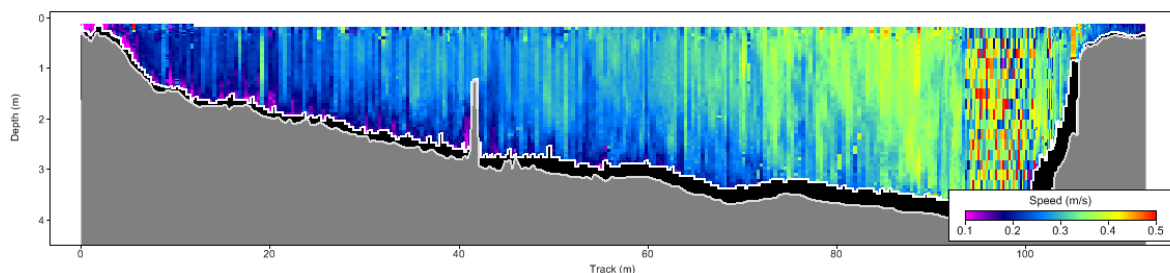


Figure 16 Section verticale obtenue avec le dispositif de la BGR à la station Logone-Gana

Les deux débits mesurés par le dispositif de la BGR (Figure 16) ont été 72.1 et 72.7 m<sup>3</sup>/s. En général deux mesures ne sont pas suffisantes pour déterminer clairement un débit. Comme règle générale, au moins quatre mesures devraient être menées et la déviation entre eux doit être inférieure à 5 %. Le débit final est la moyenne des mesures individuelles. Comme il est impossible de refaire les mesures et la différence entre eux est très petite, ces résultats seront utilisés pour les analyses postérieurs.



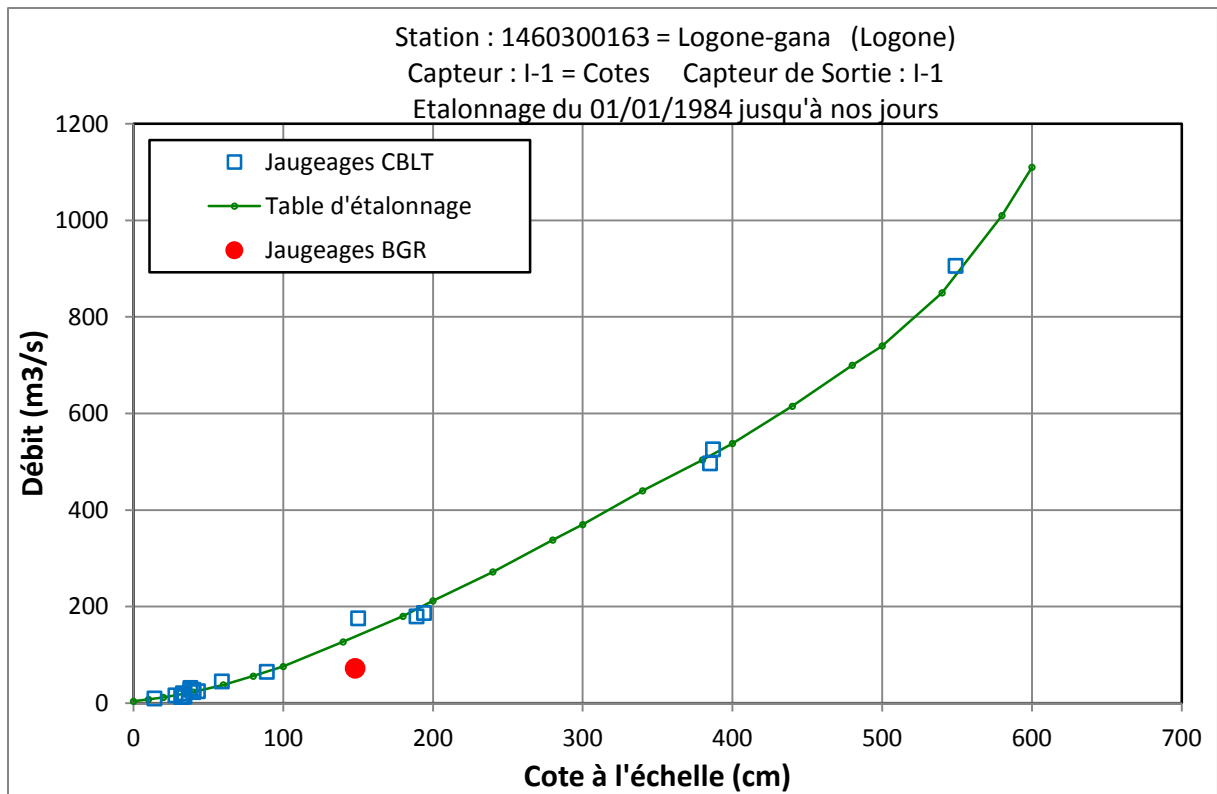


Figure 17 Courbe de tarage à la station Logone-Gana sur le fleuve Logone

Selon la courbe de tarage (Figure 17), le débit correspondant à une cote d'étalonnage de 1.48 m est 138 m<sup>3</sup>/s. La différence entre table d'étalonnage et la valeur mesurée de 72.4 m<sup>3</sup>/s est 47.5 %. Plus de mesures seraient nécessaires pour clarifier les résultats

### Fleuve Koulambou à la station de jaugeage Logone-Gana

Le fleuve Koulambou est un tributaire du fleuve Logone. La station de jaugeage Logone-Gana est située sur ce fleuve quelques 150 m à l'amont de la confluence avec le Logone. La cote mesurée à l'échelle de la station était 1.50 m.

Deux mesures menées avec le dispositif de la DREM (Figure 18) résultent en un débit moyen de 22 m<sup>3</sup>/s.

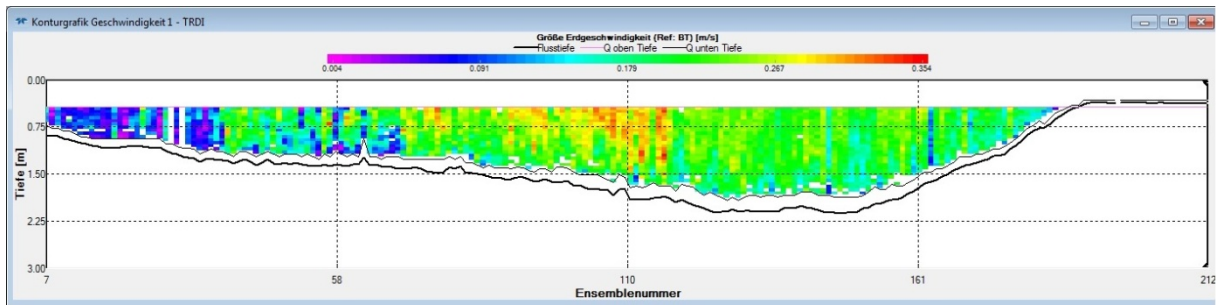


Figure 18 Section vertical du fleuve Kouilambou à la station Logone-Gana mesurée avec le dispositif RDI

Six mesures ont été menées avec le dispositif de la BGR (Figure 19). Le débit moyen obtenu était 21.4 m<sup>3</sup>/s.

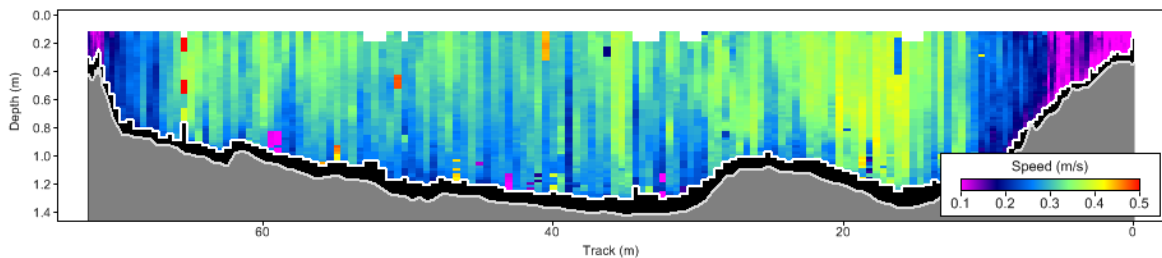


Figure 19 Section vertical du fleuve Kouilambou à la station Logone-Gana

Une courbe de tarage pour le fleuve Kouilambou n'existe pas encore.

### Fleuve Logone, station de jaugeage Bongor

Une côte de 1.18 m a été mesurée sur l'échelle à la station de Bongor. Pendant la période dont les mesures ont été menées, la côte baissait entre 0 et 1 cm par jour (Figure 20). Il s'agit d'une fluctuation très faible, où des effets d'hystérèse ne sont pas attendus.

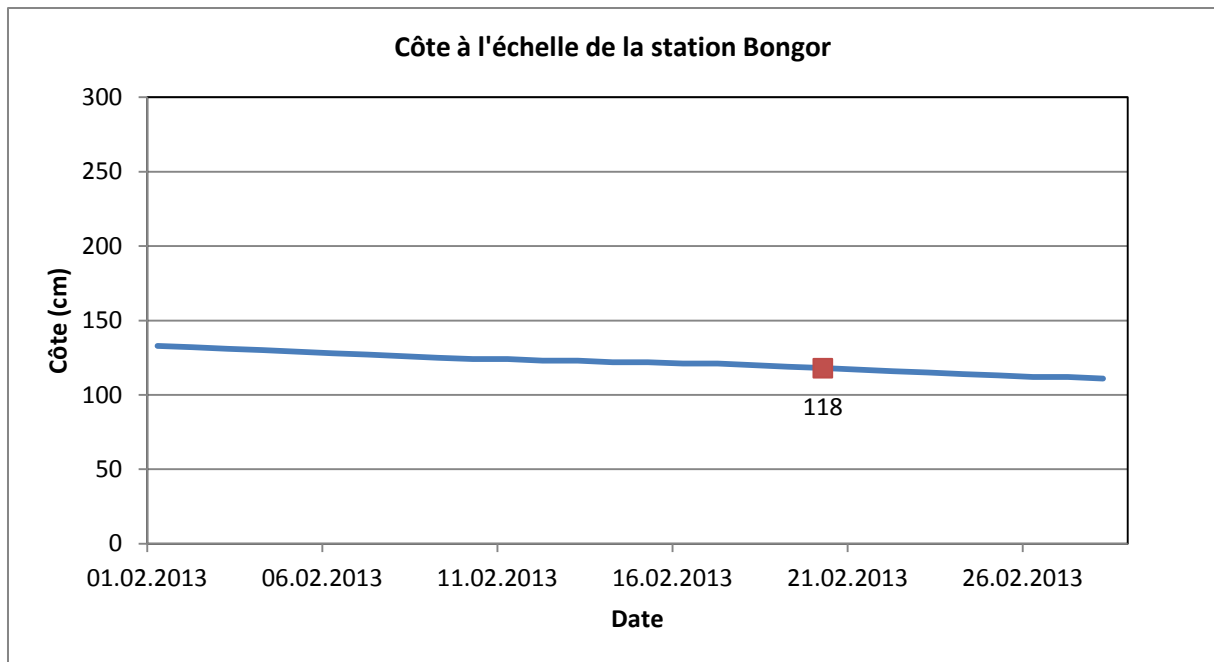


Figure 20 Côte à la station de Bongor

Six mesures ont été menées avec le dispositif de la DREM (Figure 21). Deux de ces résultats diffèrent au-delà de 5 % de la moyenne et ont été exclus de l'analyse. La moyenne des quatre mesures restantes est de 72.1 m<sup>3</sup>/s.

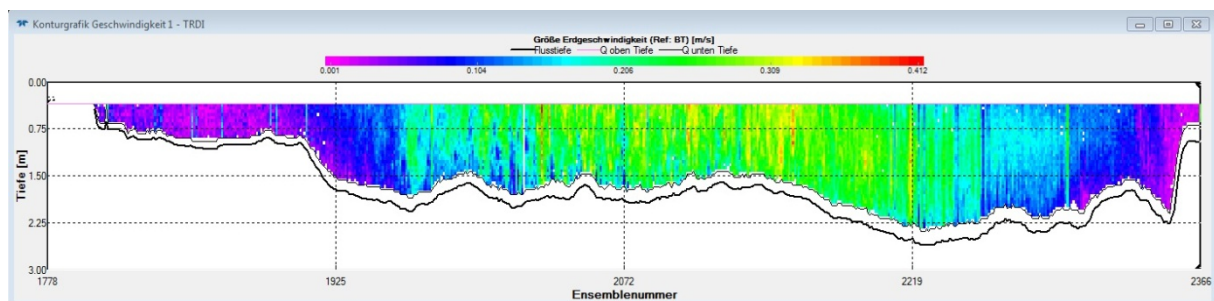


Figure 21 Section vertical du fleuve Logone à la station Bongor

Cinq mesures ont été menées avec le dispositif SonTec River Surveyor de la BGR à la station Bongor (Figure 22). Toutes les mesures sont dans le rang acceptable. La moyenne des mesures individuelles est 73.3 m<sup>3</sup>/s.

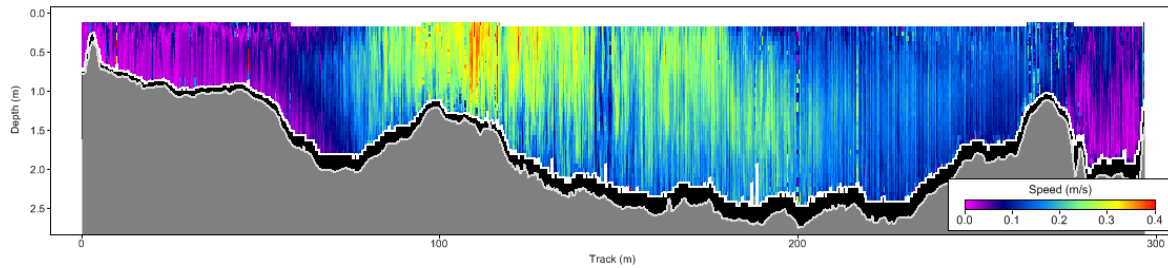


Figure 22 Section vertical à la station Bongor mesurée avec le dispositif de la BGR

Selon la courbe de tarage (Figure 23), le débit correspondant à une côte de 1.18 m est 89 m<sup>3</sup>/s. Le débit mesuré est environ 18 % plus faible.

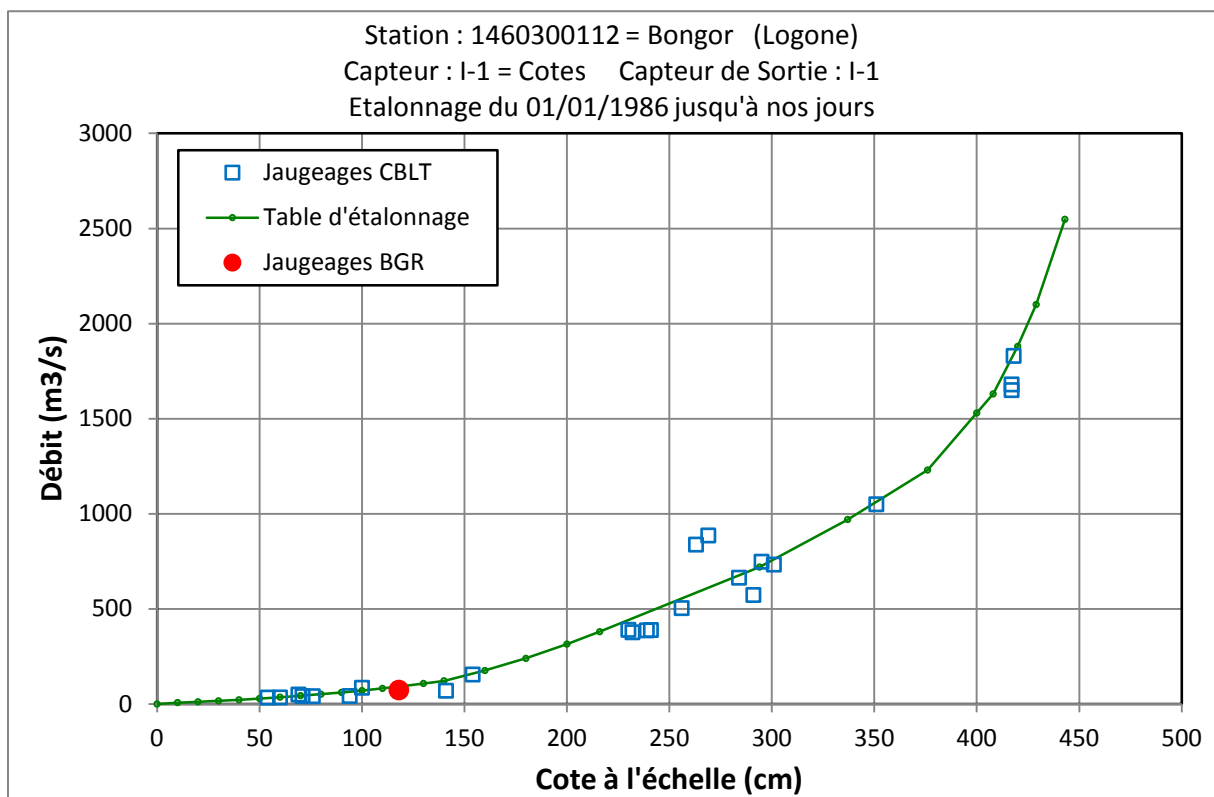


Figure 23 Courbe de tarage du fleuve Logone à la station Bongor

## 7 Conclusions générales

Les débits mesurés pendant la mission sont en général plus faibles que les valeurs lues des tables d'étalonnage existantes.

Les débits mesurés avec deux dispositifs ADCP différents de la DREM et BGR, soit en utilisant un canot pneumatique Zodiac avec moteur ou en ramant, ainsi que les valeurs des tables d'étalonnage sont comparés dans la table qui suit.

Table 1 Comparaison des résultats

Stations	Table d'étalonnage (m <sup>3</sup> /s)	ADCP(DREM) (m <sup>3</sup> /s)	ADCP(BGR) (m <sup>3</sup> /s)	Observations
N'Djamena TP	300	226.023	228.980	Table > BGR > DREM
Mailao (Chari)	191.5	-	171	Table > BGR
Logone-Gana	138	63.152 – 79.039	72.430	Table > BGR, DREM invalide
Koulambou (Gana)	-	21.956	21.355	DREM > BGR
Bongor	89	72.109	73.255	Table > BGR > DREM

Les valeurs mesurées ne montrent pas des différences significatives entre eux. Aucune divergence typique ou marquante n'a été déterminée entre les résultats obtenus avec les deux dispositifs.

Les courbes de tarage ont été développées en partie avec des mesures anciennes (quelques valeurs proviennent de 1983).

Pendant la saison et dans la région où les mesures ont été menées, le fleuve Logone montre une perte de débit vers l'aval. À la station Logone-Gana, les mesures ont été menées à l'aval de la confluence entre Logone et Koulambou. À l'amont, à Bongor, le fleuve Logone a un

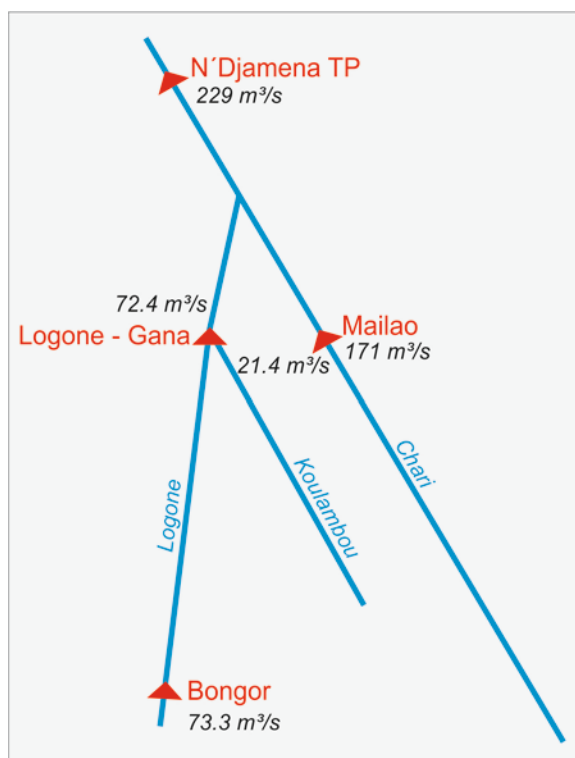


Figure 24 Perte de débit du fleuve Logone

débit de 73.3 m<sup>3</sup>/s, et le fleuve Koulambou un débit de 21.4 m<sup>3</sup>/s. La somme des deux donne un débit de 94.7 m<sup>3</sup>/s qui devrait être mesuré à l'aval si on assume qu'il n'y a pas des influences externes. Mais à Logone-Gana seul un débit de 72.4 m<sup>3</sup>/s a été mesuré, qui est moins de 22.3 m<sup>3</sup>/s. En plus, le débit de 72.4 m<sup>3</sup>/s du Logone à la station Logone-Gana plus le débit de 171 m<sup>3</sup>/s du Chari à la station de jaugeage Mailao donnent un débit de 243.4 m<sup>3</sup>/s qui devrait être mesuré à l'aval de la confluence des deux fleuves. À la station de jaugeage N'Djamena TP un débit de 229 m<sup>3</sup>/s a été mesuré, qui est 14.4 m<sup>3</sup>/s inférieur à la somme des débits des deux fleuves à l'amont.

## 8 Recommandations

Comme les stations de jaugeage sont exposées à un risqué de dommage pendant les hautes eaux dans la saison de pluie et l'usage par la population, les échelles doivent être examinées après chaque saison de pluie. Il faut assurer que les échelles sont fixées proprement aux piliers. En plus, l'ajustement correct doit être vérifié par nivellement d'une ou mieux deux repères qui font partie de la station de jaugeage

Comme les courbes de tarage ont été développées en part avec des données très anciennes et toutes les mesures de la mission montrent en général des valeurs inférieurs à ceux de la courbe, il est recommandé de vérifier les courbes de tarage plus fréquemment avec des mesures actuelles.

Généralement la validité de la courbe de tarage est limitée en temps. La morphologie des fleuves change fréquemment et les courbes de tarage doivent être ajustées pour arriver à des données correctes. Selon le guide DVWK allemand *Manuel pour l'étalonnage des côtes et mesures des débits*, mesures de débits sont nécessaires:

- *au moins trimestriel*
- *dans des stations où les côtes sont soumises à des effets variables, p.ex. végétation aquatique sévère, au moins une fois par mois*
- *après chaque inondation si le lit du fleuve a la tendance à changer*
- *peu après et, si possible, avant chaque élimination de végétation aquatique du fleuve*
- *en plus pendant les périodes de basses eaux et, si possible, plusieurs fois pendant chaque inondation*
- *dans des stations avec des déversoirs fixes et débordement livre une ou deux fois par an pour des contrôles*

Ces points seront négligés si on peut assumer que la végétation aquatique ne sera jamais éliminée et qu'il n'y a pas des effets variables sur la côte.

Il est très important de mesurer après la saison de pluie. À partir des résultats, il es possible de déterminer si le lit du fleuve a changé pendant les inondations et si la courbe de tarage est encore valide.

Si la section verticale du fleuve a été modifiée, des mesures additionnelles sont nécessaires.

Comme l'ADCP de la DREM est maintenant utilisable et l'opérateur a été formé pour son application, les valeurs des débits pour tables d'étalonnage existantes devraient être revues et une table d'étalonnage pour le fleuve Koulambou devrait être produite. En plus, il est recommandé de réinstaller la station de jaugeage Katoa avant la prochaine saison de pluie.

Il est très important de mesurer dans des hautes eaux quand la côte est stable. Des changements rapides de cote conduisent à des effets d'hystérèse. Ces effets d'hystérèse produisent relations cote/débit qui ne sont pas applicables pour la production des courbes de.

## 9 Résumé étendu

Mesures de débit sur les fleuves Chari et Logone ont été menées entre le 15 et le 21 février 2013 avec deux différents ADCP (Acoustic Doppler Currentmeter Profiler), l'un appartenant à la BGR et l'autre à la DREM (Direction de Ressources en Eau et Météorologie du Tchad). Les mesures ont été menées par les auteurs et des experts de la CBLT et de la DREM.

Débites et cotes ont été mesurés dans quatre stations de jaugeage pendant la mission et une des stations a été réhabilitée. Le dispositif ADCP de la DREM a été mis en fonctionnement après six années de non utilisation.

Les mesures ADCP donnent en général des débits inférieurs aux valeurs lues des tables d'étalonnage de la DREM mises à disposition par la CBLT. Les différences entre les valeurs arrivent à 10 – 50 %. Quelques mesures dont les courbes se basent sont très anciennes et proviennent de 1983.

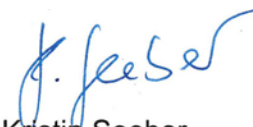
Il est recommandé d'utiliser l'ADCP fréquemment pour valider les courbes d'étalonnage existantes.

Le fleuve Logone montre une perte de débit vers l'aval. Ce ne compte que pour la section du fleuve analysée et pour la saison dans laquelle les mesures ont été menées. La somme des débits sur le fleuve Chari à la station Mailao et sur le fleuve Logone à Bongor, Koulambou et Logone-Gana donnerait un débit total de 265.7 m<sup>3</sup>/s après la confluence, mais à la station N'Djamena TP seul un débit de 229 m<sup>3</sup>/s a été mesuré.

Hanovre et N'Djamena, 10.07.2013



Torsten Krekeler  
BGR Monitoring Expert



Kristin Seeber  
CBLT – BGR Project

## 10 Références

DVWK, 1990 (actuellement: DWA – Association Allemande pour l'Eau, Eaux Usées et Déchets) Guide 301/1990. Manuel l'étalonnage des côtes et mesures des débits, Hennef 1990



# ANNEXE



# Rapport sur Mesure de Débit

Date des mesures : jeudi 21 février 2013

Informations sur le Site		Informations sur la Mesure	
Nom du Site	n'djamena tp	Opérateurs	cbt
Numéro de Station	1	Embarcation / Moteur	rb
Localisation	chari	Numéro de Mesure	1

Informations sur le Système		Installation Système		Unités	
Type de système	RS-M9	Immersion du Capteur (m)	0,06	Distance	m
Numéro de série	2456	Salinité (ppt)	0,0	Vélocité	m/s
Version du Firmware	2.00	Déclinaison Magnétique (degrés)	0,5	Surface	m2
Version de RiverSurveyor Live	3.01			Débit	m3/s
				Température	°C

Réglages du Calcul de Débit				Résultats de Débit	
Méthode de Suivi	Suivi de fond	Méthode Berge de Gauche	Berge Inclinée	Largeur (m)	283,55
Méthode de Profondeur	Faisceau vertical	Méthode Berge de Droite	Berge Inclinée	Section (m2)	1 020,5
Système de Coordonnées	ENU	Type d'ajustement en Haut	Coeff. ajustable	Vitesse Moy. (m/s)	0,226
		Type d'ajustement du Fond	Coeff. ajustable	Q total (m3/s )	228,969

Résultats de Mesure																		
N° Tr	Heure		Distance					Vél. moy.		Débit						%		
	#	Heure	Durée	Temp.	Parc.	Corrig.	Largeur	Surface	Bateau	Eau	Gauche	Droite	Haut	Moyen	Fond		Total	LCTotal
1	B	13:40:27	0:10:18	25,3	305,14	297,41	301,41	1 147,2	0,494	0,203	0,08	-0,01	18,22	188,96	25,40	232,638	--	81,2
2	B	14:07:59	0:09:02	25,4	272,05	266,38	270,38	969,3	0,502	0,231	-0,01	-0,04	16,78	183,95	22,99	223,675	--	82,2
3	B	14:25:34	0:15:32	25,6	270,80	263,45	280,45	929,6	0,291	0,248	0,03	-0,09	17,59	189,64	23,64	230,823	--	82,1
4	B	14:44:44	0:14:19	25,6	282,77	265,94	281,94	1 036,0	0,329	0,221	0,00	-0,01	15,97	189,33	23,45	228,742	--	82,8
			<b>Moyenne</b>	25,5	282,69	273,30	283,55	1 020,5	0,404	0,226	0,03	-0,04	17,14	187,97	23,87	228,969	0,000	82,1
			<b>Déviat. std</b>	0,1	13,77	13,97	11,23	82,5	0,095	0,016	0,04	0,03	0,85	2,33	0,91	3,353	0,000	0,6
			<b>Coeff. Variation</b>	0,0	0,049	0,051	0,040	0,081	0,235	0,073	1,401	-0,824	0,049	0,012	0,038	0,015	0,000	0,007

Durée d'utilisation : 0:49:11

Tr1=20130221134025.riv; Tr2=20130221140758.riv; Tr3=20130221142532.riv; Tr4=20130221144444.riv;

Commentaires
Tr1=20130221134025.riv - motorboot; Tr2=20130221140758.riv - motorboot; Tr3=20130221142532.riv - motorboot; Tr4=20130221144444.riv - motorboot;

Etalonnage du Compas
Résultat : VALIDE
Score excellent.
Interférence magnétique très faible.
Score Etalonnage : M4.00Q9

Test du Système
Test Système : VALIDE

Les paramètres et réglages marqués avec un \* ne sont pas les mêmes pour tous les fichiers

Rapport généré via SonTek RiverSurveyor Live v3.01

Numéro de Station: 6

Numéro de Mesure : 1

Nom de Station: Ndj.TP

Date: 02/21/2013

Equipe:	Largeur: 263.4 m	Traité par:
Bateau/Moteur:	Surface Mouillée: 1030.0 m <sup>2</sup>	Vitesse Moyenne: 0.221 m/s
Niveau d'eau: 1.850 m	Variation niveau d'eau: 0.000 m	Débit: 226 m <sup>3</sup> /s

Méthode Calcul Section: Course moyenne	Profondeur ADCP : 0.250 m	Index de Vit.: 0.00 m/s	Note: 1
Nav. Méthode: Aucune	Ping de Berge.: 10	Ajust. Vitesse Moy.: 0.00 m/s	Débit Usuel : U
Méthode Ecart Type: None (0.0°)	Est. Fond: Puiss. (0.1667)	Surface Usuelle: 0.000 m <sup>2</sup>	Diff.: 0.000%
Echosondeur: Non Utilisé	Est. Surface: Puiss. (0.1667)	Contrôle1: Unspecified	
		Contrôle2: Unspecified	
		Contrôle3: Unspecified	

Seuils de contrôle:		ADCP:
BT Solution 3 Faisceaux Fond: OUI	Vit. Max.: 4.84 m/s	Type/Freq.: Rio Grande / 1200 kHz
WT Solution 3 Faisceaux Courant: NON	Prof. Max. : 8.13 m	Num. Serie: 8547
BT Erreur de Vit, Fond: 0.10 m/s	Prof. Moy.: 3.91 m	Progiciel: 10.16
WT Erreur de Vit. Courant : 1.07 m/s	% Msr.: 65.59	Taille Cell: 25 cm
BT Vit. Verticale Fond: 0.30 m/s	Temp. Eau: Aucune	Silence: 25 cm
WT Vit. Verticale Courant: 1.50 m/s	Temp. ADCP: 25.4 °C	Mode BT : 5
Utiliser Profondeur Moyenne pondérée: OUI		Mode WT: 1
		Pings Fond BT: 1
		Pings Courant WT: 1
		WV : 175

Tests effectués: NON

Nom du Projet: Ndjam\_1.mmt

Tests de Fond Mouvant effectués: NON

Logiciel: 2.08

Tests de Compas effectués: NON

Lieu de Mesure:

Tr	Distance Berge		Ens.	Débit						Larg.	Surf.	Heure		Vit. Moy.		% Invalide		
	G	D		Surface	Milieu	Fond	Gauche	Droite	Total			Début	Fin	Navire	Crt.	Ens.	Cell	
000	D	1.50	2.00	337	41.8	144	29.5	0.209	-0.095	215	266.8	1154.2	13:43	13:50	0.73	0.19	27	3
004	G	2.00	2.00	321	49.2	155	31.3	0.088	-0.095	235	256.3	973.4	14:09	14:16	0.64	0.24	5	1
005	D	2.00	2.00	523	48.8	142	33.1	0.174	-0.096	224	252.5	950.5	14:31	14:42	0.40	0.23	39	2
006	G	2.00	2.00	678	46.1	153	30.9	0.143	0.088	230	277.8	1041.9	14:44	14:58	0.34	0.22	19	0
<b>Moy,</b>		1.88	2.00	464	46.5	148	31.2	0.154	-0.050	226	263.4	1030.0	<b>Total</b>	01:15	0.53	0.22	22	2
<b>ET</b>		0.25	0.00	169	3.43	6.46	1.49	0.051	0.092	8.56	11.4	91.5			0.19	0.02		
<b>ET/M</b>		0.13	0.00	0.36	0.07	0.04	0.05	0.33	1.85	0.04	0.04	0.09			0.35	0.11		

Remarques:

# Rapport sur Mesure de Débit

Date des mesures : samedi 16 février 2013

Informations sur le Site		Informations sur la Mesure	
Nom du Site	Mailao	Opérateurs	BGR/CBLT
Numéro de Station	-	Embarcation / Moteur	Pirigoue
Localisation	Chari	Numéro de Mesure	6

Informations sur le Système		Installation Système		Unités	
Type de système	RS-M9	Immersion du Capteur (m)	0,06	Distance	m
Numéro de série	2456	Salinité (ppt)	0,0	Vélocité	m/s
Version du Firmware	2.00	Déclinaison Magnétique (degrés)	0,5	Surface	m2
Version de RiverSurveyor Live	3.01			Débit	m3/s
				Température	°C

Réglages du Calcul de Débit				Résultats de Débit	
Méthode de Suivi	Suivi de fond	Méthode Berge de Gauche	Berge Inclinée	Largeur (m)	266,03
Méthode de Profondeur	Faisceau vertical	Méthode Berge de Droite	Berge Inclinée	Section (m2)	440,8
Système de Coordonnées	ENU	Type d'ajustement en Haut	Coeff. ajustable	Vitesse Moy. (m/s)	0,389
		Type d'ajustement du Fond	Coeff. ajustable	Q total (m3/s)	171,098

Résultats de Mesure																	
N° Tr	Heure		Distance				Vél. moy.		Débit							%	
#	Heure	Durée	Temp.	Parc.	Corrig.	Largeur	Surface	Bateau	Eau	Gauche	Droite	Haut	Moyen	Fond	Total	LCTotal	Mesuré
1 B	12:13:15	0:10:09	25,9	267,14	257,86	266,86	451,7	0,439	0,376	0,00	0,00	17,61	135,26	16,87	169,744	--	79,7
2 B	12:25:53	0:07:07	24,3	280,02	251,20	260,20	453,0	0,656	0,377	0,05	0,00	17,84	138,97	13,90	170,762	--	81,4
3 B	12:39:14	0:08:09	25,5	263,57	258,09	279,09	468,5	0,539	0,365	0,00	0,03	17,37	137,16	16,20	170,758	--	80,3
4 B	12:48:09	0:09:33	24,2	260,81	256,85	277,85	450,5	0,455	0,380	0,00	-0,01	17,12	138,35	15,68	171,132	--	80,8
5 B	13:01:23	0:08:38	24,7	243,57	240,43	256,43	407,3	0,470	0,422	0,00	0,00	17,77	142,06	12,04	171,870	--	82,7
6 B	13:10:54	0:07:57	24,1	249,60	239,76	255,76	413,5	0,523	0,417	0,00	0,00	19,16	136,04	17,12	172,323	--	78,9
		<b>Moyenne</b>	24,8	260,79	250,70	266,03	440,8	0,514	0,389	0,01	0,00	17,81	137,97	15,30	171,098	0,000	80,6
		<b>Déviat. std</b>	0,7	11,83	7,84	9,51	22,3	0,073	0,022	0,02	0,01	0,65	2,22	1,80	0,833	0,000	1,2
		<b>Coeff. Variation</b>	0,0	0,045	0,031	0,036	0,051	0,142	0,056	2,236	3,158	0,037	0,016	0,117	0,005	0,000	0,015

Durée d'utilisation : 0:51:33

Tr1=20130216121315.riv; Tr2=20130216122553.riv; Tr3=20130216123914.riv; Tr4=20130216124808.riv; Tr5=20130216130124.riv; Tr6=20130216131053.riv;

Commentaires
Tr1=20130216121315.riv - ; Tr2=20130216122553.riv - ; Tr3=20130216123914.riv - ; Tr4=20130216124808.riv - ; Tr5=20130216130124.riv - ; Tr6=20130216131053.riv - ;

Etalonnage du Compas
Résultat : VALIDE
Score excellent.
Interférence magnétique très faible.
Score Etalonnage : M3.00Q9

Test du Système
Test Système : VALIDE

Les paramètres et réglages marqués avec un \* ne sont pas les mêmes pour tous les fichiers

Rapport généré via SonTek RiverSurveyor Live v3.01

# Rapport sur Mesure de Débit

Date des mesures : mardi 19 février 2013

Informations sur le Site		Informations sur la Mesure	
Nom du Site	logone gana	Opérateurs	cbIt
Numéro de Station	2	Embarcation / Moteur	rb
Localisation	logone gana	Numéro de Mesure	3

Informations sur le Système		Installation Système		Unités	
Type de système	RS-M9	Immersion du Capteur (m)	0,06	Distance	m
Numéro de série	2456	Salinité (ppt)	0,0	Vélocité	m/s
Version du Firmware	2.00	Déclinaison Magnétique (degrés)	0,5	Surface	m2
Version de RiverSurveyor Live	3.01			Débit	m3/s
				Température	°C

Réglages du Calcul de Débit				Résultats de Débit	
Méthode de Suivi	Suivi de fond	Méthode Berge de Gauche	Berge Inclinée	Largeur (m)	104,37
Méthode de Profondeur	Faisceau vertical	Méthode Berge de Droite	Berge Inclinée	Section (m2)	304,2
Système de Coordonnées	ENU	Type d'ajustement en Haut	Coeff. ajustable	Vitesse Moy. (m/s)	0,243
		Type d'ajustement du Fond	Coeff. ajustable	Q total (m3/s)	72,436

Résultats de Mesure																	
N° Tr	Heure		Distance					Vél. moy.		Débit						%	
#	Heure	Durée	Temp.	Parc.	Corrig.	Largeur	Surface	Bateau	Eau	Gauche	Droite	Haut	Moyen	Fond	Total	LCTotal	Mesuré
1 B	16:29:11	0:10:19	23,6	101,77	95,88	101,88	346,8	0,164	0,208	0,03	-0,05	5,24	59,37	7,47	72,072	--	82,3
2 B	16:41:24	0:09:20	23,6	116,13	100,86	106,86	261,7	0,207	0,278	0,05	0,07	5,08	62,34	5,26	72,799	--	85,6
		<b>Moyenne</b>	23,6	108,95	98,37	104,37	304,2	0,186	0,243	0,04	0,01	5,16	60,85	6,37	72,436	0,000	83,9
		<b>Déviat. std</b>	0,0	7,18	2,49	2,49	42,6	0,021	0,035	0,01	0,06	0,08	1,48	1,11	0,363	0,000	1,7
		<b>Coeff. Variation</b>	0,0	0,066	0,025	0,024	0,140	0,116	0,145	0,221	5,802	0,016	0,024	0,174	0,005	0,000	0,020

Durée d'utilisation : 0:19:39

Tr1=20130219162910.riv; Tr2=20130219164122.riv;

Commentaires
Tr1=20130219162910.riv - ; Tr2=20130219164122.riv - ;

Etalonnage du Compas
Résultat : VALIDE Score excellent. Interférence magnétique très faible.  Score Etalonnage : M4.00Q9

Test du Système
Test Système : VALIDE

Les paramètres et réglages marqués avec un \* ne sont pas les mêmes pour tous les fichiers

Rapport généré via SonTek RiverSurveyor Live v3.01

Numéro de Station: 2

Numéro de Mesure : 0

Nom de Station: Logone Gana

Date: 02/19/2013

Equipe: Abba/Torsten	Largeur: 107.7 m	Traité par: Abba/Torsten
Bateau/Moteur: Zodiac/Paddle	Surface Mouillée: 363.0 m <sup>2</sup>	Vitesse Moyenne: 0.201 m/s
Niveau d'eau: 1.480 m	Variation niveau d'eau: 0.000 m	Débit: 71.1 m <sup>3</sup> /s

Méthode Calcul Section: Course moyenne	Profondeur ADCP : 0.100 m	Index de Vit.: 0.00 m/s	Note: 1
Nav. Méthode: Aucune	Ping de Berge.: 10	Ajust. Vitesse Moy.: 0.00 m/s	Débit Usuel : U
Méthode Ecart Type: None (0.5°)	Est. Fond: Puiss. (0.1667)	Surface Usuelle: 0.000 m <sup>2</sup>	Diff.: 0.000%
Echosondeur: Non Utilisé	Est. Surface: Puiss. (0.1667)	Contrôle1: Unspecified	
		Contrôle2: Unspecified	
		Contrôle3: Unspecified	

Seuils de contrôle:		ADCP:
BT Solution 3 Faisceaux Fond: OUI	Vit. Max.: 0.877 m/s	Type/Freq.: Rio Grande / 1200 kHz
WT Solution 3 Faisceaux Courant: NON	Prof. Max. : 7.43 m	Num. Serie: 8547
BT Erreur de Vit, Fond: 0.10 m/s	Prof. Moy.: 3.39 m	Progiciel: 10.16
WT Erreur de Vit. Courant : 1.07 m/s	% Msr.: 67.65	Taille Cell: 25 cm
BT Vit. Verticale Fond: 0.30 m/s	Temp. Eau: Aucune	Silence: 25 cm
WT Vit. Verticale Courant: 0.50 m/s	Temp. ADCP: 23.1 °C	Mode BT : 5
Utiliser Profondeur Moyenne pondérée: OUI		Mode WT: 1
		Pings Fond BT: 1
		Pings Courant WT: 1
		WV : 175

Tests effectués: NON

Nom du Projet: 2\_0.mmt

Tests de Fond Mouvant effectués: NON

Logiciel: 2.08

Tests de Compas effectués: NON

Lieu de Mesure: downstream of gauging station

Tr	Distance Berge		Ens.	Débit						Larg.	Surf.	Heure		Vit. Moy.		% Invalide		
	G	D		Surface	Milieu	Fond	Gauche	Droite	Total			Début	Fin	Navire	Crt.	Ens.	Cell	
000	D	2.00	2.00	472	8.39	49.0	5.26	0.228	0.239	63.2	103.2	402.5	16:32	16:38	0.29	0.16	34	2
001	G	1.70	5.00	602	16.2	47.2	13.9	0.119	1.68	79.0	112.1	323.5	16:41	16:49	0.21	0.24	38	0
<b>Moy,</b>		1.85	3.50	537	12.3	48.1	9.59	0.174	0.960	71.1	107.7	363.0	<b>Total</b>	00:17	0.25	0.20	36	1
<b>ET</b>		0.21	2.12	92	5.50	1.32	6.12	0.077	1.02	11.2	6.3	55.9			0.05	0.06		
<b>ET/M</b>		0.11	0.61	0.17	0.45	0.03	0.64	0.44	1.06	0.16	0.06	0.15			0.21	0.31		

Remarques:

Les débit des transects en *italique*, ont un débit total supérieur de 5% au débit moyen

# Rapport sur Mesure de Débit

Date des mesures : lundi 18 février 2013

Informations sur le Site		Informations sur la Mesure	
Nom du Site	Koulambou Gana	Opérateurs	cbIt
Numéro de Station	1	Embarcation / Moteur	rb
Localisation	Koulambou	Numéro de Mesure	1

Informations sur le Système		Installation Système		Unités	
Type de système	RS-M9	Immersion du Capteur (m)	0,06	Distance	m
Numéro de série	2456	Salinité (ppt)	0,0	Vélocité	m/s
Version du Firmware	2.00	Déclinaison Magnétique (degrés)	0,5	Surface	m <sup>2</sup>
Version de RiverSurveyor Live	3.01			Débit	m <sup>3</sup> /s
				Température	°C

Réglages du Calcul de Débit				Résultats de Débit	
Méthode de Suivi	Suivi de fond	Méthode Berge de Gauche	Berge Inclinée	Largeur (m)	82,07
Méthode de Profondeur	Faisceau vertical	Méthode Berge de Droite	Berge Inclinée	Section (m <sup>2</sup> )	86,2
Système de Coordonnées	ENU	Type d'ajustement en Haut	Coeff. ajustable	Vitesse Moy. (m/s)	0,254
		Type d'ajustement du Fond	Coeff. ajustable	Q total (m <sup>3</sup> /s )	21,422

Résultats de Mesure																	
N° Tr	Heure		Distance				Vél. moy.		Débit						%		
#	Heure	Durée	Temp.	Parc.	Corrig.	Largeur	Surface	Bateau	Eau	Gauche	Droite	Haut	Moyen	Fond	Total	LCTotal	Mesuré
1 B	17:03:57	0:03:40	24,9	68,58	66,90	84,90	103,6	0,312	0,202	0,09	0,00	2,59	16,99	1,26	20,923	--	81,2
2 B	17:08:21	0:03:54	24,7	71,11	69,17	81,17	99,2	0,304	0,218	0,08	0,00	2,64	17,54	1,40	21,664	--	81,0
3 B	17:12:32	0:02:55	24,3	67,86	67,27	79,27	85,4	0,388	0,255	0,02	0,00	3,35	16,83	1,54	21,742	--	77,4
4 B	17:15:53	0:03:23	24,1	71,11	68,55	80,55	85,6	0,350	0,251	0,02	0,00	2,70	17,24	1,53	21,481	--	80,3
5 B	17:26:36	0:03:37	23,7	72,30	67,18	74,18	73,8	0,333	0,285	0,11	0,00	2,61	17,04	1,26	21,019	--	81,0
6 B	17:31:45	0:04:03	23,6	82,17	80,36	92,36	69,5	0,338	0,312	0,12	0,00	2,79	17,52	1,27	21,703	--	80,7
		<b>Moyenne</b>	24,2	72,19	69,90	82,07	86,2	0,338	0,254	0,07	0,00	2,78	17,19	1,38	21,422	0,000	80,3
		<b>Déviat. std</b>	0,5	4,72	4,75	5,58	12,3	0,027	0,037	0,04	0,00	0,26	0,27	0,12	0,330	0,000	1,3
		<b>Coeff. Variation</b>	0,0	0,065	0,068	0,068	0,143	0,081	0,147	0,538	0,000	0,095	0,016	0,088	0,015	0,000	0,016

Durée d'utilisation : 0:21:32

Tr1=20130218170357.riv; Tr2=20130218170820.riv; Tr3=20130218171232.riv; Tr4=20130218171551.riv; Tr5=20130218172636.riv; Tr6=20130218173144.riv;

## Commentaires

Tr1=20130218170357.riv - pirogue; Tr2=20130218170820.riv - pirogue; Tr3=20130218171232.riv - pirogue;  
Tr4=20130218171551.riv - pirogue; Tr5=20130218172636.riv - pirogue; Tr6=20130218173144.riv - pirogue;

## Etalonnage du Compas

Résultat : VALIDE

Score excellent.

Interférence magnétique très faible.

Score Etalonnage : M5.00Q9

## Test du Système

Test Système : VALIDE

Les paramètres et réglages marqués avec un \* ne sont pas les mêmes pour tous les fichiers

Rapport généré via SonTek RiverSurveyor Live v3.01



Numéro de Station: 1

Numéro de Mesure : 0

Nom de Station: Logone gana - Koulamban

Date: 02/19/2013

Equipe: Torsten/Djoret	Largeur: 69.8 m	Traité par: Torsten/Djoret
Bateau/Moteur: Zodiac/Paddle	Surface Mouillée: 101.9 m <sup>2</sup>	Vitesse Moyenne: 0.216 m/s
Niveau d'eau: 1.500 m	Variation niveau d'eau: 0.000 m	Débit: 22.0 m <sup>3</sup> /s

Méthode Calcul Section: Course moyenne	Profondeur ADCP : 0.150 m	Index de Vit.: 0.00 m/s	Note: 1
Nav. Méthode: Aucune	Ping de Berge.: 10	Ajust. Vitesse Moy.: 0.00 m/s	Débit Usuel : G
Méthode Ecart Type: None (0.5°)	Est. Fond: Puiss. (0.1667)	Surface Usuelle: 0.000 m <sup>2</sup>	Diff.: 0.000%
Echosondeur: Non Utilisé	Est. Surface: Puiss. (0.1667)	Contrôle1: Unspecified	
		Contrôle2: Unspecified	
		Contrôle3: Unspecified	

Seuils de contrôle:		ADCP:
BT Solution 3 Faisceaux Fond: OUI	Vit. Max.: 1.70 m/s	Type/Freq.: Rio Grande / 1200 kHz
WT Solution 3 Faisceaux Courant: NON	Prof. Max. : 2.12 m	Num. Serie: 8547
BT Erreur de Vit, Fond: 0.10 m/s	Prof. Moy.: 1.47 m	Progiciel: 10.16
WT Erreur de Vit. Courant : 0.15 m/s	% Msr.: 60.24	Taille Cell: 5 cm
BT Vit. Verticale Fond: 0.30 m/s	Temp. Eau: 28.0 °C	Silence: 25 cm
WT Vit. Verticale Courant: 0.50 m/s	Temp. ADCP: 23.1 °C	Mode BT : 5
Utiliser Profondeur Moyenne pondérée: OUI		Mode WT: 11
		WZ : 5
		Pings Fond BT: 1
		Pings Courant WT: 1

Tests effectués: NON

Nom du Projet: gana1\_0.mmt

Tests de Fond Mouvant effectués: NON

Logiciel: 2.08

Tests de Compas effectués: NON

Lieu de Mesure: Downstrem of Gauge Station

Tr	Distance Berge		Ens.	Débit						Larg.	Surf.	Heure		Vit. Moy.		% Invalide		
	G	D		Surface	Milieu	Fond	Gauche	Droite	Total			Début	Fin	Navire	Crt.	Ens.	Cell	
000	D	2.00	5.00	190	7.09	12.9	2.05	0.028	-0.004	22.1	74.7	98.2	13:19	13:24	0.30	0.23	17	3
001	G	1.50	1.50	206	6.11	13.5	2.09	0.034	0.070	21.8	65.0	105.6	13:25	13:30	0.26	0.21	14	3
<b>Moy,</b>		1.75	3.25	198	6.60	13.2	2.07	0.031	0.033	22.0	69.8	101.9	<b>Total</b>	00:10	0.28	0.22	15	3
<b>ET</b>		0.35	2.47	11	0.694	0.429	0.033	0.004	0.052	0.175	6.8	5.3			0.03	0.01		
<b>ET/M</b>		0.20	0.76	0.06	0.11	0.03	0.02	0.14	1.59	0.01	0.10	0.05			0.12	0.06		

Remarques:

# Rapport sur Mesure de Débit

Date des mesures : mercredi 20 février 2013

Informations sur le Site		Informations sur la Mesure	
Nom du Site	logone bongor	Opérateurs	cbIt
Numéro de Station	1	Embarcation / Moteur	rb
Localisation	bongor	Numéro de Mesure	1

Informations sur le Système		Installation Système		Unités	
Type de système	RS-M9	Immersion du Capteur (m)	0,06	Distance	m
Numéro de série	2456	Salinité (ppt)	0,0	Vélocité	m/s
Version du Firmware	2.00	Déclinaison Magnétique (degrés)	0,5	Surface	m2
Version de RiverSurveyor Live	3.01			Débit	m3/s
				Température	°C

Réglages du Calcul de Débit				Résultats de Débit	
Méthode de Suivi	Suivi de fond	Méthode Berge de Gauche	Berge Inclinée	Largeur (m)	286,01
Méthode de Profondeur	Faisceau vertical	Méthode Berge de Droite	Berge Inclinée	Section (m2)	485,5
Système de Coordonnées	ENU	Type d'ajustement en Haut	Coeff. ajustable	Vitesse Moy. (m/s)	0,151
		Type d'ajustement du Fond	Coeff. ajustable	Q total (m3/s )	73,276

Résultats de Mesure																		
N° Tr	Heure		Distance				Vél. moy.		Débit							%		
	#	Heure	Durée	Temp.	Parc.	Corrig.	Largeur	Surface	Bateau	Eau	Gauche	Droite	Haut	Moyen	Fond		Total	LCTotal
1	B	12:38:43	0:14:45	25,7	297,27	273,84	294,84	506,5	0,336	0,144	-0,09	0,00	7,30	59,42	6,40	73,038	--	81,2
2	B	12:55:48	0:12:10	25,7	281,73	269,80	290,80	462,2	0,386	0,155	-0,05	0,00	8,12	57,25	6,41	71,736	--	79,7
3	B	13:08:33	0:18:30	25,9	302,21	272,39	279,39	482,4	0,272	0,154	0,00	0,00	8,05	59,78	6,57	74,396	--	80,3
4	B	13:35:13	0:16:12	26,3	304,15	272,83	275,83	449,3	0,313	0,161	-0,01	0,01	8,17	57,75	6,44	72,368	--	79,8
5	B	13:53:57	0:17:12	26,1	299,05	272,19	289,19	527,1	0,290	0,142	-0,01	-0,04	7,15	61,25	6,48	74,839	--	81,7
			<b>Moyenne</b>	25,9	296,88	272,21	286,01	485,5	0,319	0,151	-0,03	-0,01	7,76	59,09	6,46	73,276	0,000	80,5
			<b>Déviat. std</b>	0,2	7,95	1,33	7,19	28,4	0,040	0,007	0,03	0,02	0,44	1,45	0,06	1,179	0,000	0,8
			<b>Coeff. Variation</b>	0,0	0,027	0,005	0,025	0,059	0,124	0,047	-1,103	-3,173	0,057	0,024	0,009	0,016	0,000	0,010

Durée d'utilisation : 1:18:49

Tr1=20130220123841.riv; Tr2=20130220125547.riv; Tr3=20130220130831.riv; Tr4=20130220133512.riv; Tr5=20130220135355.riv;

Commentaires
Tr1=20130220123841.riv - zodiac paddle; Tr2=20130220125547.riv - zodiac paddle; Tr3=20130220130831.riv - zodiac paddle; Tr4=20130220133512.riv - zodiac paddle; Tr5=20130220135355.riv - zodiac paddle;

Etalonnage du Compas
Résultat : VALIDE Score excellent. Interférence magnétique très faible.
Score Etalonnage : M4.00Q9

Test du Système
Test Système : VALIDE

Les paramètres et réglages marqués avec un \* ne sont pas les mêmes pour tous les fichiers

Rapport généré via SonTek RiverSurveyor Live v3.01

Numéro de Station: 1

Numéro de Mesure : 0

Nom de Station: Bongor

Date: 02/20/2013

Equipe: Tapsala	Largeur: 277.5 m	Traité par: Tapsala
Bateau/Moteur: Zodiac Padle	Surface Mouillée: 477.8 m <sup>2</sup>	Vitesse Moyenne: 0.151 m/s
Niveau d'eau: 1.180 m	Variation niveau d'eau: 0.000 m	Débit: 72.1 m <sup>3</sup> /s

Méthode Calcul Section: Course moyenne	Profondeur ADCP : 0.070 m	Index de Vit.: 0.00 m/s	Note: 1
Nav. Méthode: Aucune	Ping de Berge.: 10	Ajust. Vitesse Moy.: 0.00 m/s	Débit Usuel : U
Méthode Ecart Type: None (0.5°)	Est. Fond: Puiss. (0.1667)	Surface Usuelle: 0.000 m <sup>2</sup>	Diff.: 0.000%
Echosondeur: Non Utilisé	Est. Surface: Puiss. (0.1667)	Contrôle1: Unspecified	
		Contrôle2: Unspecified	
		Contrôle3: Unspecified	

Seuils de contrôle:		ADCP:
BT Solution 3 Faisceaux Fond: OUI	Vit. Max.: 0.601 m/s	Type/Freq.: Rio Grande / 1200 kHz
WT Solution 3 Faisceaux Courant: NON	Prof. Max. : 2.99 m	Num. Serie: 8547
BT Erreur de Vit, Fond: 0.10 m/s	Prof. Moy.: 1.72 m	Proiciel: 10.16
WT Erreur de Vit. Courant : 0.15 m/s	% Msr.: 71.32	Taille Cell: 5 cm
BT Vit. Verticale Fond: 0.30 m/s	Temp. Eau: 26.0 °C	Mode BT : 5
WT Vit. Verticale Courant: 0.50 m/s	Temp. ADCP: 25.1 °C	Mode WT: 11
Utiliser Profondeur Moyenne pondérée: OUI		WZ : 5
		Pings Fond BT: 1
		Pings Courant WT: 1

Tests effectués: OUI

Nom du Projet: Bongor\_0.mmt

Tests de Fond Mouvant effectués: NON

Logiciel: 2.08

Tests de Compas effectués: NON

Lieu de Mesure: Gage station

Tr	Distance Berge		Ens.	Débit						Larg.	Surf.	Heure		Vit. Moy.		% Invalide		
	G	D		Surface	Milieu	Fond	Gauche	Droite	Total			Début	Fin	Navire	Crt.	Ens.	Cell	
001	G	1.50	1.00	463	14.6	52.4	5.83	-0.002	0.007	72.8	275.1	500.6	12:39	12:52	0.36	0.14	4	1
002	D	0.30	2.00	383	14.8	50.0	5.58	-0.001	0.037	70.5	269.7	461.0	12:55	13:06	0.42	0.15	5	2
003	G	0.50	1.00	589	14.3	53.8	5.92	-0.005	-0.003	74.0	288.6	504.1	13:09	13:26	0.31	0.15	5	1
004	D	1.00	1.00	499	15.8	49.5	5.94	-0.002	0.003	71.2	276.4	445.6	13:35	13:50	0.34	0.16	3	1
<b>Moy,</b>		0.83	1.25	483	14.9	51.4	5.82	-0.003	0.011	72.1	277.5	477.8	<b>Total</b>	01:11	0.36	0.15	4	1
<b>ET</b>		0.54	0.50	85	0.642	2.02	0.164	0.002	0.018	1.60	8.0	29.0			0.05	0.01		
<b>ET/M</b>		0.65	0.40	0.18	0.04	0.04	0.03	0.69	1.62	0.02	0.03	0.06			0.14	0.04		

Remarques:



Teledyne RD Instruments

# Workhorse Rio Grande

Versatile River Discharge Measurement System

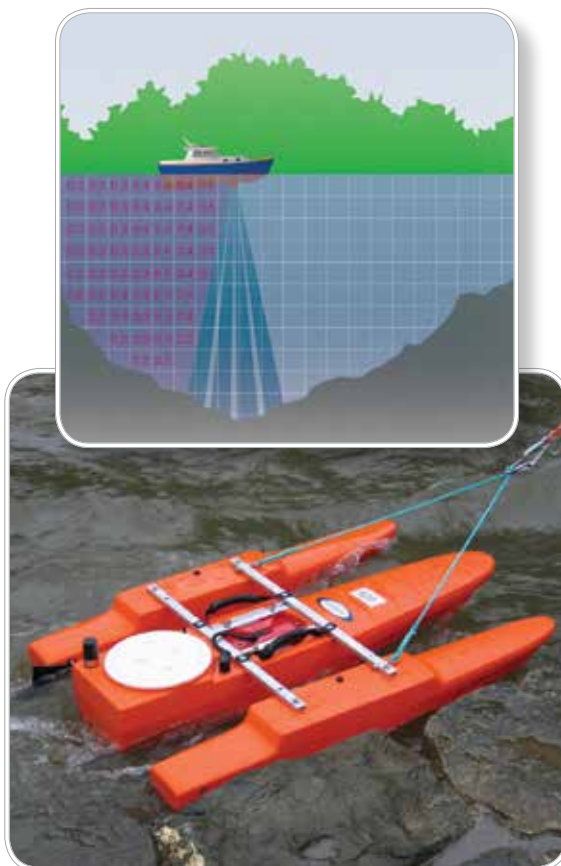
## The Industry Standard

The WORKHORSE RIO GRANDE ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) is an accurate, rapid-sampling current profiling system designed to operate from a moving boat. The result is the fastest, safest, and most flexible method for measuring discharge.

The Rio Grande can be used for a wide range of river conditions, from shallow 0.5m deep streams to rushing rivers and tidal estuaries where no prior discharge data exists.

The advantages will revolutionize the way you collect data, resulting in more productive, diverse, and cost-effective river surveys; reduced lifetime equipment costs; and the highest-quality data sets available.

*Teledyne RDI's Rio Grande ADCP allows you to collect real-time discharge measurements from any moving platform—from small tethered boats to inland survey vessels.*



### PRODUCT FEATURES

- **Accurate:** Teledyne RDI's Broadband technology allows for small depth cells and fast transects, allowing for highly accurate and repeatable velocity and discharge measurements.
- **Compatible:** The Rio Grande is designed to integrate with external sensors including GPS, depth sounder, and an external compass via WinRiver II Windows-based software.
- **Robust:** The Rio Grande boasts low flow or weak current measurement capability with high-precision modes (equipped as standard).
- **Versatile:** The unit's large depth range profiling capability that allows one unit to be used in both dry season (shallow and low flow) and flood season (high stage and strong flow) for the same site.
- **User-friendly:** The system includes comprehensive and multi-language data acquisition and processing software with standard discharge summary table.



# Workhorse Rio Grande

Versatile River Discharge Measurement System



## TECHNICAL SPECIFICATIONS

		WHR600 600kHz	WHR1200 1200kHz	
<b>Water Velocity Profiling</b>	Profiling range	0.7m <sup>1</sup> to 75m <sup>2</sup>	0.3m <sup>1</sup> to 25m <sup>2</sup>	
	Velocity range	..... ±5m/s default, ±20m/s maximum .....		
	Accuracy	..... ±0.25% of water velocity relative to ADCP, ±2mm/s .....		
	Resolution	1mm/s	1mm/s	
	Number of cells	1-128	1-128	
	Cell size	0.1m to 4m	0.05m to 2m	
	Blanking distance	0.25m	0.05m	
	Data output rate	1-2Hz (typical)	1-2Hz (typical)	
<b>Bottom Tracking</b>	Velocity range	±9.5m/s	±9.5m/s	
	Depth range	0.8m to 90m <sup>2</sup>	0.5m to 30m <sup>2</sup>	
	Accuracy	..... ±0.25% of bottom velocity relative to ADCP, ±2mm/s .....		
	Resolution	1mm/s	1mm/s	
<b>Depth Measurement</b>	Range	0.8m to 90m <sup>2</sup>	0.5m to 30m <sup>2</sup>	
	Accuracy	±1% <sup>3</sup> ±1cm	±1% <sup>c</sup> ±1cm	
	Resolution	1mm/s <sup>4</sup>	1mm/s <sup>4</sup>	
<b>Standard Sensors</b>	Temperature	-5°C to 40°C	Tilt (pitch and roll)	Compass
	Range	±15°	0-360°	
	Accuracy	±0.5°	±2°	
	Resolution	0.01°	0.01°	
<b>Operation Modes</b>	Standard profiling mode (Broadband)	Mode 1		
	High precision profiling mode (included)	Mode 5 and Mode 11		
	High ping profiling mode (optional)	Mode 12		
	Shallow water bottom tracking mode (optional)	Bottom tracking Mode 7		
<b>Transducer and Hardware</b>	Configuration	Janus four beams at 20° beam angle		
	Internal memory	Optional flash PC card up to 2GB		
<b>Software<sup>5</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WinRiver II (standard) for moving-boat measurement</li> <li>• SxS Pro (optional) for stationary measurement; comes with an uncertainty model for in situ quality evaluation and control</li> </ul>			
<b>Communications</b>	Serial (standard)	RS-232, 1200 to 115,200 baud rate		
	Radio modem (optional)	Range >30km (line of sight)		
<b>Integration</b>	With GPS, depth sounder, or external gyrocompass: available through RS232 to PC with WinRiver II software			
<b>Power</b>	Input voltage	10.5-18V DC		
	Power consumption	1.5W typical		
<b>Float (optional)</b>	Configuration	Three hulls (trimaran)		
	Material	Polyethylene		
	Dimensions	Length 120cm, width 80cm, height 18cm		
	Weight	10kg bare; 17kg with instrument and battery		
<b>Environmental</b>	Operating temperature	-5°C to 45°C		
	Storage temperature	-20°C to 50°C		

1 Assume one good cell (minimum cell size) with high-precision profiling mode; range measured from transducer surface.  
 2 Assume fresh water; actual range depends on temperature and suspended solids concentration.  
 3 Assume uniform water temperature and salinity profile.  
 4 For averaged depth data.  
 5 For system setup, data acquisition, discharge calculation, data display, and summary report

# RiverSurveyor

Useful options and accessories make the RiverSurveyor a complete, turn-key solution!



**Mobile Handheld:** RiverSurveyor Live! Mobile running on a SonTek-provided handheld device makes one-man system operation simple. (Model subject to change.)



**Power/Communications:** The Power/Communications Module (PCM) for the S5 and the M9 features rechargeable battery packs. It can be factory-configured with Bluetooth®, spread spectrum radio, SBAS-GPS, or RTK GPS.



**RTK GPS:** The optional SonTek RTK GPS<sup>3</sup> solution is easy to use and offers an incredibly precise, fully integrated boat speed solution to augment, or be an alternative to, bottom tracking.



**SonTek HydroBoard:** All-in-one, rugged and easy to transport, choose from two laminated foam HydroBoard options:

- Short: 36" (91cm)
- Long: 48" (122cm)



**HydroBoard Bags:** Outfitted with back pack and shoulder straps, these bags offer the perfect transportation option for both the short and long HydroBoards.



**Boat Mount:** Delrin/aluminum fixture that is custom designed for the M9 or S5 to facilitate mounting over the side of a boat.



**Trimaran:** Contact SonTek for trimaran solutions to fit special applications.

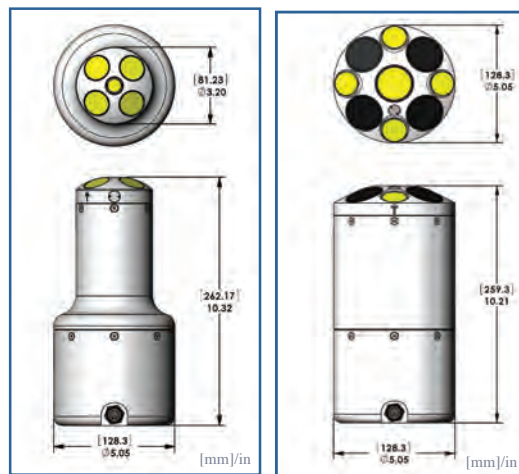
	S5	M9
<b>SPECIFICATIONS</b>		
<b>Velocity Measurement</b>		
-Profiling Range (Distance)	0.06m to 5m	0.06m to 40m
-Profiling Range <sup>1</sup> (Velocity)	+/- 20 m/s	+/- 20 m/s
-Accuracy <sup>1</sup>	Up to +/- 0.25% of measured velocity; +/- 0.2cm/s	Up to +/- 0.25% of measured velocity; +/- 0.2cm/s
-Resolution	0.001 m/s	0.001 m/s
-Number of Cells	Up to 128	Up to 128
-Cell Size	0.02m to 0.5m	0.02m to 4m
<b>Transducer Configuration</b>	Five (5) Transducers; 4-beam 3.0 MHz Janus at 25° Slant Angle; 1.0 MHz Vertical Beam	Nine (9) Transducers; Dual 4-Beam 3.0 MHz/1.0 MHz Janus at 25° Slant Angle; 0.5 MHz Vertical Beam
<b>Depth Measurement</b>		
-Range	0.20m to 15m	0.20m to 80m
-Accuracy	1%	1%
-Resolution	0.001m	0.001m
<b>Discharge Measurement</b>		
-Range with Bottom-Track	0.3m to 5m	0.3m to 40m
-Range with RTK GPS or DGPS	0.3m to 15m	0.3m to 80m
-Computations	Internal	Internal

## S5/M9 Additional Specifications

- Temperature Sensor
  - Resolution: ± 0.01° C
  - Accuracy: ± 0.1° C
- Compass/Tilt (Solid State Type)
  - Range: 360°
  - Heading Accuracy: ± 2°
  - Pitch/Roll: ± 1°
- Internal Recorder Size: 8GB
- Power/Communications
  - 12 - 18v DC
  - RS232 Communications
  - RS232 Serial GPS Input
  - Max Data Output Rate: 2 Hz
  - Internal Sampling Rate: Up to 70 Hz
- Physical/Environmental
  - Depth Rating: 50m
  - Operating Temperature: -5° to 45° C
  - Storage Temperature: -10° to 70° C

## Power Communications Module

- Batteries
  - Type: Rechargeable
  - Capacity/duration: 8 hours of continuous operation (4 hours with RTK GPS enabled)
- Telemetry Options/Range
  - Bluetooth (Mobile Device): 75m
  - Bluetooth (Laptop): 300m
  - Spread Spectrum Radio: 1000m
- GPS Options
  - SBAS GPS Horizontal Accuracy<sup>2</sup>: <1.0m
  - RTK GPS Horizontal Precision<sup>2,3</sup> (repeatability): <0.03m



RiverSurveyor-S5 RiverSurveyor-M9

- Weight in Air: 1.1 kg (2.5 lb)
- Weight in Water: -0.3 kg (-0.7 lb)
- Weight in Air: 2.3 kg (5.0 lb)
- Weight in Water: -0.6 kg (-1.3 lb)



SonTek/YSI  
9940 Summers Ridge Road  
San Diego, CA 92121, USA  
Tel: +1 (858) 546-8327  
Fax: +1 (858) 546-8150  
Email: inquiry@sontek.com

SonTek/YSI, founded in 1992 and advancing environmental science in over 100 countries, manufactures affordable, reliable acoustic Doppler instruments for water velocity measurement in oceans, rivers, lakes, harbors, estuaries, and laboratories.

SonTek, RiverSurveyor and SmartPulseHD are trademarks of YSI Inc., Yellow Springs, OH, USA. The RiverSurveyor is made in the USA. Specifications are subject to change without notice. Mention of the USGS does not imply endorsement. Lit. S05-02-1110.

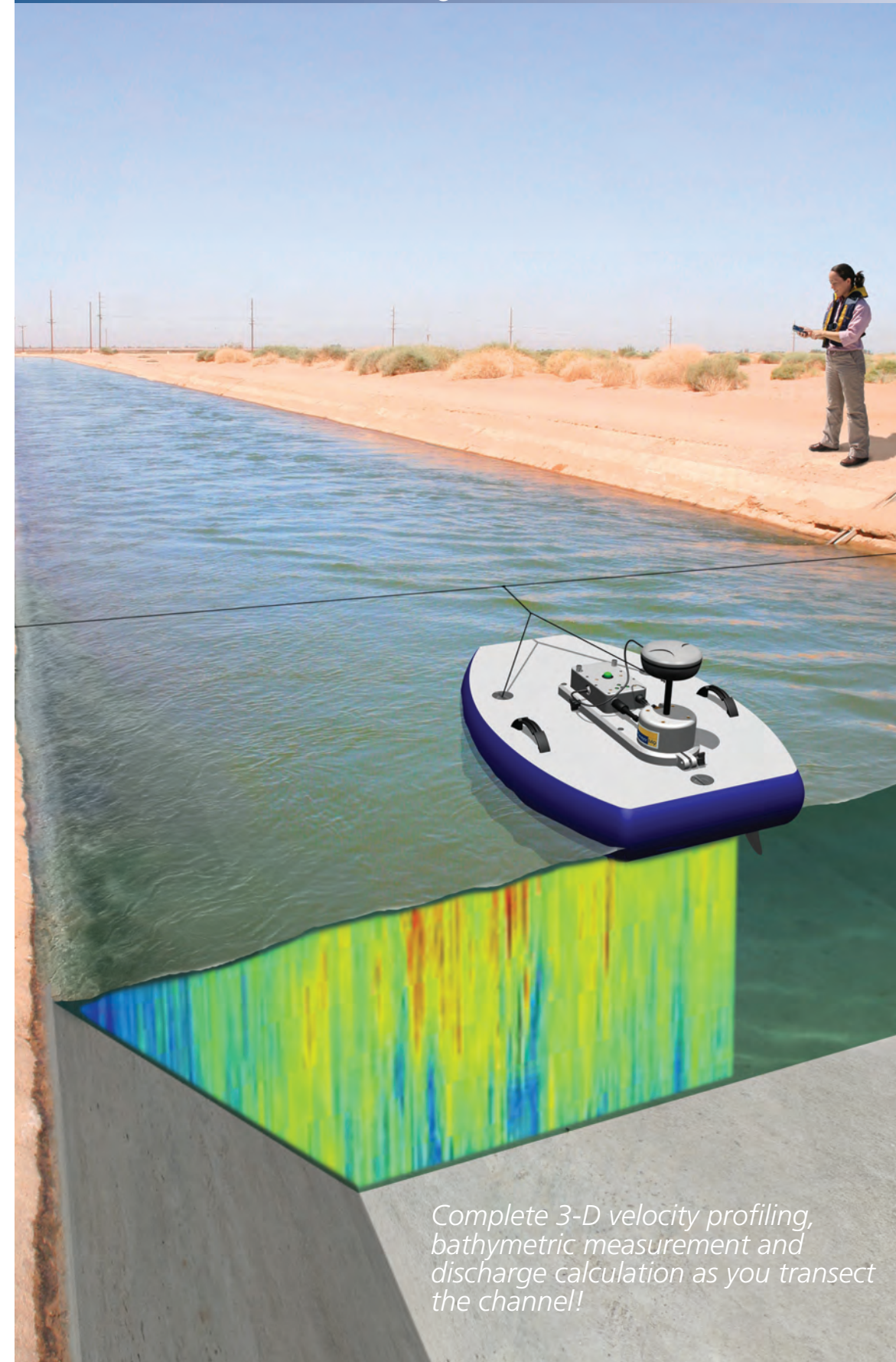
sontek.com



<sup>1</sup>Please contact SonTek/YSI for accuracies better than 1%, or velocities >10 m/s.  
<sup>2</sup>Depends on multipath environment, antenna selection, number of satellites in view, satellite geometry, and ionospheric activity.  
<sup>3</sup>Contact SonTek for details about RTK GPS performance and specifications.

# RiverSurveyor<sup>®</sup>

## Instant Discharge Measurements



Complete 3-D velocity profiling, bathymetric measurement and discharge calculation as you transect the channel!

# RiverSurveyor<sup>®</sup>

## Instant Discharge Measurements

Sound Principles. Good Advice.

Discharge  
Bathymetry  
Current Profiling



Taken to Incredible Extremes.



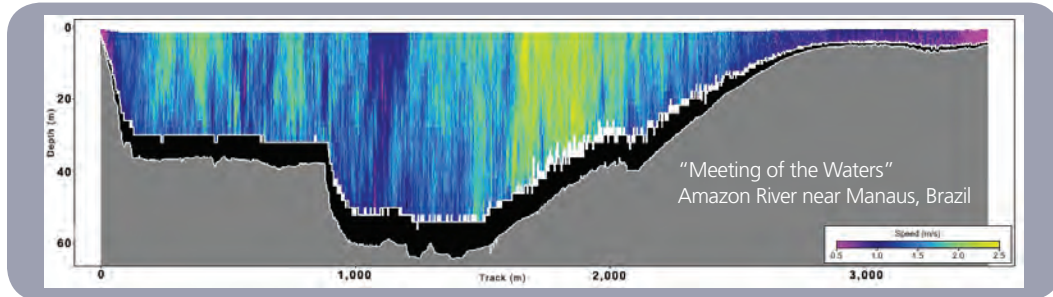
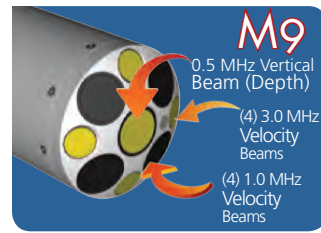
It's an immense goal - to build a river discharge measurement system without the traditional limitations. It had to be small, portable and easy to use. It had to be so robust that it could measure in extreme flood or drought situations without changing instruments or user settings. It had to provide high definition data for critical decision making. And the data had to be immediately recognizable in the palm of your hand. The results speak for themselves, the SonTek RiverSurveyor S5 and M9 are revolutionizing the way discharge is measured in rivers and canals.

It's a SonTek exclusive - multiple acoustic frequencies with **SmartPulseHD™** make for the most robust and continuous shallow-to-deep measurements ever. An array of four deterministic microcontrollers expertly apportion the proper acoustics, pulse scheme, and cell size so you can focus on the measurement - not the instrument setup. The system even has a vertical beam for accurate channel definition - and it's all designed to work intuitively. Slow to fast, shallow

to deep, RiverSurveyor handles it all on the fly.

Leading edge technologies such as Bluetooth®, spread spectrum radio, handheld computers, and RTK (Real-Time Kinematic) GPS are all incorporated to elevate performance and expand utility.

(Below) Harness the shallow-to-deep capability, as seen in this data set showing profile range to over 40m.

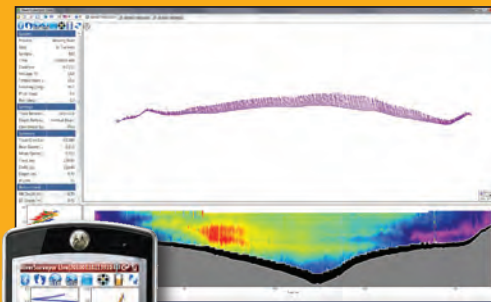


Display. Process. Analyze.

Exceed your expectations both during and after the measurement with the RiverSurveyor Live! software suite for both PC and mobile platforms. All programs take full advantage of SmartPulseHD™ and the intelligent software ensures no loss of data during telemetry dropouts. Easily switch between computer or mobile devices during mid-measurement. Several quality indicators and statistics with selectable graphics provide instant feedback on data collection. Multi-language support includes Afrikaans, Catalan, Chinese, English (UK & US), French, German, Hungarian, Italian, Japanese, Korean, Portuguese, Spanish and Turkish. Need your language? Let us know at [inquiry@sontek.com](mailto:inquiry@sontek.com).

### Moving Boat

Standard with every system and used for underway measurements that calculate discharge from a moving vessel.



Data example of SmartPulseHD in low-flow, shallow conditions. See the clearest velocity picture possible with cell sizes down to 2cm!

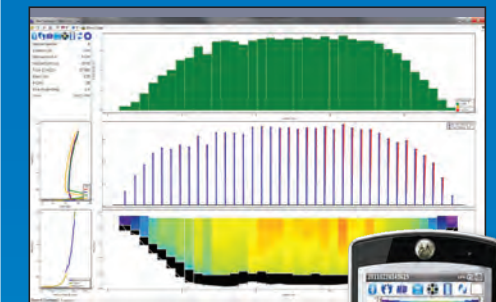


RiverSurveyor Live Mobile Multi-language Display

- Enables you to efficiently transect from one bank to the other with a full contour plot of the water velocity profile and bottom bathymetry.
- View multiple data results (bottom-track-vertical beam, GPS-GGA, and GPS-VTG) simultaneously.
- Supports USGS Loop Correction Method for moving bed conditions.

### Stationary (Section-by-Section)

Optional add-on program that uses traditional USGS/ISO mid section or mean section methods.

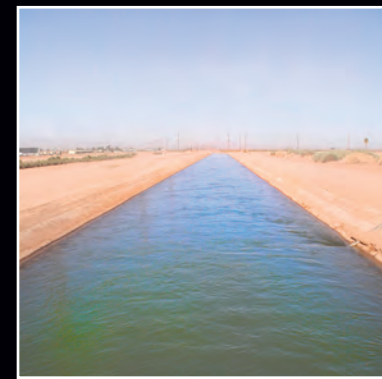


RiverSurveyor Stationary Live Mobile Display

- An alternative to moving boat method for highly turbulent areas or moving bed environments where DGPS is unavailable.
- Supports discharge measurements through ice holes.
- Supports sections that are braided or have islands.



River Discharge and Flow



Irrigation Canals



Natural Streams

### Features

### Benefits

Multi-band* (Multiple acoustic frequencies)	Balances the highest resolution with the greatest range of depths.
Vertical acoustic beam*	Superior channel definition for both bathymetric and discharge applications. Extends maximum discharge depth when bottom-tracking is out of range.
SmartPulseHD™*	An intelligent algorithm that looks at water depth, velocity and turbulence, and then acoustically adapts to those conditions using pulse-coherent, broadband, and incoherent techniques. High-def cell sizes down to 2 cm.
Microprocessor computed discharge and secure data*	All discharge computations are simultaneously done both within the S5 or M9, and on the host computer. No lost data if communications drop out.
Standard 360° compass and two-axis tilt sensor	Compensates for vessel motion due to surface conditions.
Reverberation control with ping rates to 70Hz	High ping rates ensure extremely robust data collection.
Bottom-tracking	Acoustically track vessel speed over ground independent of DGPS. Also supplies redundant depth measurement.
RTK GPS (optional)	Ultra precise positioning as an alternative to bottom tracking in moving bed or other difficult situations.

\*Patents pending



\*Hydroboard design and color subject to change.

