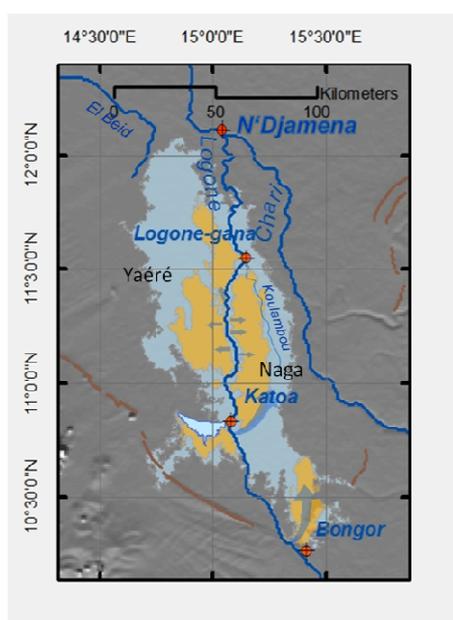


Gestion Durable des Eaux du Bassin du
Lac Tchad

*2^{ème} Mission de Mesures
de Débits sur les Fleuves
Chari, Logone et
Koulambou, Tchad*

Rapport N°6



Hanovre, décembre 2013



Au nom de:



Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe



coopération
allemande
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Auteur: Kristin Seeber

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

Projet: Gestion Durable des Eaux du Bassin du Lac Tchad

BMZ-N°.: 2010.2274.8

BGR-N°.: 05-2355

BGR-Archive N°.:

Date: décembre 2013

Table des matières

Liste des Figures	II
Liste des tableaux	III
Liste du Boxe	III
Abréviations	III
Déroulement de la mission	IV
Sommaire.....	1
1 Participants de la Mission	2
2 Objectif	2
3 Localisation des mesures et des stations de jaugeage	3
4 Equipement et Méthodes.....	4
4.1 Mesures des niveaux d'eau	4
4.2 Dispositif ADCP de la DREM	4
4.3 Instructions pour les mesures ADCP.....	5
5 Résultats	6
5.1 Station de jaugeage à N'Djamena TP, Fleuve Chari, 21.10.2013.....	6
5.2 La station de jaugeage de Mailao, Fleuve Chari, 16.10.2013.....	8
5.3 La station Logone - Gana, Fleuve Logone, 22.10.2013.....	10
5.3.1 Fleuve Logone en amont de la confluence avec le Fleuve Koulambou.....	10
5.3.2 Fleuve Koulambou.....	11
5.3.3 Le Fleuve Logone en aval de sa confluence avec le Fleuve Koulambou	12
5.4 La station de jaugeage de Katoa, Fleuve Logone, 17.10.2013.....	13
5.5 La station de Bongor, Fleuve Logone, 18.10.2013	15
6 Conclusions générales	17
7 Recommandations	20
8 Références.....	21
Annexe I Guide de terrain pour les mesures de débit avec RDI Workhorse Rio Grande ADCP en anglais.....	22
Annexe II Tableau de chaque mesure	23

Liste des Figures

Figure 1 Zone d'étude = zone d'inondation du fleuve Logone. Points en rouge sont les stations de jaugeage.	2
Figure 2 Bassin versant des fleuves Chari et Logone avec les stations de jaugeage sélectionnées	3
Figure 3 Station de jaugeage à Mailao, Fleuve Chari (Photo Seeber CBLT-BGR).....	4
Figure 4 Enregistrement de côte à échelle en octobre 2013 à la station de jaugeage à Katoa, Fleuve Logone (Photo Seeber BGR-CBLT).....	4
Figure 5 Rio Grande ADCP installée sur un bateau équipé d'un moteur (Photo Seeber, BGR-CBLT).....	5
Figure 6 ADCP connecté et fonctionne par un câble de série RS-232 avec un ordinateur et une batterie (Photo Seeber, BGR-CBLT).....	5
Figure 7 Côte à l'échelle de la station N'Djamena TP en octobre 2013 (source DREM)	6
Figure 8 Section vertical du fleuve Chari à la station N'Djamena TP et distribution de la vitesse.....	7
Figure 9 Courbe de tarage à la station N'Djamena TP (carrés roses = valeur mesuré antérieur par le DREM, carré rouge = valeur mesure en octobre 2013, carré vert = valeur mesure en février 2013)	7
Figure 10 Côte à l'échelle de la station Mailao en octobre et novembre 2013 (source DREM)	8
Figure 11 Section vertical du fleuve Chari à la station Mailao et distribution de la vitesse	9
Figure 12 Courbe de tarage à la station Mailao (carrés roses = valeur mesuré antérieur par le DREM, carré rouge = valeur mesure en octobre 2013, carré vert = valeur mesure en février 2013).....	9
Figure 13 Côte à l'échelle de la station Logone - Gana en octobre 2013 (Source DREM)	10
Figure 14 Section vertical du Logone en amont de la confluence avec le fleuve Koulambou et distribution de la vitesse	11
Figure 15 Section vertical du Fleuve Koulambou et distribution de la vitesse	11
Figure 16 Courbe de tarage à la station Logone-Gana (carrés roses = valeur mesuré antérieur par le DREM, carré rouge = valeur mesure en octobre 2013, carré vert = valeur mesure en février 2013)	12
Figure 17 Côte à l'échelle de la station Katoa en septembre et octobre 2013.....	13
Figure 18 Section vertical du Fleuve Logone à la station Katoa et distribution de la vitesse .	14
Figure 19 Courbe de tarage à la station Katoa (carrés roses = valeur mesuré antérieur par le DREM, carré rouge = valeur mesure en octobre 2013, carré vert = valeur mesure en février 2013).....	14
Figure 20 Côte à l'échelle de la station Bongor en octobre 2013	15

Figure 21 Section vertical du Fleuve Logone à la station Bongor et distribution de la vitesse	15
Figure 22 Courbe de tarage à la station Bongor (carrés roses = valeur mesuré antérieur par le DREM, carré rouge = valeur mesure en octobre 2013, carré vert = valeur mesure en février 2013)	16
Figure 23 Perte de débit du fleuve Logone entre Bongor et Logone Gana	18
Figure 24 Débits de 2001 à 2005 de la station à Bongor, Katoa et Logone - Gana (Vassolo, 2012)	18
Figure 25 Débordements [m ³ /s] dans les plaines Yaéré et Naga (y-axis) versus débit à Bongor (x axis)	19
Figure 26 Débordements [m ³ /s] dans les plaines Yaéré et Naga (y-axis) versus débit à Katoa (x axis)	19

Liste des tableaux

Table 1 Liste des participants	2
Table 2 Sommaire et Comparaison des résultats du février et octobre 2013	17

Liste du Boxe

Boxe 1 Principe de mesure ADCP, source (USGS, 2009)	5
---	---

Abréviations

ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler (Dispositif de mesure de la vitesse de l'effet de Doppler Acoustique)
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (<i>Institut Fédéral de Géosciences et Ressources Naturelles</i>)
LCBC/CBLT	Commission du Bassin du Lac Tchad
DBO	Directeur de l'Observatoire du Bassin
DREM	Direction des Ressources en Eau et de la Météorologie du Ministère Hydraulique Rural et Urbain, Tchad
EDF	Fonds Européen de Développement
GPS	Global Positioning System (Système de positionnement global)
Q	Débit [m ³ /s]

Déroulement de la mission

16/10/2013	Mesure de débit du fleuve Chari à la station Mailao
17/10/2013	Mesure de débit du fleuve Logone à la station Katoa
18/10/2013	Mesure de débit du fleuve Logone à la station Bongor
21/10/2013	Mesure de débit du fleuve Chari à la station N'Djamena TP
22/10/2013	Mesure de débit du fleuve Logone et Koulambou à la station Logone - Gana

Sommaire

Auteur : Kristin Seeber

Titre: *2^{ème} Mission de Mesures de Débits sur les Fleuves Chari, Logone et Koulambou, Tchad*

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

Le projet BGR-CBLT et la Direction des Ressources en Eau et de la Météorologie (DREM) du Ministère de l'Hydraulique Urbaine et Rurale du Tchad ont entrepris, en saison sèche, en février 2013, une première mission de mesures de débit par un dispositif ADCP sur quatre stations de jaugeage (N'Djamena TP, Mailao, Logone-Gana et Bongor) dans la zone pilote (plaine d'inondation du Logone). Le but de la mission était de renforcer la capacité des mesures de débit par le dispositif ADCP ainsi que la vérification des courbes de tarage existantes de ces stations de jaugeage parce que quelques unes étaient vieilles, certaines remontant à 1983.

Les mesures ont révélé que les débits enregistrés au terrain sont généralement plus faibles que les valeurs enregistrées à partir des courbes de tarage. Les différences entre ces valeurs se situent entre 10 – 50 % (Krekeler & Seeber, 2013). Il a été recommandé d'utiliser en fréquence le ADCP pour vérifier les courbes de tarage existantes.

En octobre 2013 le projet a entrepris une seconde mission de mesures de débit avec le dispositif ADCP. Les débits des fleuves étaient en cette période à leurs maximums. En plus de les quatre stations de jaugeages mesurés en Février 2013, la station à Katoa est mesurée en Octobre 2013.

En outre, les mesures avec le dispositif ADCP ont révélé des débits plus faibles que les valeurs estimées sur les courbes de tarage. Les différences entre ces valeurs se situent entre 3 – 25 %. En comparaison avec les différences observées en février 2013, les courbes de tarage correspondent mieux aux mesures. Cependant, il est recommandé d'ajuster la courbe de tarage de la station Logone - Gana parce que les déviations ne sont pas négligeables.

De même, les mesures ont révélé que le fleuve Logone entre Bongor et Logone -Gana montrent des pertes d'écoulement entre les deux stations. Environ 500 m³/s sont perdus entre Bongor et Katoa et 300 m³/s entre Katoa et Logone - Gana, suite au débordement des rives dans les plaines d'inondation adjacentes.

1 Participants de la Mission

Le Table 1 suivant indique les participants de la mission. La Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT) se fixe comme objectif de renforcer sa coopération et sa communication, ainsi que l'échange des données avec les instituts nationaux des pays membres. La mission a été programmée par la Direction de l'Observatoire du Bassin (DOB) de la CBLT et le BGR et réalisée par des experts de la CBLT en collaboration avec un expert de la Direction des Ressources en Eau (DREM) du Ministère de l'Hydraulique Rurale et Urbaine du Tchad.

Table 1 Liste des participants

N°	Nom	Fonction/Institution	Fonction pendant la mission
1	Michel Dimbelé	Directeur de l'Observatoire du Bassin	Organisation de la mission
2	Abba Tapsala	Hydrologue (DREM)	réalisation
3	Ahmed Sedick	Hydrologue (CBLT)	réalisation
4	Aminu Magaji Bala	Écologiste des zones humides et environnement (CBLT)	réalisation
5	Khazali Abdoulaye	Chauffeur (projet BGR-LCBC)	Chauffeur
6	Kristin Seeber	Géocologiste (BGR)	Organisation/réalisation

2 Objectif

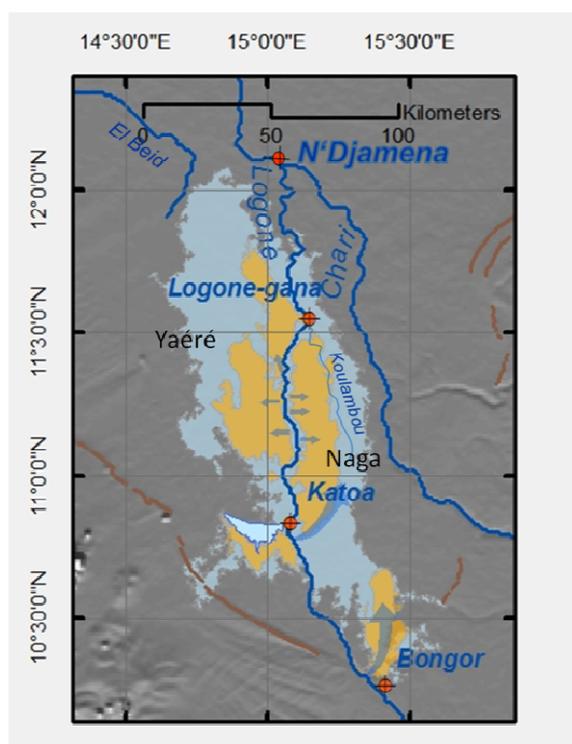


Figure 1 Zone d'étude = zone d'inondation du fleuve Logone. Points en rouge sont les stations de mesure.

Suite aux premières mesures de débits avec ADCP entreprises dans la zone pilote pendant la période de faible écoulement en février 2013, une seconde mission de mesures en fin de la saison des pluies est jugée nécessaire.

La zone pilote a été choisie pour réaliser plus de recherches détaillées dans le cadre du projet CBLT-BGR. La zone comprend la plaine des Yaérés au Nord du Cameroun avec une superficie d'environ 8000 km² et la plaine de Naga dans la partie Tchadienne sur environ 4500 km². Les plaines sont périodiquement inondées chaque année par des grosses pluies et des débordements du fleuve Logone entre Bongor/Yagoua et N'Djamena/Kousséri et aussi plus loin au nord en fonction de l'intensité de la pluviométrie (Figure 1).

Habituellement, les niveaux d'eau dans les stations de jaugeage de Bongor, Katoa, Logone - Gana et N'Djamena, ainsi que leurs débits obtenus à partir des courbes de tarage sont transmises à la CBLT par la DREM. Comme la première mission a montré que les valeurs des débits mesurées avec l'ADCP sont généralement plus faibles que les valeurs calculées à partir des courbes de tarage, une seconde mission a été entreprise pour comparer les débits pendant les hautes eaux et vérifier les courbes de tarage.

Les autres objectifs de la mission portent sur la formation relative à la manipulation des appareils ADCP et au logiciel associé au bénéfice des experts de la DREM et de la CBLT et une étude du bilan d'eau.

3 Localisation des mesures et des stations de jaugeage

Les mesures de débits sont faites sur le Chari à Mailao et N'Djamena TP ainsi que sur le Logone à Bongor, Katoa et Logone - Gana (Figure 2). En outre, l'affluent Koulambou est mesuré à la station de Logone - Gana. Ces stations sont choisies essentiellement pour obtenir des données fiables sur les débits dans la zone d'inondation du fleuve Logone. Cinq stations de jaugeage dans cette zone fonctionnent sous le contrôle de la DREM: Bongor, Koumi, Katoa, Logone - Gana et N'Djamena.

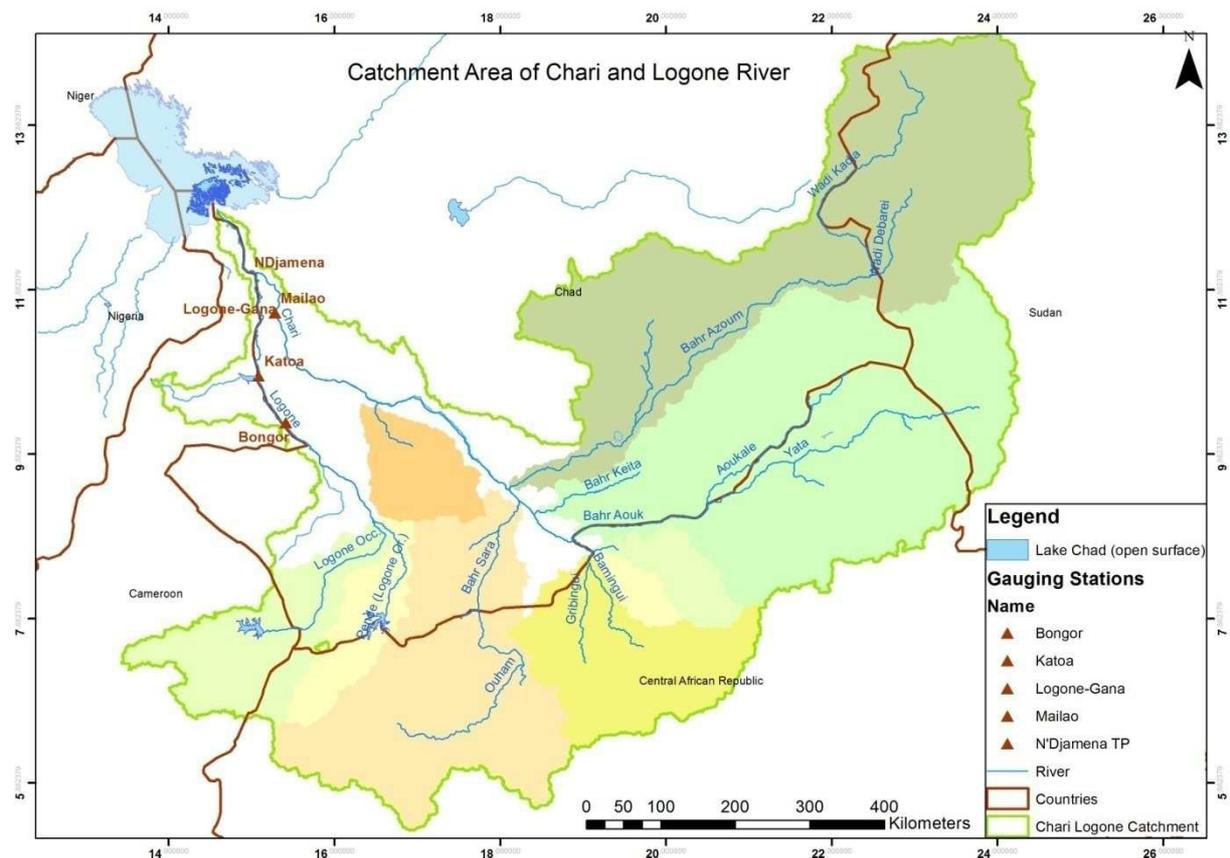


Figure 2 Bassin versant des fleuves Chari et Logone avec les stations de jaugeage sélectionnées

Des niveaux d'eau sont enregistrés sur le fleuve Koulambou, affluent du Logone qui reçoit les eaux provenant de la zone d'inondation et rejoint le Logone à Logone - Gana. En d'autres termes, la station de jaugeage de Logone - Gana est installée le long de l'affluent et non le long du Logone.

La station de jaugeage de Katoa était inopérante lors de la première mission, mais elle a été réinstallée en mai 2013 par la DREM dans le cadre du X^{ème} Programme de Développement du Fond de Développement Européen.

La station de jaugeage du Chari à Mailao, placée sur la même latitude que la station de Logone - Gana, est la dernière station de jaugeage en amont de la confluence du Chari et Logone à N'Djamena et fournit ainsi des informations sur les volumes d'eau provenant du Chari.

4 Equipement et Méthodes

4.1 Mesures des niveaux d'eau

Le niveau d'eau est généralement mesuré avec les éléments d'échelle (Figure 3). Un lecteur d'échelle enregistre le niveau d'eau sur une base journalière et envoie les données mensuelles à DREM (Figure 4).



Figure 3 Station de jaugeage à Mailao, Fleuve Chari (Photo Seeber CBLT-BGR)

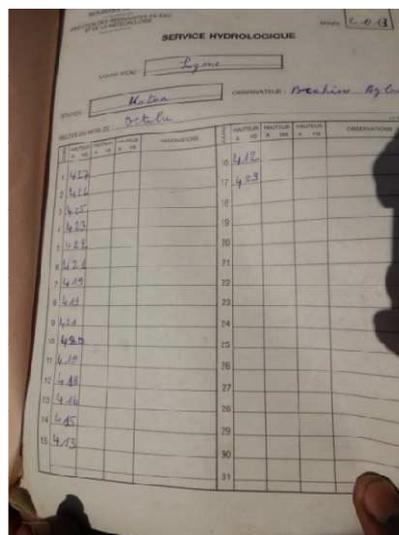


Figure 4 Enregistrement de côte à échelle en octobre 2013 à la station de jaugeage à Katoa, Fleuve Logone (Photo Seeber BGR-CBLT)

4.2 Dispositif ADCP de la DREM

La DREM possède une Teledyne RDI Rio Grande ADCP. Cet instrument ADCP est conçu pour fonctionner à partir d'un bateau équipé d'un moteur (Figure 5). Pendant les mesures, il est connecté et fonctionne par un câble de série RS-232 avec un ordinateur et une batterie (Figure 6). Une brève description des règles de mesure est donnée dans la Boxe 1. Pour plus de détails techniques, veuillez vous référer au précédent rapport de la première mission ADCP (Krekeler & Seeber, 2013).

Sur toutes les stations de jaugeage mesurées, les débits moyens sont calculés comme au moins la moyenne de quatre mesures qui ne diffèrent pas de plus de 5% de la moyenne, afin d'obtenir des résultats fiables et comparables.

Les données obtenues sur les lieux de mesures sont analysées par le logiciel WinRiver II.



Figure 5 Rio Grande ADCP installée sur un bateau équipé d'un moteur (Photo Seeber, BGR-CBLT)



Figure 6 ADCP connecté et fonctionne par un câble de série RS-232 avec un ordinateur et une batterie (Photo Seeber, BGR-CBLT)

Boxe 1 Principe de mesure ADCP, source (USGS, 2009)

Principe de mesure ADCP

L'ADCP utilise les sons (un signal acoustique) pour mesurer la vitesse de l'eau. Il implique le principe Doppler en reflétant un signal acoustique à partir des particules des sédiments et d'autres éléments (reconnus aussi comme des épaves) qui se retrouvent dans l'eau. La vitesse mesurée par le principe Doppler est parallèle à la direction de transducteur émettant le signal et recevant l'énergie acoustique renversée.

L'ADCP a trois ou quatre travers élevés entre 20 et 30 degrés à partir du vertical. Trois travers sont requis pour obtenir une mesure de vitesse tridimensionnelle. Les mesures de vitesse de l'eau à partir d'un bateau peut produire la vitesse de l'eau relative au bateau. L'ADCP utilisé dans ce cas se rapporte à la vitesse du bateau par la traction arrière ou à travers l'utilisation d'un GPS. La traction arrière détermine la vitesse du bateau par les mesures de débits par le profileur et les signaux acoustiques reflétés à partir du lit du fleuve; ainsi, la vitesse de l'eau relative à la référence fixée est calculée en corrigeant la vitesse de l'eau mesurée avec la vitesse du bateau mesurée.

4.3 Instructions pour les mesures ADCP

Un guide de terrain pour les mesures de débits a été élaboré par Torsten Krekeler, expert BGR suite à la mission des mesures de débits ADCP effectuée en février 2013. Ce guide présente les principales étapes à observer pendant les prises des mesures de débits avec l'appareil Rio Grande. Pendant cette mission, le guide a été utilisé et complété.

5 Résultats

Dans les lignes qui suivent, les mesures avec l'ADCP au niveau de chaque station sont résumées et comparées aux valeurs mesurées en février 2013. De plus, les moyennes des valeurs de débits mesurées sont montrées dans les courbes de tarage de chaque station. Les diagrammes des résumés des débits de chaque station sont dans l'Annexe II.

5.1 Station de jaugeage à N'Djamena TP, Fleuve Chari, 21.10.2013

Cette station est située à 3 km en aval de la confluence avec le fleuve Logone. La hauteur observée de la jauge à la station N'Djamena TP était de 5.88 m. Les variations des niveaux journaliers d'eau en octobre sont de l'ordre de 1 - 4 cm par jour (Figure 7). Bien que la hauteur du fleuve ne soit pas encore à son maximum, ils ne changent pas sensiblement et peuvent être considérés comme stables, lorsque les effets d'hystérésis semblent ne pas se produire.

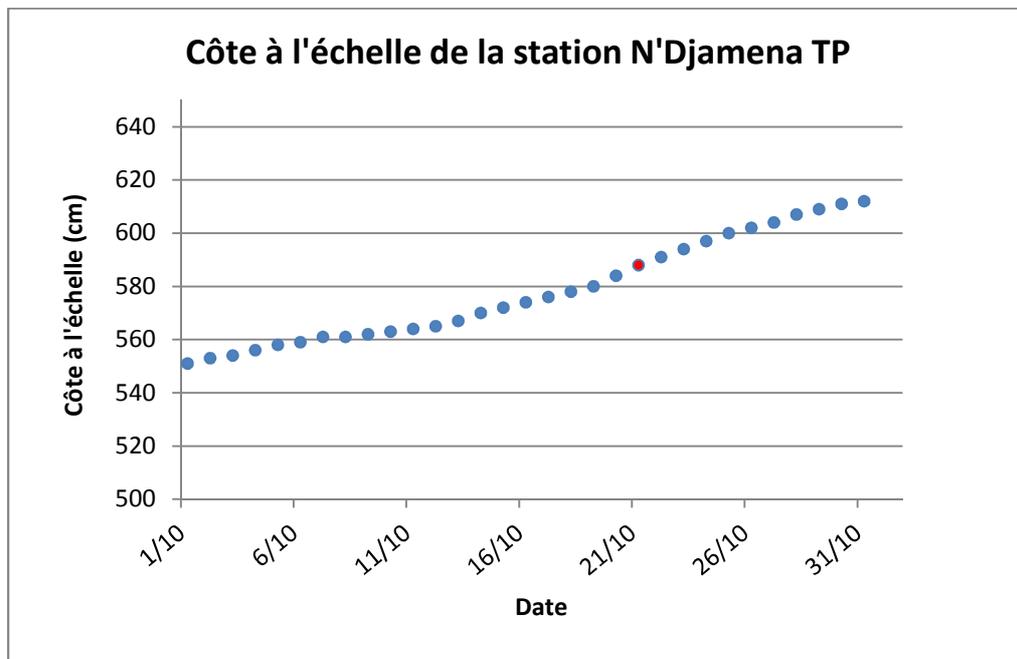


Figure 7 Côte à l'échelle de la station N'Djamena TP en octobre 2013 (source DREM)

Le débit à N'Djamena était mesuré à environ 1.5 km en aval de la station de jaugeage de N'Djamena TP, depuis lors, il n'y a eu pas d'autorisation officielle pour accéder au fleuve et aux emplacements des stations. En tout, quatre coupes transversales qui diffèrent pas plus 1% l'une de l'autre étaient mesurées (Figure 8 et Annexe II). La valeur moyenne des débits est de 2,140 m³/s.

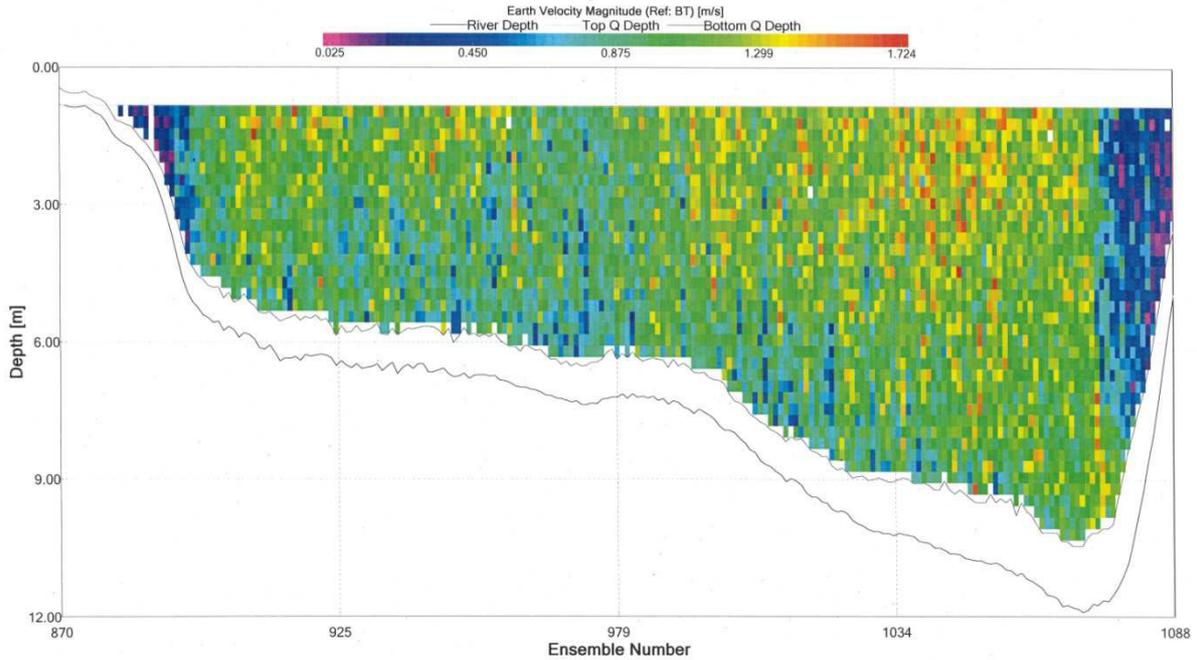


Figure 8 Section vertical du fleuve Chari à la station N'Djamena TP et distribution de la vitesse

La valeur de débit correspondant à la hauteur de l'échelle était calculée à partir du tableau de mesure existant et développé par la DREM est de 2,330 m³/s (Figure 9). Le débit mesuré est d'environ 8% plus faible que la valeur du tableau de mesure. Cette différence reste dans la même gamme que les valeurs précédemment mesurées par la DREM (comparaison avec les carrés roses dans la Figure 9).

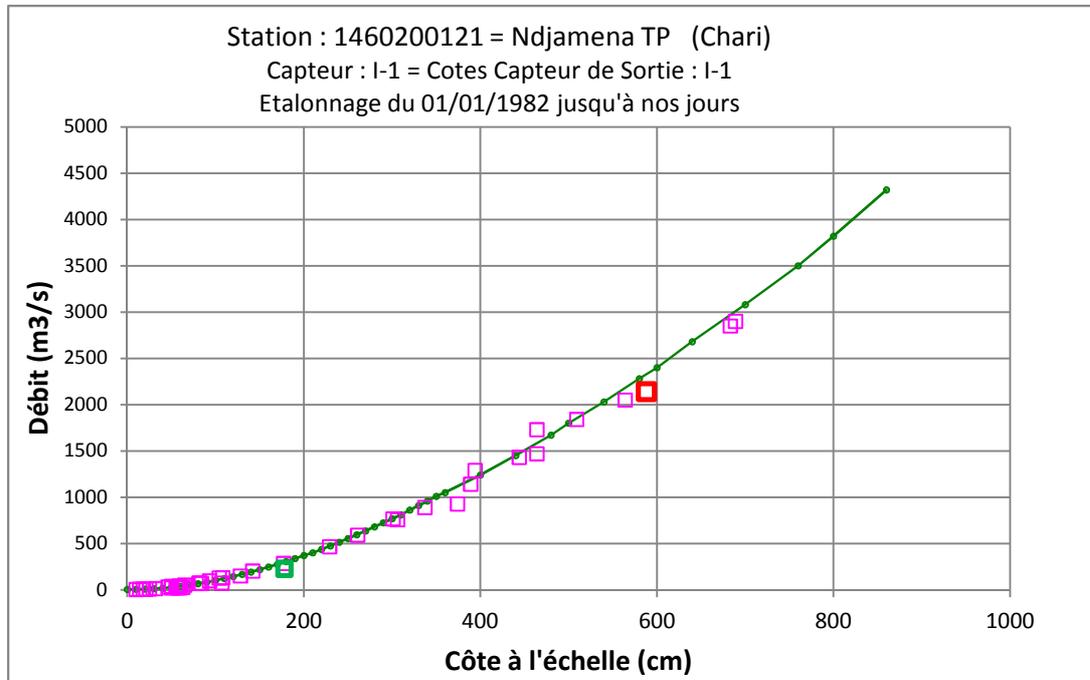


Figure 9 Courbe de tarage à la station N'Djamena TP (carrés roses = valeur mesuré antérieur par le DREM, carré rouge = valeur mesure en octobre 2013, carré vert = valeur mesure en février 2013)

5.2 La station de jaugeage de Mailao, Fleuve Chari, 16.10.2013

Cette station est installée sur le fleuve Chari à environ 87°km en amont de N'Djamena TP. Le niveau d'eau observé le 16.10.2013 était de 5.01 m. Les changements des niveaux journaliers d'eau en octobre et novembre sont indiqués sur la Figure 10. Les changements des niveaux journaliers d'eau pendant la période des mesures (en octobre) sont d'environ 1 - 3 cm. Le plus haut niveau d'eau était atteint au début du mois de novembre. Lors que pas de changements d'importantes de niveau d'eau peuvent être observés pendant les mesures, les effets d'hystérésis ne sont attendus.

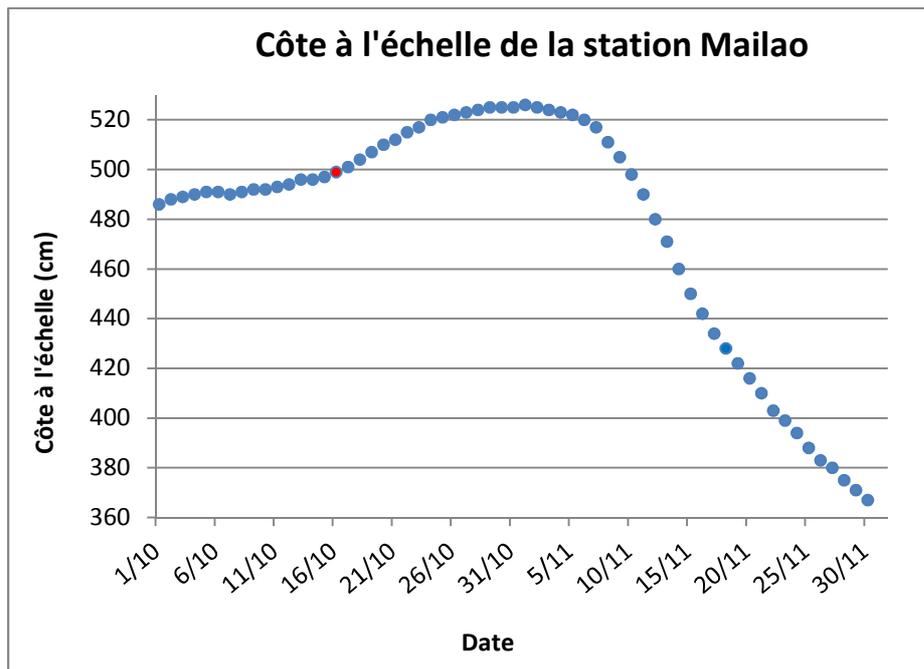


Figure 10 Côte à l'échelle de la station Mailao en octobre et novembre 2013 (source DREM)

Sur six mesures, quatre sont prises en considération et ont débouché sur un débit d'une valeur moyenne de 1,340 m³/s (Figure 11 et Annexe II). L'une des coupes transversales mesurées diffère de plus de 5% de la valeur moyenne et doit être retranchée. Une seconde coupe transversale est retranchée à cause des pertes des signaux dans plusieurs secteurs.

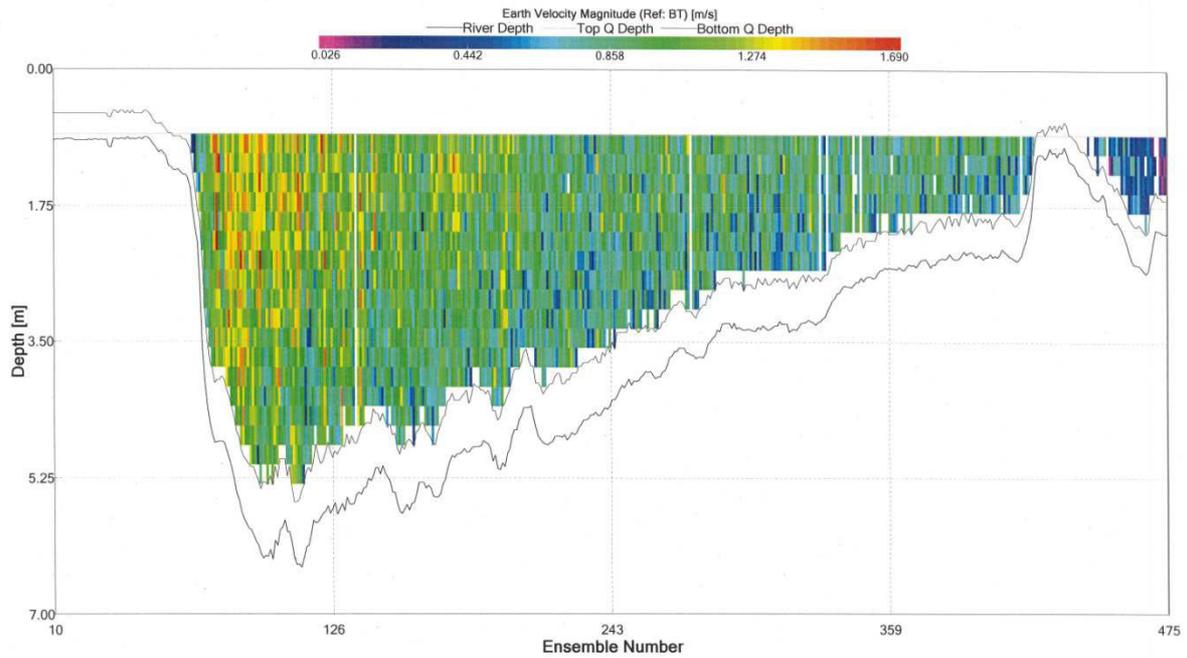


Figure 11 Section vertical du fleuve Chari à la station Mailao et distribution de la vitesse

Pour une hauteur d'échelle de 5.01 m, le tableau de mesures présente un débit de 1,377 m³/s (Figure 12). Le débit mesuré est d'environ 3 % plus faible que la moyenne. La déviance est faible et se situe dans la même gamme que les valeurs qui étaient précédemment mesurées par la DREM.

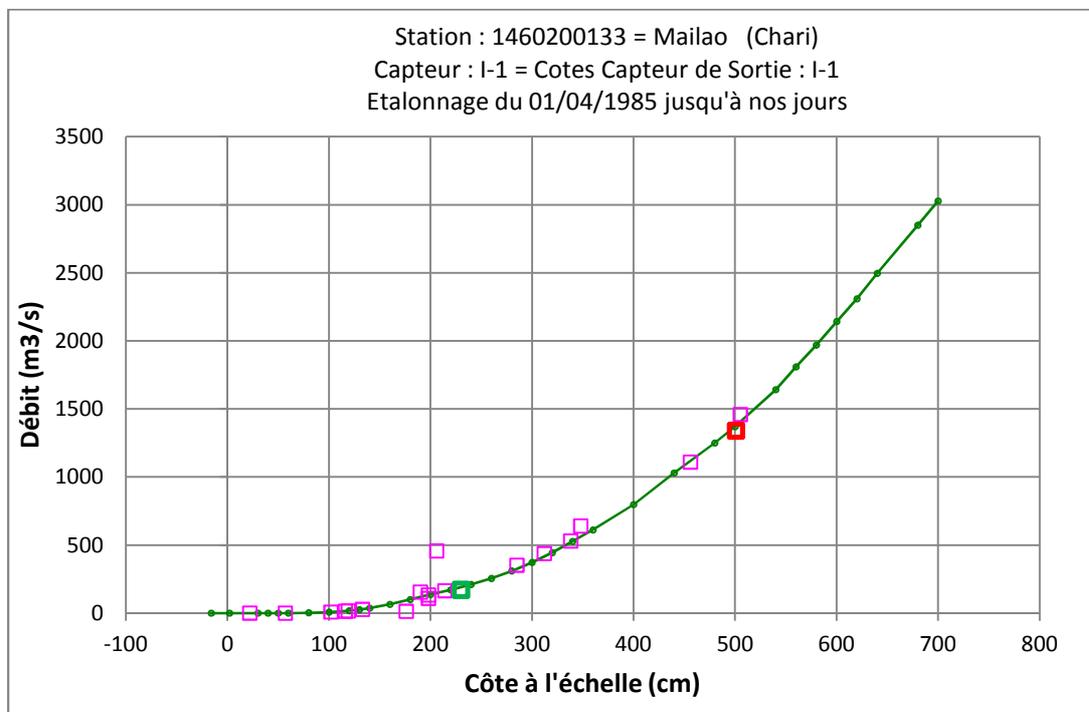


Figure 12 Courbe de tarage à la station Mailao (carrés roses = valeur mesuré antérieur par le DREM, carré rouge = valeur mesure en octobre 2013, carré vert = valeur mesure en février 2013)

5.3 La station Logone - Gana, Fleuve Logone, 22.10.2013

La station de jaugeage du Logone - Gana est située sur le fleuve Koulambou, un affluent du fleuve River à quelques 95 km en amont de N'Djamena TP. Cette station a été réhabilitée lors de la mission de février 2013, au moment où il a été constaté que la station est localisée d'une manière inadéquate la station est localisée au centre du village, alors que la confluence des fleuves Koulambou et Logone est à environ 150 m en aval de la station.

Avant et après les mesures, une hauteur d'échelle de 5.95 m a été observée. Les changements journaliers au cours de cette période sont d'environ 1 – 3 cm, quand bien même le tableau de mesure est toujours en hausse (Figure 13).

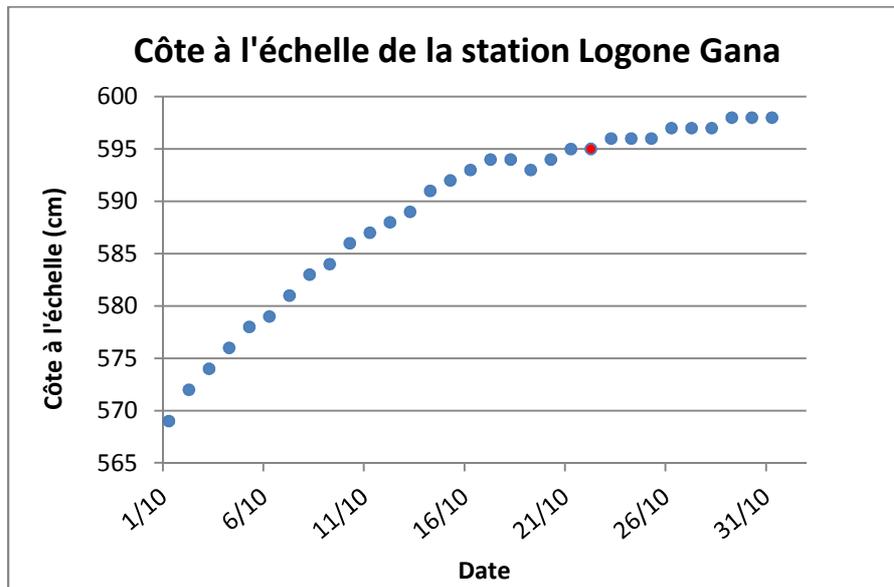


Figure 13 Côte à l'échelle de la station Logone - Gana en octobre 2013 (Source DREM)

Pour être en mesure d'évaluer le débit du fleuve Logone sur ce site, il a été décidé de faire des mesures complémentaires sur le Logone lui-même. Depuis que les mesures en aval de la confluence étaient impraticables et ne révélaient pas de données fiables, il a été décidé de prélever des mesures du fleuve Logone en amont de la confluence avec le fleuve Koulambou.

5.3.1 Fleuve Logone en amont de la confluence avec le Fleuve Koulambou

Sur les quatre mesures quatre peuvent être prises en considération. Elles révèlent un débit d'une valeur moyenne de 520 m³/s (Figure 14 et Annexe II).

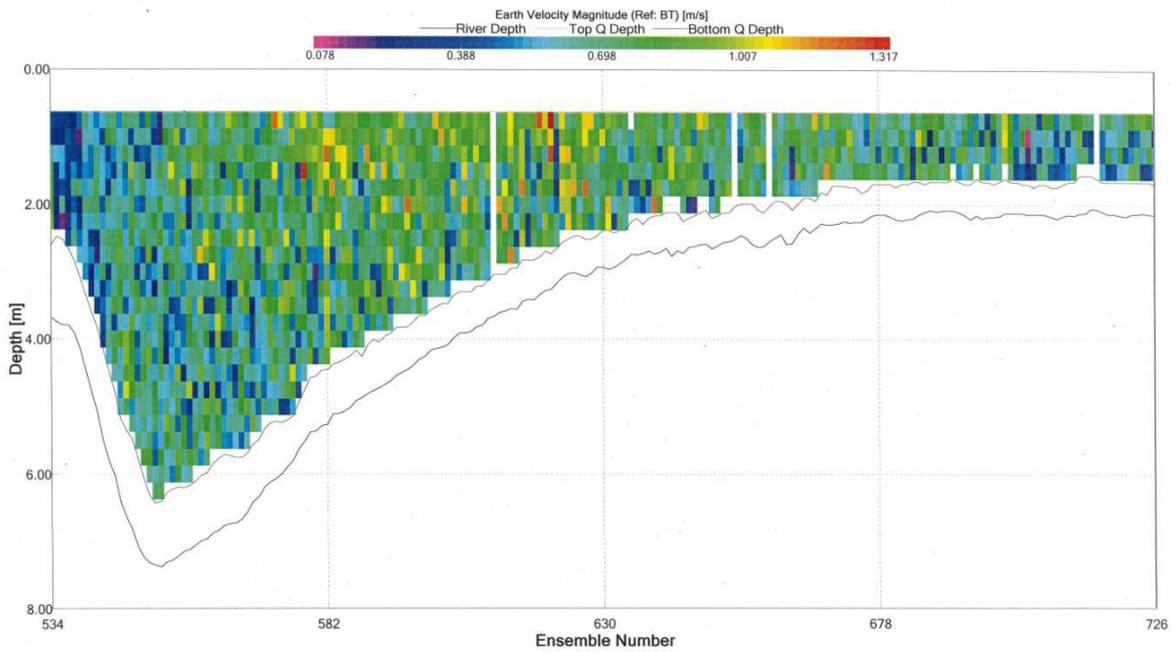


Figure 14 Section vertical du Logone en amont de la confluence avec le fleuve Koulambou et distribution de la vitesse

5.3.2 Fleuve Koulambou

Toutes les quatre mesures de débits menées sur le Koulambou peuvent être prises en considération pour le calcul de la valeur moyenne de débit de $306 \text{ m}^3/\text{s}$ (Figure 15 et Annexe II).

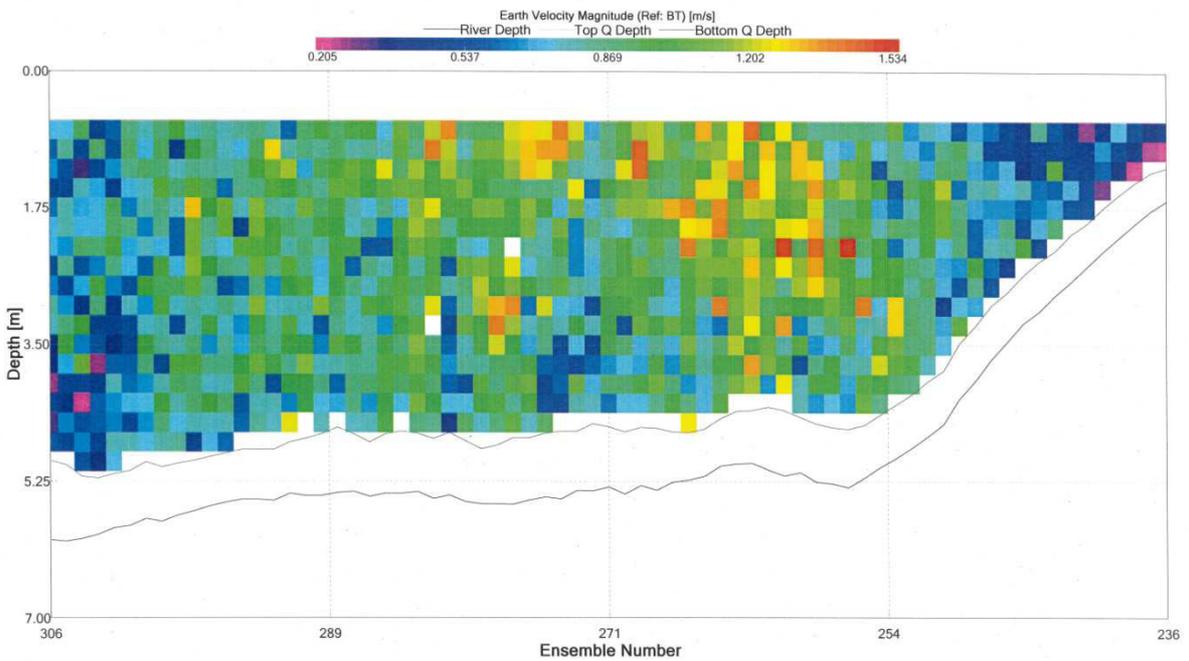


Figure 15 Section vertical du Fleuve Koulambou et distribution de la vitesse

5.4 La station de jaugeage de Katoa, Fleuve Logone, 17.10.2013

La station de jaugeage de Katoa est située sur le Logone a environ 190 km en amont de la station de N'Djamena TP. Pendant la saison des pluies, cette station n'est pas accessible en véhicule parce que les voies tout le long du fleuve sont inondées. Cependant, il y a une digue entre Bongor et Katoa qui permet les accès a moto et quelques fois en véhicule. Cette station a été réhabilitée en mai 2013 par la DREM dans le cadre du X^{ème} Programme de Développement du Fond de Développement Européen et est maintenant disponible pour les mesures.

Le niveau d'eau pendant les mesures s'abaisse très lentement avec des variations journalières de 1 a 3 cm (Figure 17). La hauteur d'échelle était de 4.09 m et est considérée comme stable, tandis que les effets d'hystérésis ne sont pas attendus.

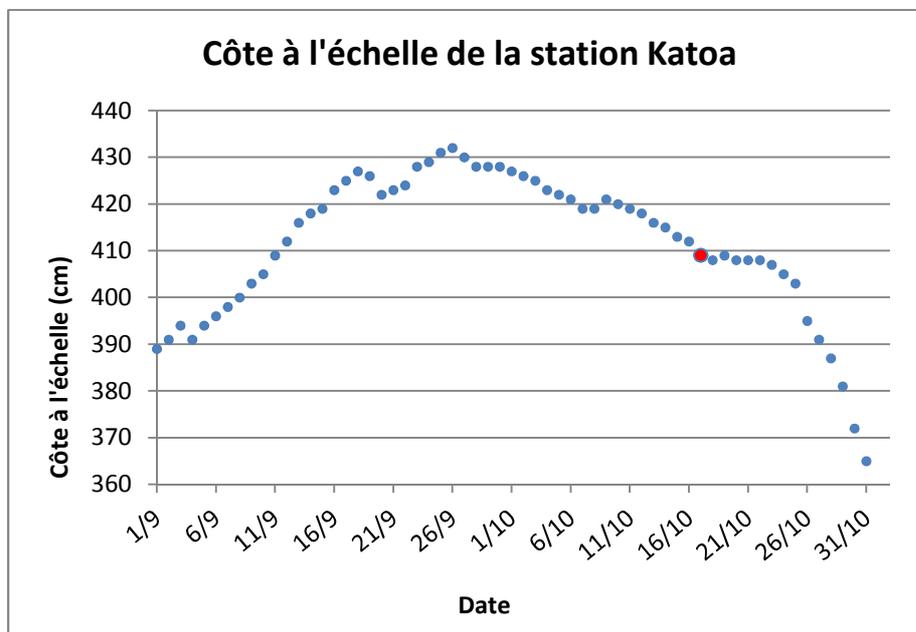


Figure 17 Côte à l'échelle de la station Katoa en septembre et octobre 2013

Toutes les six mesures étaient prises en considération pour l'évaluation du débit (Figure 18 et Annexe II). Elles révèlent un débit d'une valeur moyenne de 812 m³/s.

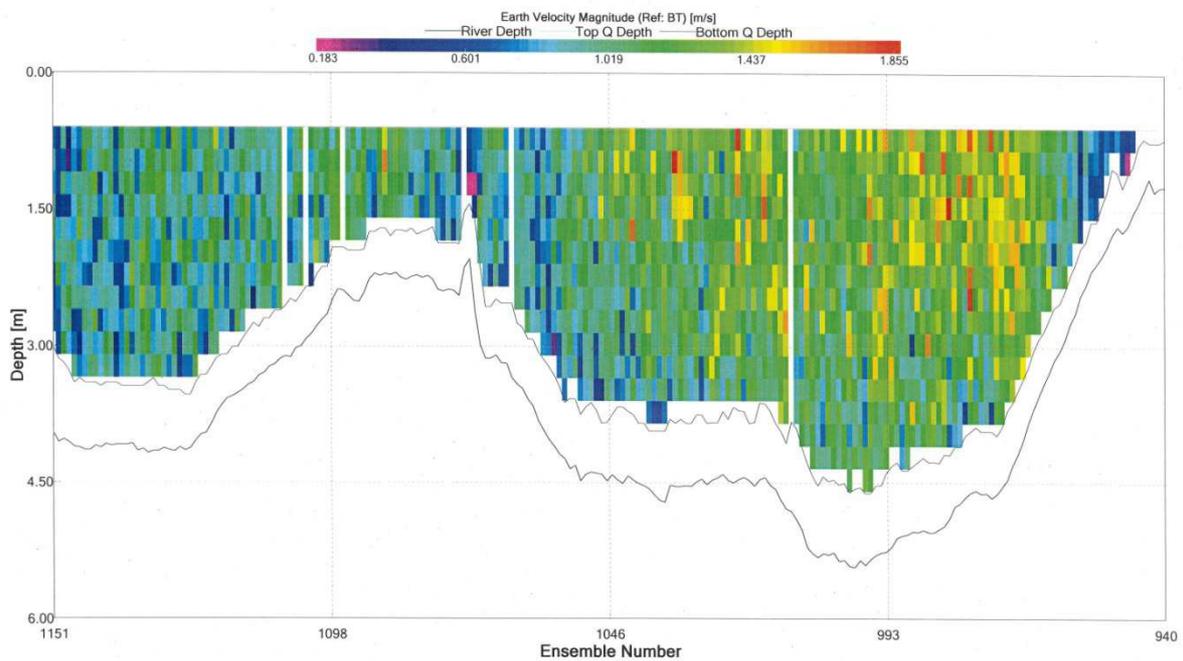


Figure 18 Section vertical du Fleuve Logone à la station Katoa et distribution de la vitesse

D'après la courbe de tarage, la valeur correspondante du débit pour une hauteur d'échelle de 4.09 m est de 1,069 m³/s (Figure 19). Le débit mesuré est d'environ 24 % plus faible.

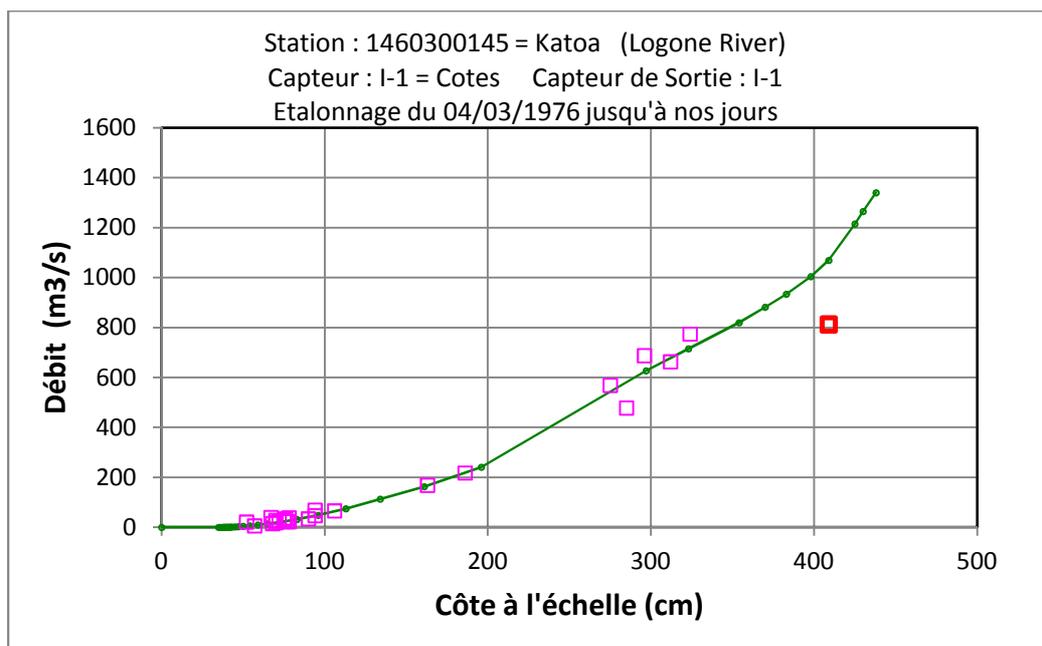


Figure 19 Courbe de tarage à la station Katoa (carrés roses = valeur mesuré antérieur par le DREM, carré rouge = valeur mesure en octobre 2013, carré vert = valeur mesure en février 2013)

5.5 La station de Bongor, Fleuve Logone, 18.10.2013

La station est située sur le Logone à environ 270 km en amont de N'Djamena TP. La hauteur d'échelle était de 4.01 m et est restée stable pendant la période où les mesures étaient faites. Le niveau d'eau le plus élevé a été observé le 26.09.2013. Les variations journalières (montée et chute) du 1er au 25 octobre sont de 1-4 cm, depuis le 25, les niveaux d'eau baissent de plus de 6 cm par jour (Figure 20). Cependant, il n'y a pas des effets d'hystérésis qui peuvent se produire pendant les mesures.

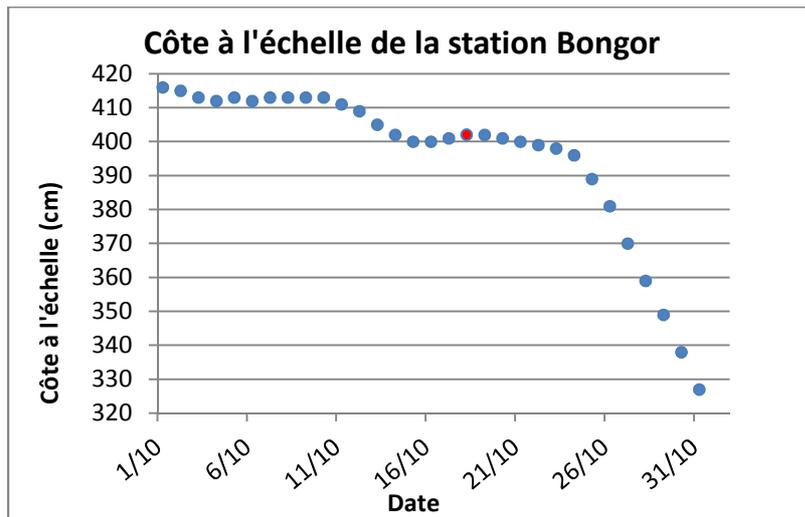


Figure 20 Côte à l'échelle de la station Bongor en octobre 2013

Sur les six mesures, quatre sont prises en considération et révèlent un débit d'une valeur moyenne de 1,350 m³/s (Figure 21 et Annexe II). Les coupes transversales 4 et 6 sont exclues parce qu'elles ont montré quelques sections avec des pertes des signaux.

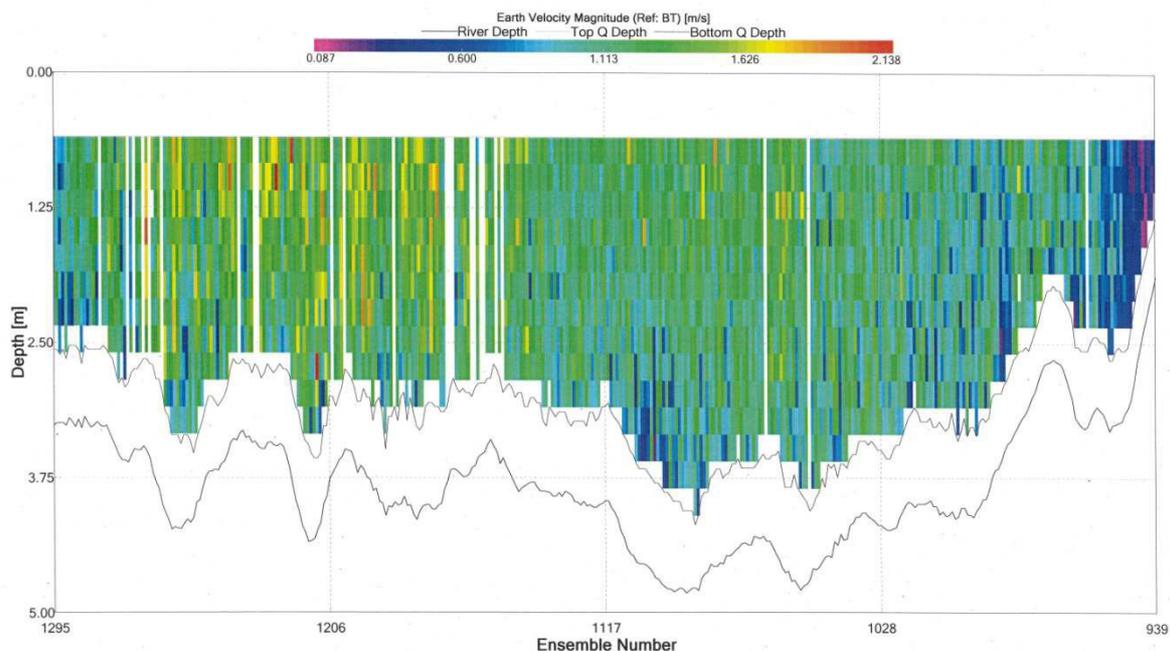


Figure 21 Section verticale du Fleuve Logone à la station Bongor et distribution de la vitesse

D'après la courbe de tarage (Figure 22), le débit correspondant à la hauteur d'échelle de 4.01 m est 1,543 m³/s. Le débit mesuré est plus faible de 13 %.

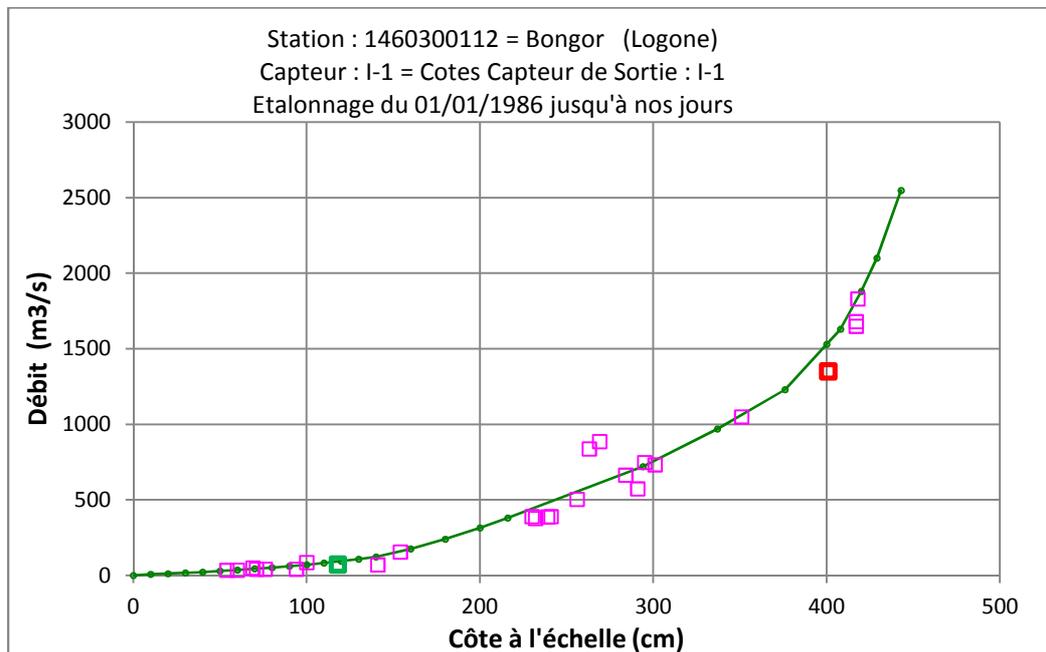


Figure 22 Courbe de tarage à la station Bongor (carrés roses = valeur mesuré antérieur par le DREM, carré rouge = valeur mesure en octobre 2013, carré vert = valeur mesure en février 2013)

6 Conclusions générales

Les débits mesurés en février et octobre 2013 avec l'instrument ADCP de la DREM, les valeurs obtenues à partir des courbes de tarage et la différence entre les débits calculés et mesurés sont contenus dans la Table 2.

Table 2 Sommaire et Comparaison des résultats du février et octobre 2013

Station de jaugeage	Fleuve	Février 2013				Octobre 2013			
		Côte à l'échelle [m]	Débit courbe de tarage [m³/s]	Débit mesuré avec l'ADCP [m³/s]	Différence Débit [%] (courbe de tarage/ valeur mesuré)	Côte à l'échelle [m]	Débit courbe de tarage [m³/s]	Débit mesuré avec l'ADCP [m³/s]	Différence Débit [%] (courbe de tarage/ valeur mesuré)
N'Djamena TP	Chari	1.78	300	226	24	5.88	2,330	2,140	8
Mailao	Chari	2.30	190.2	171	11	5.01	1,377	1,340	3
Bongor	Logone	1.18	89	72.1	18	4.01	1,543	1,350	13
Katoa	Logone	inopérable	-	-	-	4.09	1,069	812	24
Logone - Gana (en amont du confluent avec Koulambou)	Logone	1.48	Pas de courbe de tarage	-	-	5.95	Pas de courbe de tarage	520	-
Logone - Gana (en aval du confluent avec Koulambou)	Logone	1.48	138	72.4	47.5	5.95	1,095	826	25
Logone - Gana	Koulambou	1.50	Pas de courbe de tarage	22	-	5.95	Pas de courbe de tarage	306	-

On peut observer que le débit sur le Logone à Bongor en octobre 2013 est presque 20 fois supérieur à celui de février 2013. De même, le débit du Chari à N'Djamena TP est 10 fois plus élevé qu'en février 2013.

Les débits mesurés au cours de cette mission sont 3 à 25 % plus faibles que les valeurs estimées à partir des courbes de tarage. Les différences sont jusque inférieures à celles observées en février 2013 pendant la saison sèche (10 - 50 %). Pendant la saison des pluies, les eaux du fleuve à Bongor et à Katoa se dispersent dans les Yaéré et les plaines de Naga. C'est pourquoi les différences entre les débits mesurés et estimés peuvent être considérées avec précaution. Les courbes de tarage ne sont pas valides pendant les débordements des eaux parce qu'il n'y a plus de relation exacte niveau d'eau-débit à envisager.

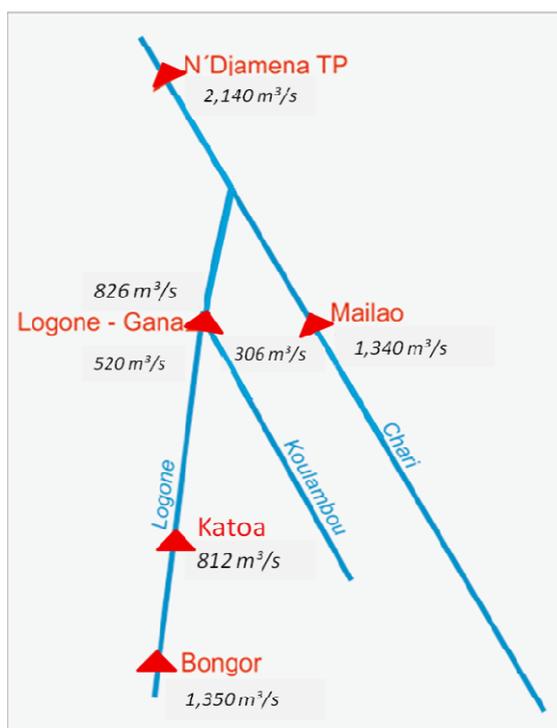


Figure 23 Perte de débit du fleuve Logone entre Bongor et Logone Gana

Les mesures montrent que le Logone perd de débits entre Bongor et Logone - Gana. Un débit de $1,350 \text{ m}^3/\text{s}$ a été mesuré à Bongor, mais 80 km plus bas en aval de la station de Katoa, le Logone laisse couler seulement $812 \text{ m}^3/\text{s}$. En conséquence, le fleuve perd environ $500 \text{ m}^3/\text{s}$ de ses eaux dans les plaines d'inondation entre Bongor et Katoa.

A environ 95 km plus bas en aval (de la station de Katoa), à Logone - Gana, seulement $520 \text{ m}^3/\text{s}$ étaient mesurés en amont de la confluence avec le fleuve Koulambou. Cela représente une autre perte d'environ $300 \text{ m}^3/\text{s}$ entre Katoa et Logone - Gana (Figure 23). Cependant, $300 \text{ m}^3/\text{s}$ sont reverses dans le Logone par le fleuve Koulambou à Logone - Gana.

Cependant, une perte totale d'environ $500 \text{ m}^3/\text{s}$ est observée entre Bongor et Logone - Gana. Ces eaux sont retenues dans les zones d'inondation d'où soit elles s'évaporent, soit

elles s'infiltrent, rechargent les eaux souterraines, et/ou se jettent dans un affluent qui renvoie les eaux dans le Logone.

En combinant le débit de $826 \text{ m}^3/\text{s}$ de la station Logone - Gana avec le débit de $1,340 \text{ m}^3/\text{s}$ mesuré sur la station de jaugeage de Mailao, sur le Chari, un total de débit de $2,152 \text{ m}^3/\text{s}$ peut être obtenu en aval de la confluence des deux fleuves. A la station de N'Djamena TP, un débit légèrement plus faible (0.5%) de $2,140 \text{ m}^3/\text{s}$ était mesuré.

Etant donné que des valeurs continues de débits du Logone à Bongor, Katoa, et Logone - Gana ne sont pas disponibles ces dernières années, les valeurs de débit de 2001 à 2005 sont présentées pour débattre sur les conclusions ci-après.

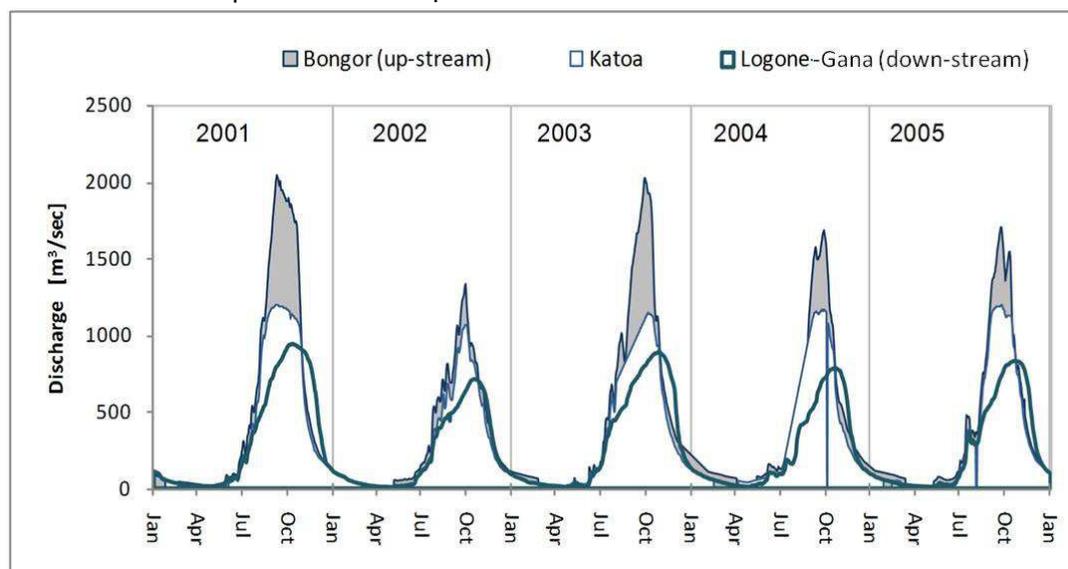


Figure 24 Débits de 2001 à 2005 de la station à Bongor, Katoa et Logone - Gana (Vassolo, 2012)

La Figure 24 montre que les valeurs minimum de débits sur les trois stations sont atteintes en avril/mai pendant la saison sèche. De plus, on peut observer que le débit augmente plus rapidement pendant la saison des pluies au début de mai/juin juste au moment où les crues se produisent en fin de la saison des pluies en septembre à Bongor et Katoa ou avec un retard d'au moins un mois à Logone - Gana. Ce retard a été décelé pendant la période de la présente étude. Les lectures des niveaux d'eau aux stations de Bongor et Katoa montrent des valeurs maximum en fin septembre (le 26), alors que les niveaux d'eau à Logone-Gana et N'Djamena TP étaient encore croissantes (voir Figure 7, Figure 13, Figure 17, and Figure 20).

Les précédentes études (Ngounou Ngatcha et al., 2007 ; Vassolo & Daïra, 2012) avaient calculé les valeurs de crue en m^3/s dans les Yaéré et les plaines de Naga respectivement au niveau des stations de Bongor et Katoa (Figure 25 et Figure 26).

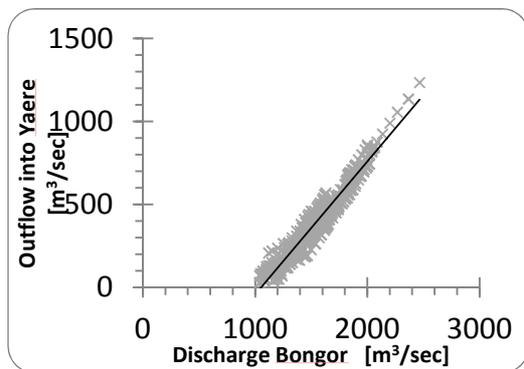


Figure 25 Débordements [m^3/s] dans les plaines Yaéré et Naga (y-axis) versus débit à Bongor (x axis)

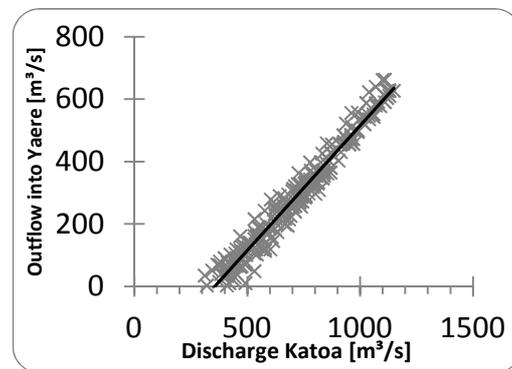


Figure 26 Débordements [m^3/s] dans les plaines Yaéré et Naga (y-axis) versus débit à Katoa (x axis)

Sur la Figure 25, les différences des valeurs des débits aux stations de Bongor et Katoa sont illustrées par rapport aux valeurs des débits à la station Bongor. Cela démontre que les débordements dans les plaines de Naga et des Yaéré au nord de Bongor et entre Bongor et le lac Maga Lake commencent au moment où le débit du fleuve dépasse $1055 m^3/s$ à Bongor. La même analyse entre les stations de Katoa et Logone - Gana indique que les débordements dans les Yaérés et les plaines de Naga au nord de Katoa se manifestent quand le débit excède $356 m^3/s$ à la station de Katoa (Figure 26).

7 Recommandations

Comme il a été déjà recommandée après la première mission de février 2013, les opérateurs doivent vérifier régulièrement l'état des éléments d'échelle après la saison des pluies parce ceux-ci sont exposés aux risques des dégâts. De plus, l'ajustement correct doit être vérifié en maintenant son niveau avec un ou deux points de repère qui font partie de station de jaugeage. Il a été observé pendant toutes les deux missions que les points de repère sont soit obsolètes, soit inconvenablement fixes au sol. Ainsi, il y a de grand risque de déplacement des points de repère.

Il est recommandée de vérifier très régulièrement les courbes de tarage par des mesures de débits (rapport de Krekeler & Seeber, 2013), particulièrement à Logone - Gana et Katoa car les débits mesurés montrent des écarts de 24 à 50 % par rapport aux valeurs obtenues des courbes de tarage. D'autre part, les valeurs des débits mesurées au cours des deux missions en 2013 correspondent très bien aux mesures faites dans le passé. De là, comme première mesure, les courbes de tarage devraient être calculées sur la base de toutes les mesures existantes.

De plus, il faudra relever que les courbes de tarage aux stations de Bongor et Katoa ne sont pas valides dès que les eaux du fleuve débordent leur lit, étant donné qu'il n'y a plus de relation exacte entre hauteur d'eau et débit. Ainsi, les tableaux de mesure ne peuvent pas être créés pour les valeurs de débit au-dessus des valeurs où les eaux du fleuve débordent leurs lits.

Il faut noter que la station de jaugeage du Logone à Logone - Gana est située au Fleuve Koulambou, un affluent du fleuve Logone. Bien que la relation niveau d'eau-débit corresponde parfaitement au fleuve Logone, un déplacement de la station peut être envisageable. Cependant, une nouvelle station plus en amont pourrait être envisageable si l'accès à la nouvelle station en saison des pluies est garanti. La station actuelle peut être utilisée au début pour transférer la relation niveau d'eau-débit à la station de jaugeage en aval de la confluence. Après la construction de la nouvelle station, l'ancienne sera, soit démantelée, soit installée plus en amont. À l'état actuel, elle ne peut pas être utilisée pour le fleuve Koulambou parce qu'elle est plus proche de la confluence avec le Logone et plus influencée par celui-ci.

Enfin, une manipulation plus prudente des instruments de mesures tels que le ADCP, le bateau et le moteur est recommandée. Tous les instruments doivent être proprement nettoyés après chaque mission et stockés dans un endroit propre et sec pour être à l'abri des saletés et des rongeurs.

8 Références

Krekeler, Torsten and Seeber, Kristin. 2013. *Discharge Measurements at Chari, Logone and Koulambou River, Chad Report N° 5.* Hannover-N'Djamena : BGR-CBLT, 2013.

Ngounou Ngatcha, Benjamin, et al. 2007. Apport de la géologie, de l'hydrogéologie et des isotopes de l'environnement à la connaissance des "nappes en creux" du grand Yaéré (nord Cameroun). *Revue des Sciences de l'Eau (20) 1.* 2007, pp. 29-43.

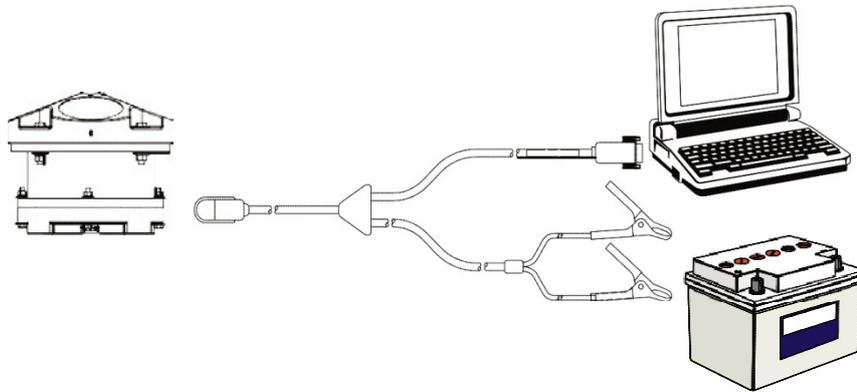
USGS. 2009. Measuring Discharge with Acoustic Doppler Current Profiles from a Moving Boat. *Chapter 22 of Book 3, Section A.* 2009.

Vassolo, Sara und Daira, Djoret. 2012. Résultats de la première phase du projet CBLT/BGR. *Presentation during the BGR-CBLT project planning workshop.* N'Djamena : s.n., 2012.

Annexe I
Guide de terrain pour les mesures de débit avec RDI Workhorse Rio
Grande ADCP en anglais



Necessary Equipment:



ADCP, mounting material, belt, tools, boat, paddle/engine, air pump, life vests, screen shade /rain cover, computer, charger for computer, connecting cables, USB – serial adaptor, battery, distance measuring device, multimeter (EC and T measurement), safety line, information on gauging station (earlier measurements, location of gauge plates),

Before start, test the equipment using the *WinRiverII* software.

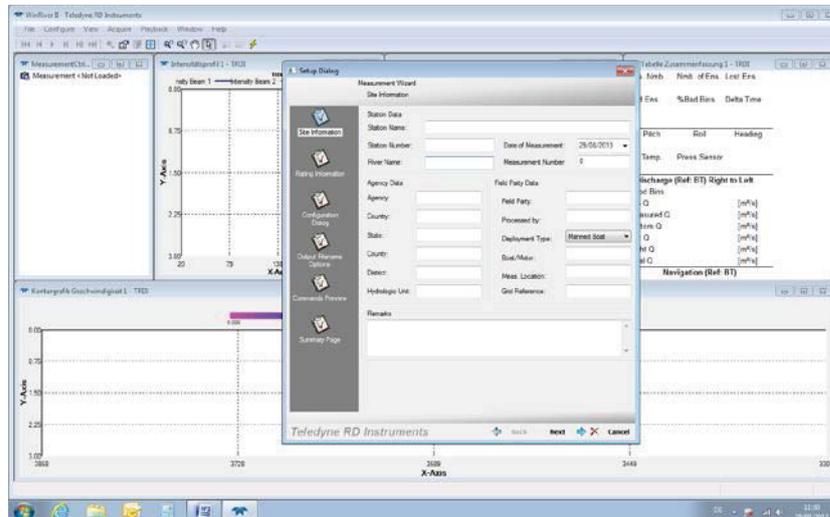


Process of measurement:

1. Read water level from gauge plate
2. Set up instrumentation and boat, make sure that beam 3 mark shows forward, mount ADCP horizontal to minimize pitch and roll
3. Attach safety line to ADCP
4. Measure depth of ADCP surface under water
5. Turn on computer
6. Connect cables: 1. ADCP, 2. Computer, 3. battery
7. Start *WinRiver II* software
8. If an existing file is loaded, close file (**File – Close Measurement**)
9. Carry out a pre-test to measure the total water depth and to verify if the river bed is in motion:
 - a. Using the Measurement Wizard, set an estimated depth and velocity
 - b. On the **Acquire** menu click **Start Pinging** or use the shortcut key **F4**
 - c. Move the ADCP to the middle of the section, or the point at which the highest velocities can be seen
 - d. On the **Acquire** menu click **Moving Bed Test**. Select **Stationary** and click the **Start** button
 - e. Hold the unit in position for ten minutes and try to minimize any movement
 - f. Keep a close eye on the **Ship Track** graph. Any movement indicated on here above actual movement would indicate a Moving Bed
 - g. On the **Acquire** menu click **Stop Moving Bed Test**
 - h. Review the data; if this indicates bed movement, move to a more suitable section
 - i. Use data to set a better configuration for transects.
10. Measure water temperature and salinity with multimeter



11. Set up new measurement (**File – New Measurement**) Insert requested information



12. Choose Rio Grande 1200 kHz – If ADCP is not identified by the software, click **Check ADCP**, finish setup
13. Check system settings: **Configure – Reference – Bottom Track, Coordinate System – Earth, Units – All SI**
14. Check ADCP: **Acquire – Set ADCP Clock, Execute ADCP Test, Execute Pressure Sensor Test, Execute Compass Calibration** (minimize ferrous material and electromagnetic field interference in the vicinity of the instrument)
15. Start measurement: **Acquire – Start Pinging – Start Transect**, Type in distance to shore, wait 10 seconds then start moving
16. Smooth boat operation is essential – if feasible it is recommended to cross the river in a straight line rectangular to the main flow direction
17. When reaching the other edge, wait 10 seconds then click **Stop Transect**
18. Measure at least four transects. The single results for Total Discharge should not differ more than 5 % from the mean. Otherwise four more measurements should be carried out
19. Read water level from gauge plate again

Troubleshooting

If there is no communication between PC and ADCP first try the **Auto Detect** function.

If this doesn't help, check cables and power; serial port settings: 9600 baud, no parity, 8 data bits, 1 stop bit

It may happen that a measurement consists of too many blank and invalid signals. This is often the case when the river bed is unstable. In moving bed conditions, discharge measurements from a moving boat are often impossible. This can be solved by carrying out section-by-section measurements. The *WinRiverII* software is not capable for this kind of measurements. RDI provides the *SxS Pro River Discharge Software* for section-by-section measurements.

General Handling

Dry the ADCP before storing, do not store it in temperature over 60°C

Never set the ADCP on a hard surface

Do not expose the ADCP to the sunlight for longer time

Do not lift the ADCP on the cable

The desiccant bags must be changed at least once a year (see technical manual)

Annexe II
Tableau de chaque mesure

Equipe: DREM/CBLT/BGR	Largeur: 326.9 m	Traité par: Seeber
Bateau/Moteur: ZODIAK YAMAHA	Surface Mouillée: 2358.8 m ²	Vitesse Moyenne: 0.907 m/s
Niveau d'eau: 5.880 m	Variation niveau d'eau: 0.000 m	Débit: 2,140 m ³ /s

Méthode Calcul Section: Course moyenne	Profondeur ADCP : 0.330 m	Index de Vit.: 0.00 m/s Note: 1
Nav. Méthode: Suivi Fond	Ping de Berge.: 10	Ajust. Vitesse Moy.: 0.00 nDébit Usuel : n
Méthode Ecart Type: Keine (0.0°)	Est. Fond: Puiss. (0.1667)	Surface Usuelle: 0.000 m ² Diff.: 0.000%
Echosondeur: Non Utilisé	Est. Surface: Puiss. (0.1667)	Contrôle1: nicht spezifiziert
		Contrôle2: nicht spezifiziert
		Contrôle3: nicht spezifiziert

Seuils de contrôle:		ADCP:
BT Solution 3 Faisceaux Fond: OUI	Vit. Max.: 1.96 m/s	Type/Freq.: Rio Grande / 1200 kHz
WT Solution 3 Faisceaux Courant: NON	Prof. Max.: 11.9 m	Num. Serie: 8547 Progiciel: 10.16
BT Erreur de Vit, Fond: 0.10 m/s	Prof. Moy.: 7.22 m	Taille Cell: 25 cm Silence: 25 cm
WT Erreur de Vit. Courant : 1.07 m/s	% Msr.: 77.69	Mode BT : 5 Pings Fond BT: 1
BT Vit. Verticale Fond: 0.30 m/s	Temp. Eau: 30.0 °C	Mode WT: 12 Pings Courant WT: 1
WT Vit. Verticale Courant: 0.50 m/s	Temp. ADCP: 30.0 °C	WV : 175 WO : 13, 4
Utiliser Profondeur Moyenne pondérée: OUI		

Tests effectués: NON

Nom du Projet: stationndjamena2_2.mmt

Tests de Fond Mouvant effectués: NON

Logiciel: 2.08

Tests de Compas effectués: NON

Lieu de Mesure: 1KM EN AVAL

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	D	10.0	3.00	275	261	1652	206	13.1	0.335	2131	310.8	2256.3	15:59	16:03	1.09	0.94	2	0
002	G	10.0	7.00	272	263	1676	202	3.55	8.73	2154	318.3	2355.9	16:04	16:08	1.14	0.91	6	0
003	D	10.0	5.00	262	259	1643	216	3.02	-0.882	2120	337.5	2353.2	16:09	16:13	1.23	0.90	10	0
004	G	7.00	7.00	219	257	1669	212	-0.324	3.71	2141	341.0	2470.0	16:14	16:17	1.51	0.87	6	0
Moy,		9.25	5.50	257	260	1660	209	4.84	2.97	2137	326.9	2358.8	Total	00:18	1.24	0.91	6	0
ET		1.50	1.91	26	2.83	15.2	6.35	5.78	4.30	14.3	14.6	87.4			0.19	0.03		
ET/M		0.16	0.35	0.10	0.01	0.01	0.03	1.19	1.45	0.01	0.04	0.04			0.15	0.04		

Remarques:

Equipe: DREM/CBLT/BGR	Largeur: 436.2 m	Traité par: Seeber
Bateau/Moteur: Zodiac/Yamaha	Surface Mouillée: 1661.5 m ²	Vitesse Moyenne: 0.811 m/s
Niveau d'eau: 5.010 m	Variation niveau d'eau: 0.000 m	Débit: 1,340 m ³ /s

Méthode Calcul Section: Course moyenne	Profondeur ADCP : 0.330 m	Index de Vit.: 0.00 m/s Note: 1
Nav. Méthode: Suivi Fond	Ping de Berge.: 10	Ajust.Vitesse Moy.: 0.00 nDébit Usuel : n
Méthode Ecart Type: Keine (0.0°)	Est. Fond: Puiss. (0.1667)	Surface Usuelle: 0.000 m ² Diff.: 0.000%
Echosondeur: Non Utilisé	Est. Surface: Puiss. (0.1667)	Contrôle1: nicht spezifiziert
		Contrôle2: nicht spezifiziert
		Contrôle3: nicht spezifiziert

Seuils de contrôle:		ADCP:
BT Solution 3 Faisceaux Fond: OUI	Vit. Max.: 1.90 m/s	Type/Freq.: Rio Grande / 1200 kHz
WT Solution 3 Faisceaux Courant: NON	Prof. Max.: 6.55 m	Num. Serie: 8547 Progiciel: 10.16
BT Erreur de Vit, Fond: 0.10 m/s	Prof. Moy.: 3.82 m	Taille Cell: 25 cm Silence: 25 cm
WT Erreur de Vit. Courant : 1.07 m/s	% Msr.: 62.00	Mode BT : 5 Pings Fond BT: 1
BT Vit. Verticale Fond: 0.30 m/s	Temp. Eau: 30.0 °C	Mode WT: 12 Pings Courant WT: 1
WT Vit. Verticale Courant: 0.50 m/s	Temp. ADCP: 30.7 °C	WV : 175 WO : 13, 4
Utiliser Profondeur Moyenne pondérée: OUI		

Tests effectués: NON

Nom du Projet: tkstation_1g.mmt

Tests de Fond Mouvant effectués: NON

Logiciel: 2.08

Tests de Compas effectués: NON

Lieu de Mesure: échelle

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	G	4.00	2.00	466	321	828	200	4.12	0.434	1354	487.4	1782.5	13:46	13:53	1.10	0.76	20	0
001	D	2.00	10.0	565	309	797	219	1.83	0.686	1328	439.3	1690.8	13:55	14:05	0.83	0.79	9	0
003	D	2.00	15.0	367	287	862	199	1.39	0.931	1351	437.8	1632.8	14:13	14:19	1.32	0.83	4	1
005	D	4.00	7.00	331	278	847	218	0.758	1.02	1345	380.2	1539.9	14:26	14:31	1.34	0.87	9	0
Moy,		3.00	8.50	432	299	833	209	2.02	0.769	1344	436.2	1661.5	Total	00:45	1.15	0.81	11	0
ET		1.15	5.45	105	19.6	27.8	10.9	1.46	0.265	11.3	43.9	101.8			0.24	0.05		
ET/M		0.38	0.64	0.24	0.07	0.03	0.05	0.72	0.34	0.01	0.10	0.06			0.21	0.06		

Remarques:

Equipe: TK	Largeur: 206.0 m	Traité par: TAPSALA
Bateau/Moteur: ZODIAK YAMAHA	Surface Mouillée: 786.4 m ²	Vitesse Moyenne: 0.661 m/s
Niveau d'eau: 5.950 m	Variation niveau d'eau: 0.000 m	Débit: 520 m ³ /s

Méthode Calcul Section: Course moyenne	Profondeur ADCP : 0.130 m	Index de Vit.: 0.00 m/s Note: 1
Nav. Méthode: Suivi Fond	Ping de Berge.: 10	Ajust. Vitesse Moy.: 0.00 nDébit Usuel : N
Méthode Ecart Type: Aucun (0.0°)	Est. Fond: Puiss. (0.1667)	Surface Usuelle: 0.000 m ² Diff.: 0.000%
Echosondeur: Non Utilisé	Est. Surface: Puiss. (0.1667)	Contrôle1: Non Spécifié
		Contrôle2: Non Spécifié
		Contrôle3: Non Spécifié

Seuils de contrôle:	ADCP:
BT Solution 3 Faisceaux Fond: OUI	Type/Freq.: Rio Grande / 1200 kHz
WT Solution 3 Faisceaux Courant: NON	Num. Serie: 8547 Progiciel: 10.16
BT Erreur de Vit, Fond: 0.10 m/s	Taille Cell: 25 cm Silence: 25 cm
WT Erreur de Vit. Courant : 1.07 m/s	Mode BT : 5 Pings Fond BT: 1
BT Vit. Verticale Fond: 0.30 m/s	Mode WT: 12 Pings Courant WT: 1
WT Vit. Verticale Courant: 1.00 m/s	WV : 175 WO : 13, 4
Utiliser Profondeur Moyenne pondérée: OUI	
Vit. Max.: 1.43 m/s	
Prof. Max. : 7.38 m	
Prof. Moy.: 3.82 m	
% Msr.: 65.35	
Temp. Eau: 30.0 °C	
Temp. ADCP: 30.2 °C	

Tests effectués: OUI
 Tests de Fond Mouvant effectués: NON
 Tests de Compas effectués: NON
 Lieu de Mesure: 1KM EN AMONT

Nom du Projet: stationlogone gana_2d.mmt
 Logiciel: 2.08

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	
008	G	5.00	3.00	248	95.4	337	80.7	3.15	1.18	517	215.1	812.3	14:20	14:25	0.80	0.64	1	0
009	D	3.00	5.00	175	98.7	344	81.7	4.32	1.63	530	204.2	771.6	14:25	14:28	1.15	0.69	5	0
010	G	4.00	2.00	193	92.9	335	76.1	2.82	0.882	508	202.8	784.6	14:28	14:32	1.05	0.65	2	0
011	D	2.00	2.00	136	95.6	343	82.0	2.49	0.702	523	201.8	777.0	14:32	14:35	1.41	0.67	4	0
Moy,		3.50	3.00	188	95.7	340	80.1	3.19	1.10	520	206.0	786.4	Total	00:14	1.10	0.66	3	0
ET		1.29	1.41	47	2.37	4.44	2.73	0.798	0.406	9.65	6.2	18.1			0.25	0.02		
ET/M		0.37	0.47	0.25	0.02	0.01	0.03	0.25	0.37	0.02	0.03	0.02			0.23	0.04		

Remarques:

Equipe: DREM/CBLT/BGR	Largeur: 77.2 m	Traité par: Seeber
Bateau/Moteur: ZODIAK YAMAHA	Surface Mouillée: 380.1 m ²	Vitesse Moyenne: 0.806 m/s
Niveau d'eau: 5.950 m	Variation niveau d'eau: 0.000 m	Débit: 306 m ³ /s

Méthode Calcul Section: Course moyenne	Profondeur ADCP : 0.130 m	Index de Vit.: 0.00 m/s Note: 1
Nav. Méthode: Suivi Fond	Ping de Berge.: 10	Ajust. Vitesse Moy.: 0.00 nDébit Usuel : n
Méthode Ecart Type: Keine (0.0°)	Est. Fond: Puiss. (0.1667)	Surface Usuelle: 0.000 m ² Diff.: 0.000%
Echosondeur: Non Utilisé	Est. Surface: Puiss. (0.1667)	Contrôle1: nicht spezifiziert
		Contrôle2: nicht spezifiziert
		Contrôle3: nicht spezifiziert

Seuils de contrôle:		ADCP:
BT Solution 3 Faisceaux Fond: OUI	Vit. Max.: 1.61 m/s	Type/Freq.: Rio Grande / 1200 kHz
WT Solution 3 Faisceaux Courant: NON	Prof. Max.: 6.48 m	Num. Serie: 8547 Progiciel: 10.16
BT Erreur de Vit, Fond: 0.10 m/s	Prof. Moy.: 4.92 m	Taille Cell: 25 cm Silence: 25 cm
WT Erreur de Vit. Courant : 1.07 m/s	% Msr.: 72.35	Mode BT : 5 Pings Fond BT: 1
BT Vit. Verticale Fond: 0.30 m/s	Temp. Eau: 30.0 °C	Mode WT: 12 Pings Courant WT: 1
WT Vit. Verticale Courant: 1.00 m/s	Temp. ADCP: 30.8 °C	WV : 175 WO : 12, 4
Utiliser Profondeur Moyenne pondérée: OUI		

Tests effectués: OUI

Nom du Projet: stationkouloumbou_1a.mmt

Tests de Fond Mouvant effectués: NON

Logiciel: 2.08

Tests de Compas effectués: NON

Lieu de Mesure: 50M EN AVAL 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	D	2.00	2.00	103	42.1	234	40.0	2.85	0.852	320	76.9	399.3	15:00	15:02	0.86	0.80	3	0
002	G	2.00	1.00	72	43.2	222	40.9	1.50	0.698	308	80.4	397.0	15:02	15:03	1.29	0.78	1	0
003	D	2.00	3.00	71	40.9	215	36.2	2.92	1.19	296	74.4	360.6	15:04	15:05	1.04	0.82	0	0
004	G	2.00	2.00	72	43.0	215	39.2	2.39	0.572	300	77.1	363.4	15:05	15:06	1.49	0.82	0	1
Moy,		2.00	2.00	79	42.3	221	39.1	2.42	0.827	306	77.2	380.1	Total	00:05	1.17	0.81	1	0
ET		0.00	0.82	16	1.04	9.16	2.03	0.657	0.265	10.6	2.4	21.0			0.28	0.02		
ET/M		0.00	0.41	0.20	0.02	0.04	0.05	0.27	0.32	0.03	0.03	0.06			0.24	0.03		

Remarques:

Equipe: DREM CBLT BGR	Largeur: 207.1 m	Traité par: Seeber
Bateau/Moteur: zodiak yamaha 25cw	Surface Mouillée: 807.6 m ²	Vitesse Moyenne: 1.01 m/s
Niveau d'eau: 4.090 m	Variation niveau d'eau: 0.000 m	Débit: 812 m ³ /s

Méthode Calcul Section: Course moyenne	Profondeur ADCP : 0.100 m	Index de Vit.: 0.00 m/s Note: 1
Nav. Méthode: Suivi Fond	Ping de Berge.: 10	Ajust.Vitesse Moy.: 0.00 nDébit Usuel : n
Méthode Ecart Type: Keine (0.0°)	Est. Fond: Puiss. (0.1667)	Surface Usuelle: 0.000 m ² Diff.: 0.000%
Echosondeur: Non Utilisé	Est. Surface: Puiss. (0.1667)	Contrôle1: nicht spezifiziert
		Contrôle2: nicht spezifiziert
		Contrôle3: nicht spezifiziert

Seuils de contrôle:		ADCP:
BT Solution 3 Faisceaux Fond: OUI	Vit. Max.: 2.03 m/s	Type/Freq.: Rio Grande / 1200 kHz
WT Solution 3 Faisceaux Courant: NON	Prof. Max.: 5.46 m	Num. Serie: 8547 Progiciel: 10.16
BT Erreur de Vit, Fond: 0.10 m/s	Prof. Moy.: 3.90 m	Taille Cell: 25 cm Silence: 25 cm
WT Erreur de Vit. Courant : 1.07 m/s	% Msr.: 67.19	Mode BT : 5 Pings Fond BT: 1
BT Vit. Verticale Fond: 0.30 m/s	Temp. Eau: 30.0 °C	Mode WT: 12 Pings Courant WT: 1
WT Vit. Verticale Courant: 0.80 m/s	Temp. ADCP: 29.9 °C	WV : 175 WO : 9, 4
Utiliser Profondeur Moyenne pondérée: OUI		

Tests effectués: OUI

Nom du Projet: stationkatoa_2.mmt

Tests de Fond Mouvant effectués: NON

Logiciel: 2.08

Tests de Compas effectués: NON

Lieu de Mesure: 100M EN AVAL ST

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	
003	G	2.00	3.00	193	138	556	130	1.74	2.42	828	212.8	827.9	13:30	13:33	1.58	1.00	9	1
004	D	2.00	2.00	223	134	545	125	2.97	1.94	809	203.9	799.2	13:34	13:37	1.24	1.01	13	0
005	G	5.00	5.00	296	130	532	119	7.75	4.32	793	197.7	773.2	13:37	13:41	0.92	1.03	10	0
006	D	3.00	2.00	212	140	548	124	3.57	0.840	816	208.3	801.6	13:41	13:44	1.32	1.02	6	0
007	G	5.00	2.00	212	134	548	126	4.74	2.34	815	212.6	836.0	13:44	13:47	1.31	0.97	5	0
Moy,		3.40	2.80	227	135	546	125	4.16	2.37	812	207.1	807.6	Total	00:16	1.27	1.01	9	0
ET		1.52	1.30	40	3.92	8.44	3.89	2.28	1.26	12.6	6.4	25.1			0.24	0.02		
ET/M		0.45	0.47	0.18	0.03	0.02	0.03	0.55	0.53	0.02	0.03	0.03			0.19	0.02		

Remarques:

Equipe: DREM/CBLT/BGR	Largeur: 326.1 m	Traité par: Seeber
Bateau/Moteur: Zodiac Yamaha	Surface Mouillée: 1274.4 m ²	Vitesse Moyenne: 1.06 m/s
Niveau d'eau: 4.010 m	Variation niveau d'eau: 0.000 m	Débit: 1,350 m ³ /s

Méthode Calcul Section: Course moyenne	Profondeur ADCP : 0.100 m	Index de Vit.: 0.00 m/s Note: 1
Nav. Méthode: Suivi Fond	Ping de Berge.: 10	Ajust.Vitesse Moy.: 0.00 nDébit Usuel : n
Méthode Ecart Type: Keine (0.0°)	Est. Fond: Puiss. (0.1667)	Surface Usuelle: 0.000 m ² Diff.: 0.000%
Echosondeur: Non Utilisé	Est. Surface: Puiss. (0.1667)	Contrôle1: nicht spezifiziert
		Contrôle2: nicht spezifiziert
		Contrôle3: nicht spezifiziert

Seuils de contrôle:	ADCP:
BT Solution 3 Faisceaux Fond: OUI	Type/Freq.: Rio Grande / 1200 kHz
WT Solution 3 Faisceaux Courant: NON	Num. Serie: 8547 Progiciel: 10.16
BT Erreur de Vit, Fond: 0.10 m/s	Taille Cell: 25 cm Silence: 25 cm
WT Erreur de Vit. Courant : 1.07 m/s	Mode BT : 5 Pings Fond BT: 1
BT Vit. Verticale Fond: 0.30 m/s	Mode WT: 12 Pings Courant WT: 1
WT Vit. Verticale Courant: 1.00 m/s	WV : 175 WO : 9, 4
Utiliser Profondeur Moyenne pondérée: OUI	
Vit. Max.: 2.14 m/s	
Prof. Max. : 5.45 m	
Prof. Moy.: 3.91 m	
% Msr.: 64.60	
Temp. Eau: 30.0 °C	
Temp. ADCP: 29.6 °C	

Tests effectués: OUI
 Tests de Fond Mouvant effectués: NON
 Tests de Compas effectués: NON
 Lieu de Mesure: 100 EN AVAL

Nom du Projet: stationbongor_18.10.13.mmt
 Logiciel: 2.08

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	D	2.00	1.00	393	233	884	230	1.84	-0.079	1348	337.6	1342.8	11:30	11:35	1.19	1.00	20	0
002	G	5.00	3.00	413	236	873	226	1.89	0.961	1338	332.5	1293.6	11:35	11:41	1.22	1.03	6	0
003	D	3.00	3.00	357	237	869	242	3.37	0.800	1353	320.1	1226.0	11:42	11:46	1.20	1.10	7	0
005	D	2.00	4.00	532	234	850	254	2.49	1.30	1342	314.0	1235.3	11:54	12:01	0.81	1.09	17	1
Moy,		3.00	2.75	423	235	869	238	2.40	0.746	1345	326.1	1274.4	Total	00:31	1.10	1.06	12	0
ET		1.41	1.26	76	2.10	14.2	12.7	0.712	0.588	6.66	10.9	54.5			0.19	0.05		
ET/M		0.47	0.46	0.18	0.01	0.02	0.05	0.30	0.79	0.00	0.03	0.04			0.18	0.04		

Remarques: