

Mesures par ADCP (Station Hydrométrique ENSE³ Campus)

Objectif : l'étude d'une rivière

Depuis 1992, à la station hydrométrique située en bordure de l'Isère sur le campus de St Martin d'Hères, les élèves de l'école ENSE³, le LTHE (Laboratoire d'étude des Transferts en Hydrologie et Environnement) et des sociétés (EDF, CNR) effectuent des mesures de vitesse d'écoulement, de profondeur en utilisant une torpille de 80 kg appelée saumon hydrométrique. Ces mesures permettent d'estimer les profils verticaux de la vitesse du courant puis, par intégration, le débit total de la rivière. En 2009, l'école fait l'acquisition et met en place un ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) de façon à effectuer ces mesures en utilisant une technologie récente, qui réduit le temps d'acquisition des mesures des profils verticaux et du débit.

L'équipement

L'équipement de mesure de l'école ENSE³ se compose de :

- ADCP Teledyne RD Instruments Workhorse Rio Grande 1200 kHz
- Riverboat OceanScience (trimaran)
- PC portable + programmes WinRiver II
- Système de communication bluetooth constitué de deux modules Parani SD 1000 et de leurs antennes.
- Batteries, Référence Yuasa NP7-12
- Contrepoids et accessoires.
- Traille motorisée de la station hydrométrique ENSE³

Fig. 1 : ADCP Rio Grande

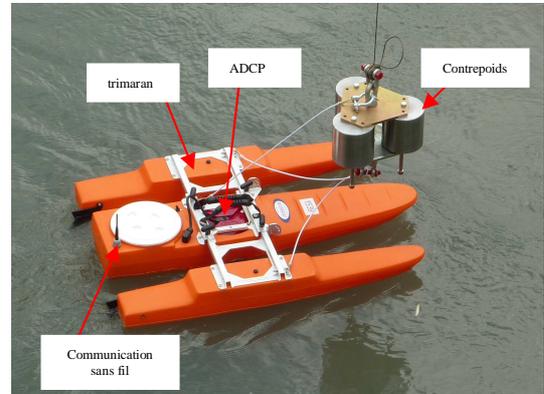


Fig. 2 : trimaran et capteur sur l'Isère

Un ADCP : comment ça marche ?

Un ADCP dispose de plusieurs céramiques piezo-électriques (Fig.1) qui jouent à la fois le rôle d'émetteurs (E) d'onde et de récepteurs (R). L'onde émise de fréquence f_e est une onde ultrasonore, c'est-à-dire un son non perceptible car trop aigu pour l'oreille humaine. Elle est réfléchiée soit par le fond de la rivière, soit par les particules en suspension dans l'eau et revient au capteur avec une fréquence f_r différente de celle de l'onde émise.



La différence $\Delta f = f_r - f_e$ dépend du vecteur vitesse du diffuseur qui a réfléchi l'onde. C'est l'effet Doppler.

Par hypothèse, on suppose que la vitesse de l'eau est égale à la vitesse des particules qu'elle contient. Lorsque le capteur se déplace à la surface de l'eau, et que ses capteurs sont en fonctionnement (ping), l'exploitation des signaux reçus permet d'estimer pour la colonne d'eau située à sa verticale :

- la distance d du fond et de la particule (donc de l'eau) à partir du temps t mis par l'onde pour effectuer l'aller-retour ($d = c \cdot t / 2$) avec c de l'ordre de 1500 m/s.
- la vitesse de l'eau à une profondeur donnée et la vitesse du bateau par rapport au fond de la rivière (supposé fixe).

$$f_r = 2f_e \cdot \frac{v \cos \alpha}{c}$$

Le capteur est également équipé d'un compas et d'un capteur de température. En effet, cette dernière influe sur la célérité c de l'onde dans l'eau et doit être prise en compte dans la mesure.



Fig. 3 : Station hydrométrique et trimaran

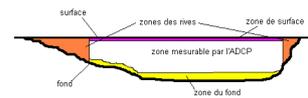
Limites de mesure de l'ADCP

Profondeur

L'ADCP Rio Grande 1200 kHz peut être utilisé pour une profondeur de rivière comprise entre 75 cm (moins selon le mode utilisé) et 30 m.

Zones mortes

- en surface (Top) : 60-70 cm de la surface
- au fond (Bottom) : env. 40 cm du fond
- sur les rives de la rivière (Left and Right bank) : là où l'ADCP ne peut plus aller car la profondeur ne permet pas d'obtenir deux hauteurs de cellule.



Pour estimer le débit total, il est nécessaire d'extrapoler le débit dans ces zones, ce que fait le logiciel suivant plusieurs méthodes.

Méthode de mesure

L'embarcation étant à l'eau, on prépare le paramétrage du capteur et le fichier d'enregistrement. On peut saisir une multitude de paramètres permettant, par exemple, de définir la hauteur et la largeur d'une cellule, c'est-à-dire la taille de la grille utilisée pour la section de la rivière ou encore les méthodes d'extrapolation. Pendant ce temps, le capteur se met à la température de la rivière.

On traverse ensuite plusieurs fois la rivière (2 aller-retour en général) ce qui permet d'obtenir plusieurs valeurs de débit total que l'on peut ensuite moyenner. On note la hauteur d'eau de la rivière à chaque début et fin de mesure, car celle-ci varie en fonction de l'activité des ouvrages hydrauliques amont et aval.

Durant la traversée, on visualise et on enregistre les différents débits (débit total et débits extrapolés), la profondeur de la rivière sous le capteur, la vitesse et la distance parcourue par ce dernier, la température de l'eau, ... (Fig. 4)

Références

Teledyne RD Instruments - Acoustic Doppler Current Profiler - Principles of Operation - A practical Primer - (dec. 2006)
Jérôme Le Coz, Gilles Pierrefeu, Gérard Sayssat, Jean-François Brochet, Pierre Marchand - Mesures hydrologiques par profileur Doppler - Quae Editions - 30/09/08

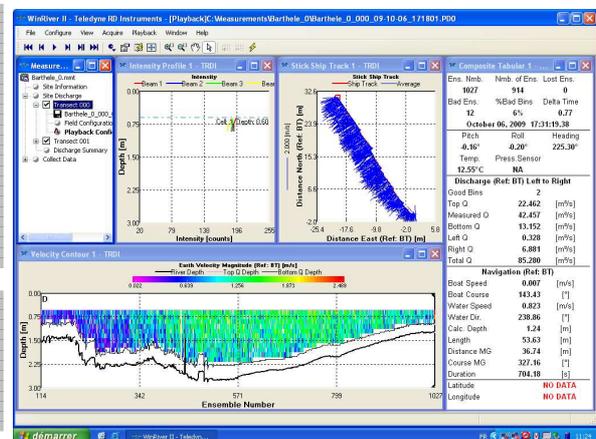


Fig. 4 : Logiciel WinRiver II

Contacts : christophe.rousseau@grenoble-inp.fr, Frederic.Girard@grenoble-inp.fr, Eric.Barthelemy@grenoble-inp.fr