

Évaluation du flux de débris végétaux aquatiques par sondeur acoustique

Debris plant flux in fresh water by acoustic echosounder

Fabrice NOZIERE, Alain POIREL, François LAUTERS

EDF DTG, Service Environnement Aquatique, 21 avenue de l'Europe
fabrice.noziere@edf.fr, alain.poirel@edf.fr, francois.lauters@edf.fr

RÉSUMÉ

La connaissance des milieux aquatiques doit intégrer un paramètre peu mesuré à ce jour, le flux de matériaux organiques grossiers, source de matière organique dégradable. Un sondeur acoustique DTX (BioSonics®) a été installé à poste fixe sur la commune de Cruas (Ardèche) le long d'un quai du Rhône. Il permet de détecter les objets qui transitent dans la masse d'eau. Divers essais ont été menés pour valider la bonne détection des débris de végétaux (bois mort, feuilles...) en jouant sur les différents paramètres du sonar (sensibilité, énergie d'émission, trains d'ondes, nombre de pings validant les cibles...) et établir une relation entre la masse des débris végétaux en circulation et l'intensité des échos en dB enregistrés par le sondeur. Cette relation est utilisée pour évaluer des flux de débris végétaux à partir des chroniques d'intensité des échos enregistrées en continu par le sondeur sur des épisodes hydrométéorologiques. Une des paramètres perturbant la valeur en dB est la turbidité de l'eau. Un essai a été réalisé pour mesurer l'atténuation de l'écho en fonction de la turbidité. La relation empirique sert à corriger la valeur en dB avant de transformer cette dernière en flux de débris. Cette communication présente le matériel utilisé, les essais réalisés et les flux de débris végétaux estimés durant un épisode remarquable en Novembre 2017.

ABSTRACT

One parameter of aquatic environments that has been poorly measured to date is the flow of coarse organic materials, a source of biodegradable organic matter. A DT-X scientific hydroacoustic echosounder (BioSonics®) was installed in a fixed position in the town of Cruas (Ardèche) on a dock in the Rhône River. The echosounder can detect objects that pass through the body of water. Various tests have been conducted to ground truth and validate the detection of plant debris (dead wood, leaves...) by tuning the various parameters of the echosounder (sensitivity, emission energy, wave trains, number of pings, validating the targets...), establishing a relationship between the mass of plant debris in circulation and the echo intensity in dB recorded by the echosounder. This relationship is used to evaluate plant debris flows using echo intensity being continuously recorded by the echosounder during hydrometeorological episodes. One of the parameters that affects the value in dB is the turbidity of the water. An attempt was made to measure echo attenuation as a function of turbidity. The empirical relationship is used to correct the value in dB before converting the latter into a debris flow. This paper presents the material used, the tests carried out, and the plant debris flows estimated during a remarkable episode in November 2017.

MOTS CLES

Flux, Fleuves, Sondeur, Végétaux

1 INTRODUCTION

Les milieux aquatiques sont aujourd'hui abordés de manière intégrée dans leurs composantes morphologiques, chimiques et biologiques. Cette approche globale nécessite une bonne estimation des flux, notamment en transport solide et en carbone sous toutes ses formes. Or, pour ces estimations, les matériaux organiques grossiers (débris végétaux entre autres) échappent à l'analyse chimique des fractions dissoutes et fines (matières en suspension) tout comme à la mesure des flux solides en suspension ou en charriage. Pourtant c'est un flux important dans les bilans globaux avec une incidence parfois notable sur la qualité d'eau et sur les bilans carbone (Fuentes Cid, 2014).

2 MATERIEL ET METHODE

2.1 L'acoustique

Les sondeurs acoustiques sont communément utilisés pour rechercher la biomasse sous-marine. Xavier LURTON (1998) décrit le principe physique de la détection acoustique : l'onde acoustique percute une cible et retourne vers l'émetteur avec une intensité proportionnelle au Log de la surface apparente (celle face au sondeur). La troisième dimension (volume) n'a pas d'influence sur l'intensité de l'écho. Les végétaux aquatiques sont constitués de tubulures millimétriques, voir centimétriques toujours à peu près constantes. Le volume strict de la plante (pas celui dans lequel la plante évolue) est donc proportionnel à la surface d'un facteur k . A densité constante, d , (plantes aquatiques), il est possible de dire que l'intensité de l'écho détecté par le sondeur est proportionnelle au Log du poids des végétaux vue par le sondeur : $I = a \text{ Log } (d k \text{ Poids de végétaux})$

2.2 La mise en œuvre sur le Rhône

2.2.1 Un sonar DTX installé à poste fixe

Un sonar DTX de BioSonics® est installé à poste fixe au niveau du port de Cruas (Ardèche) depuis 2012. Il est immergé à 1 m sous la surface, orienté de 1° vers la surface et scrute le Rhône sur 40 m de large. Il fonctionne en split-beam (fréquence de 200 kHz), c'est-à-dire qu'une matrice de détecteurs permet de localiser la cible dans l'espace par l'analyse du décalage temporel de la réception des échos sur les récepteurs. La cible est caractérisée par sa vitesse, sa direction, sa distance au sondeur et son intensité en dB (corrigée de la distance par la connaissance de la température de l'eau ou vitesse du son). Les paramètres du sonar ont été ajustés (gain, train d'ondes, sensibilité, masque différentiel, nombre de pings validant l'enregistrement de l'écho comme une cible mouvante...) pour pouvoir détecter un paquet de végétaux de 100 g à 60 m.

2.2.2 Traduction des dB en kg

Deux expérimentations (2012 et 2014) ont consisté à placer des paquets d'élodées et de myriophylle de 100 g à 5500 g et du bois mort (de 500 g à 10 kg) devant le sonar à 20, 30 et 40 m et d'enregistrer les valeurs en dB (corrigée de la distance). Chaque dérive d'un paquet devant le sonar a donné lieu à une soixantaine d'enregistrements de la cible le long de son trajet. Cet essai a permis de proposer une courbe de tarage liant les dB enregistrés et le poids en kg donc de proposer un flux en kg/h. Un essai de reproductibilité (dans la Loire avec une physico-chimie différente de celle du Rhône) a été réalisé en 2015 avec une espèce différente des deux premières.

2.2.3 Impact de la turbidité et correction du flux

Un essai a été réalisé en 2016 sur l'Isère en profitant d'une des nombreuses chasses sédimentaires usuelles d'exploitation des ouvrages EDF. L'essai a consisté à enregistrer l'atténuation progressive en dB d'une cible située à 30 m du sonar en fonction de l'augmentation de la turbidité. Avec la courbe obtenue, une correction de la valeur en dB est effectuée pour la ramener à une valeur qu'elle aurait eue pour une turbidité de 30 FNU, turbidité mesurée lors de la construction expérimentale des courbes de tarage dB/kg de 2012 et de 2014.

2.2.4 Post-traitement

Le DTX enregistre depuis 2012 en temps réel, les cibles en mouvement. Les cibles sont traitées de façon à retirer du jeu de données, celles à contre-courant ou ayant des vitesses incohérentes ainsi que celles détectées plusieurs fois durant leur trajet devant le DTX.

3 RESULTATS

3.1 Performance et calibration

Le taux de détection du bois mort flottant est de 30% environ, quelle que soit la masse en jeu. En revanche, les végétaux sont enregistrés quasi-systématiquement.

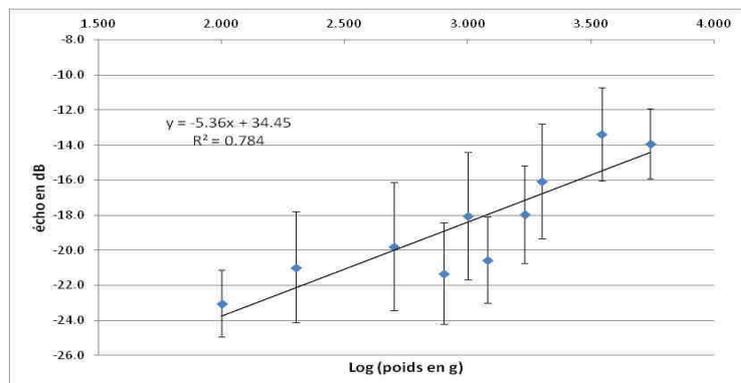


Figure 1 : Intensité de l'écho en dB en fonction du Log du poids de végétaux en g

Les résultats de la calibration (regroupement des mesures de 2012 et de 2014, donnés dans la Figure 1), montrent qu'il existe bien une relation linéaire entre la signature acoustique en dB (corrigée de la distance) et la masse de végétaux en dérive compte tenu de l'incertitude de 10% sur la mesure du poids humide de végétaux.

3.2 Correction liée à la turbidité

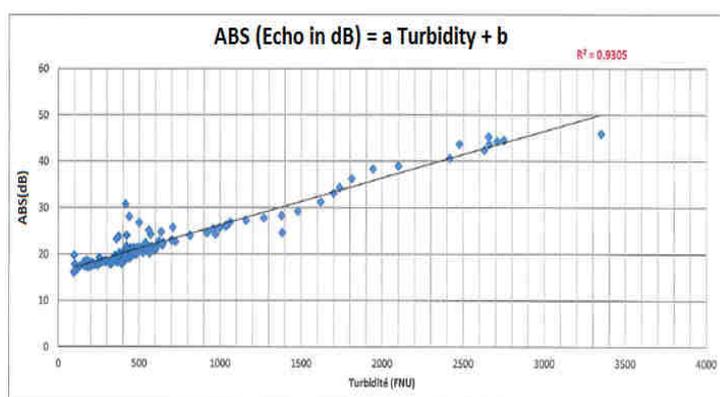


Figure 2 : Réponse en dB de la cible en fonction de l'augmentation progressive de la turbidité

L'atténuation en dB d'une cible est très nettement corrélée à la turbidité (Figure 2) avec un r^2 de 0.93 : la cible, initialement renvoyant un écho de -20 dB pour une turbidité de 50 FNU, ne renvoie plus qu'un écho de -30 dB lorsque la turbidité atteint 1400 FNU jusqu'à disparition totale (sonar devenu aveugle) lorsque la turbidité atteint 5000 FNU.

Cette droite est utilisée pour corriger les valeurs en dB en fonction de la turbidité mesurée en continu.

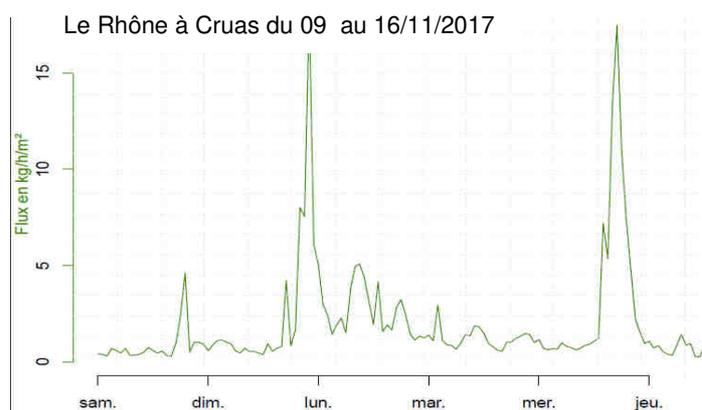


Figure 3 : Flux spécifique de débris en dérive à Cruas

La valeur en dB (corrigée de la distance et corrigée de la turbidité) de chaque cible est convertie en kg par la relation de calibration. Le comptage des masses en 1 h donne le flux. Ce flux est ramené par unité de surface surveillée par le DTX.

La Figure 3 présente un exemple sur la semaine 46 en 2017 à Cruas. Les pics de flux sont liés à un épisode pluvieux intense qui a probablement amené d'importantes quantités de feuilles mortes dans le Rhône.

BIBLIOGRAPHIE

Xavier LURTON, 1998. Acoustique sous-marine, Présentation et applications. Ifremer, Brest, p114.

Ana Fuentes Cid, 2014. Etude pluridisciplinaire d'une perturbation industrielle dans l'estuaire de la Gironde : implications du transport et de la dynamique de gradation des débris végétaux sur le fonctionnement de la source froide du CNPE du Blayais. Ecologie, Environnement. Université de Bordeaux.