

Suivi de la qualité d'eau par drone aquatique: développement et expérimentation sur une retenue hydroélectrique

Monitoring water quality by aquatic drone: development and experimentation on hydroelectric dam reservoir

Thomas Reynier, thomas.reynier@edf.fr , Estéban Rémon, e.remon@mep19.fr, Stéphane Petitjean s.petitjean@peche19.fr , Pierre Bourcier, p.bourcier@im-solutions.fr, Sébastien Versanne Janodet, sebastien.vj@mep19.fr, David Thomas Archambeau , david-1.thomas@edf.fr

RÉSUMÉ

Entre 2016 et 2021, EDF développe un nouvel outil opérationnel capable de réaliser une cartographie en trois dimensions de la répartition de la température et de l'oxygène dissous à l'échelle d'une grande retenue jusqu'à 100 mètres de profondeur.

Cet outil est à la base un drone marin, monodrone 1800 fabriqué par la société IMSolutions. Un treuil minimaliste pour descendre une sonde dans la colonne d'eau a ensuite été intégré sur le bateau. De nombreux tests ont permis de tendre vers la fiabilité de l'ensemble du dispositif.

L'objectif du projet est de mieux comprendre les processus physico-chimiques évoluant dans le temps dans une masse d'eau. Ces paramètres mesurés sont essentiels au maintien de la vie aquatique et à la mise en place de la stratification, séparation de la couche anoxique à l'origine de l'eutrophisation.

En 2021, sur une saison estivale complète, une campagne de mesure inédite a permis d'appliquer un nouveau protocole de suivi de la stratification de la retenue de la Valette (19). Le drone a également pu être utilisé pour d'autres applications, notamment en lien avec des comportements piscicoles en milieu lacustre.

ABSTRACT

From 2016 to 2021, EDF developed a new tool aiming to realize a 3D cartography of the distribution of temperature and dissolved oxygen in large water reservoirs up to 100m deep.

A marine drone has been created by IMSolutions (the Monodrone 1800). A sensor is sunk into the water by a minimalist winch. The entire tool has been proven reliable in various conditions.

This project aims to understand the evolution of physicochemical properties of a water mass. All these measured parameters are essential to aquatic life, stratification, and separation of the anoxic layer behind eutrophication.

With a new scientist protocol, unique measurements series have been made during summer 2021 on the water reservoir of La Valette (Corrèze, France).

The drone has also been used to understand other issues, as fish behaviour.

MOTS CLES:

Innovation, drone aquatique, qualité d'eau, stratification, protocole

1 LA RETENUE HYDROELECTRIQUE DE LA VALETTE

1.1 Enjeux et usages

En France, les barrages d'EDF permettent le stockage de 7,5 milliards de m³ d'eau, soit 75 % des réserves nationales de stockage de surface. De ce fait, 700 millions de m³ d'eau sont lâchés chaque année depuis ces barrages pour satisfaire d'autres usages (eau potable, agriculture, pêche, sports d'eau, etc.). Pour cela, EDF Hydro Dordogne travaille pour assurer un lien quotidien et une concertation de proximité avec les acteurs locaux. Ce défi est exacerbé par les enjeux écologiques en lien avec le changement climatique et la préservation de la biodiversité (poissons, invertébrés, macrophytes, etc....).

La retenue hydroélectrique de la Valette constitue une masse d'eau de 230 ha entourée de forêts et d'une profondeur moyenne de 15 mètres (profondeur max : 45m). Lieu touristique en période estivale, la retenue est surtout fréquentée par les pêcheurs de loisir (plan d'eau de seconde catégorie). Toutes les pêches sont praticables, celles des carnassiers et de la carpe (grand secteur de nuit) sont à l'honneur (generationpeche.fr).

1.2 Fonctionnements et dysfonctionnements

La retenue de la Valette fait l'objet de plusieurs suivis physico-chimiques et biologiques. Les paramètres liés à la matière organique et au phosphore sont élevés dans les sédiments et ont augmentés entre 2014 et 2018. Les valeurs élevées prises par ces paramètres sont à relier avec les conditions d'anoxie profondes induisant un relargage de phosphore biodisponible, c'est-à-dire directement assimilable par les plantes, et de formes réduites de l'azote (POURRIOT et MEYBECK 1995).

Sur la retenue de la Valette, les teneurs en « chlorophylle a » désignent un plan d'eau eutrophe, dominé numériquement en période estivale par les Cyanophycées, aussi appelées Cyanobactéries, mais avec des densités globales de phytoplancton faibles.

Le peuplement piscicole n'est pas connu avec précision, mais il semble dominé par la brème commune, devant le sandre et le gardon. Le marnage contraint la reproduction d'espèces phytophiles. De plus, entre 2009 et 2011, des individus de deux espèces de poissons ont été retrouvés morts : une quarantaine d'individus adultes de sandres et de perches communes.

1.3 Origine du projet

La méthode de diagnose rapide des lacs appliquée par l'Agence de l'Eau préconise quatre campagnes de mesures dans l'année, principalement durant l'été. Lors de chaque campagne, il est généralement défini un point de mesures tous les 50-100 hectares du plan d'eau, dont au moins le point le plus profond du plan d'eau. Néanmoins, une meilleure connaissance de la stratification, séparation de la couche anoxique, permettrait une meilleure analyse de l'eutrophisation et du maintien de la vie aquatique.

Dans un souci d'une meilleure représentativité et reproductibilité de la mesure, le drone aquatique est une solution. En effet, le gain d'efficacité est significatif par rapport aux méthodes classiques (bateau, deux opérateurs, conditions météo, etc.) grâce à une logistique simple à mettre en œuvre. De plus, l'enjeu de sécurité est moindre puisque l'opérateur pilote l'outil depuis la berge.

Le partenariat tripartite composé de la MEP19, de la FDAAPPMA19 et d'EDF a décidé d'expérimenter l'utilisation du drone sur le lac de la Valette pour compléter leurs données, tant spatialement (15 profils dans la retenue contre 3 actuels) que temporellement (une dizaine de campagnes contre 3 actuelles) dans l'optique de mieux cerner la mise en place des phénomènes supposés. Un deuxième objectif fixé était de coupler les mesures physico-chimiques avec des comportements piscicoles anormaux :

- chercher des zones oxygénées dans l'hypolimnion, normalement anoxique en période estivale, où les poissons pourraient vivre.
- regarder si la reprise de l'exploitation hydraulique à la fin de la période estivale peut entraîner un sous-tirage rapide d'une couche d'eau oxygénée en profondeur provoquant le piégeage de poissons dans une zone anoxique.

1.4 Naissance d'un nouvel outil

En septembre 2018, EDF a acquis un drone marin, le Monodrone 1800, répondant aux exigences de terrain au niveau de sa stabilité, sa fiabilité, son autonomie et sa capacité d'intégration de capteurs (charge utile de 15 kg pour un poids à vide de 28 kg). Avec une vitesse de déplacement de 1,3 m/s, une portée d'environ 500 mètres et une autonomie d'une dizaine d'heure, le drone est validé.

Un partenariat avec IMSolutions (ex Texys Marine), développeur spécialiste dans les drones en mer (forte houle, fort courant, grande distance, etc.), a permis de mieux appréhender ses capacités de fonctionnement et de trouver des solutions innovantes pour l'adapter à un nouveau besoin.



En effet, l'innovation est l'intégration d'une sonde physico-chimique. Pour des raisons d'adaptation au portique sans toucher l'eau (qui s'est avéré ne pas être un critère limitant), le choix de la sonde s'est orienté vers la RBR concerto (avec données transmises à distance). Un treuil ayant la capacité de descendre 5 kg de charge utile à 100m dans la colonne d'eau a été conçu par la société IMSolutions. Des essais sur le terrain pour comparer la mesure avec la méthode classique a permis de d'obtenir des résultats satisfaisants et de poursuivre le projet.

Equipé d'un GPS centimétrique, le positionnement des points de mesures est précis et similaire à chacune des campagnes. L'échosondeur dont il est muni sert à connaître à l'instant T la profondeur du plan d'eau en dessous du bateau et ainsi de faire descendre la sonde de manière sécurisée. Par ailleurs le drone est en capacité à tenir une position fixe pendant les sondages.

Enfin, le treuil automatique descend la sonde dans la colonne d'eau grâce à un câble d'une centaine de mètres. La vitesse de descente, de remontée, ainsi que le temps du palier et la fréquence de mesures sont autant de paramètres contrôlables par l'opérateur qui garantissent une bonne qualité des données.

2 RESULTAS

L'étude menée de juin à septembre 2021 a permis de valider les performances de l'outil, de réaliser quelques améliorations et d'obtenir une analyse fine de la répartition spatio-temporelle de l'oxygène dissous dans la colonne d'eau.

L'année estivale était particulière en 2021, avec des fortes précipitations durant tout le mois de juillet. Les chaleurs estivales sont arrivées tardivement, retardant la mise en place de la stratification de la masse d'eau.

C'est pourquoi, une des perspectives proposées est de poursuivre ce même suivi sur les deux prochaines années minimum.

L'étude a mis en évidence une importante désoxygénation de la retenue, dès 5 mètres de profondeur et une forte variabilité spatio-temporelle. Les mesures de 2021 n'ont pas mis en évidence de « bulles d'oxygène » comme hypothèse de départ, mais de nouvelles investigations seraient nécessaires, notamment sur d'autres retenues.

BIBLIOGRAPHIE

Bouilloux Mélanie, *Rapport sur l'environnement du dossier de fin de concession requis au titre de l'article 29 du décret n°94-894 du 13 octobre 1994 modifié relatif à la concession et à la déclaration d'utilité publique des ouvrages utilisant l'énergie hydraulique*, SEGULA – EDF, 2020, 165p.

Denis Anaïs, *Suivi de la qualité physico-chimique de la retenue de la Valette (19) par drone aquatique*, projet de fin d'études, ENSAT – EDF, 2021, 47p.