



© ADCPro

ARTICLE
INTERACTIF

Drones : de nouveaux outils pour l'analyse des eaux et l'étude des milieux

Par **Antoine Bonvoisin**, Technoscope - Groupe Rouge Vif

Abstract

DRONES: NEW TOOLS FOR ANALYSING WATER AND SURVEYING ENVIRONMENTS

For a few years now, a number of businesses have been using drones to carry out surveys of aquatic environments. Remotely operated, nautical or submarine drones can be used for analysis, measuring or observation in a marine or continental environment, and this speeds up the survey as well as fine-tuning its findings, as well as delivering a greater facility for implementing the survey at costs that are often attractive. We take a closer look.

Plusieurs entreprises proposent depuis quelques années l'usage de drones pour réaliser les études sur les milieux aquatiques: en milieu marin ou continental, pour l'analyse, la mesure ou l'observation, les drones télé-opérables, nautiques, aériens ou sous-marins, permettent d'accélérer les études et d'affiner les résultats avec une plus grande facilité de mise en œuvre et des coûts souvent attractifs. Tour d'horizon.

De moins en moins chers, de plus en plus agiles et de mieux en mieux équipés, les drones constituent des outils adaptés à la surveillance de l'environnement. Difficile d'imaginer dès le premier abord

tout ce que peut apporter comme services ces petits aéronefs ou embarcations équipés d'une caméra, de sondes, de capteurs ou de caméras thermiques. Ils sont capables de survoler ou de naviguer sur toutes les zones dangereuses,

polluées ou difficiles d'accès et désormais sur de grandes distances, sans risque pour l'environnement ni pour l'homme puisque sans pilote à bord. De plus en plus sollicités par les scientifiques, les professionnels de l'environnement, les écologistes ou les associations de protection de la nature pour la surveillance de la faune, de la flore et toutes zones terrestre ou maritime, les outils développés par ADCPro, AOIP, CT2MC, Fluidion, ECA Robotics, Spyboat, Technivue, Pedon Environnement ou encore Heliceo sont désormais capables de réaliser des prises de vues aériennes en très haute définition.

ADCPro fait partie des acteurs proposant aujourd'hui ces outils d'un nouveau genre pour étudier les milieux aquatiques. « Nous proposons plusieurs gammes de drones, explique Dany Engel, gérant d'ADCPro. Nous avons à disposition des monocoques, des trimarans et des catamarans. Ces différents types de coques permettent de gagner en performance suivant le milieu où on utilise les drones. Dans le cadre d'un cours d'eau calme, avec un débit de moins de 5 mètres par seconde, ou sur une étendue d'eau, on utilisera plutôt des monocoques. Si on veut acquérir plus de performances en termes de vitesse ou d'autonomie, on va passer sur des trimarans, pour affronter des courants jusqu'à 5 mètres par seconde ».

SURVEILLER LES MILIEUX ET EFFECTUER DES PRÉLÈVEMENTS

Les appareils proposés par ADCPro sont utilisés dans trois cas de figure distincts. Tout d'abord pour les jaugeages



© ADCPro

Les drones aquatiques ou marins d'ADCPro peuvent recevoir et transporter des profileurs Doppler acoustiques ADCP tels que le profileur SonTek RiverSurveyor®, les profileurs TRDI® ou le bathymètre SonTek HydroSurveyor®. Ils peuvent aussi être équipés d'un écho-sondeur, d'une sonde multiparamètres ou utilisés à d'autres applications telles que des prélèvements d'eau aux fins d'analyse en laboratoire.

en rivière. Actuellement, les DREAL ou certains bureaux d'études utilisent des supports flottants non motorisés, avec du matériel ADCP embarqué, mais ces équipements nécessitent de rester aux abords des ponts pour pouvoir diriger, à l'aide d'une corde, les embarcations. Cette solution est souvent peu pratique, et entraîne des imprécisions dans les mesures, en raison des piles de ponts ou des embâcles qui perturbent parfois le courant. « L'avantage du drone est qu'il peut être piloté ou être autonome et permet de faire un jaugeage en s'affranchissant de ces contraintes » poursuit Dany Engel. « Notre technologie embarquée, le RiverSurveyor, permet de faire des mesures de débit. Nous avons deux modèles à disposition, le S5 pour des profondeurs allant jusqu'à 5 mètres, et le M9 pour des profondeurs allant jusqu'à 40 mètres. On réalise une mesure du débit par ultrasons, en utilisant l'effet Doppler ».

Le deuxième type d'usage concerne les mesures de bathymétrie, pour cartographier des fonds marins, des plans d'eau ou des rivières, notamment dans les carrières. Un bathymètre est alors embarqué sur les drones pour réaliser les analyses. Enfin, les drones ADCPro peuvent être utilisés pour effectuer des prélèvements afin d'effectuer des analyses de l'eau. Ces analyses peuvent se faire a posteriori ou directement sur le drone si les sondes multiparamètres sont embarquées. « Actuellement, nos drones permettent de prélever des échantillons à 50 cm sous l'eau, précise Dany Engel. Et nous sommes en train de voir pour aller jusqu'à dix mètres, et faire des prélèvements sur une même colonne d'eau à différentes profondeurs. Cela devrait être opérationnel courant 2019 ».

Les coques des drones proposés par l'entreprise sont en fibres et tissu de carbone, utilisables aussi bien dans les eaux douces que les eaux marines, un usage en eau marine impliquant simplement un lavage du drone à l'eau douce après utilisation. Récemment, ADCPro a renouvelé l'ensemble de ses drones : les monocoques et les trimarans ont été complètement revus, et vont encore bientôt évoluer. Le trimaran a notamment gagné en vitesse de pointe et en puissance lui permettant ainsi d'affronter de gros courants. Aussi, un mode de fonctionnement "autonome" a été ajouté grâce auquel le drone équipé d'un GPS, suit un parcours programmé à l'avance. Ceci, entre autres, s'avère particulièrement utile en matière de prélèvement afin de s'assurer que chaque analyse correspondra bien, dans le temps, toujours au même point géographique précis.



© Spyboat

La technologie Spyboat® repose sur l'utilisation d'un drone aquatique permettant, grâce à l'utilisation de différents éléments technologiques, la réalisation de missions de prélèvements et d'inspections de milieux aquatiques en garantissant la non-contamination du milieu grâce à la mise en place d'une sur-coque stérile.

www.fluidion.com



fluidion
fluidic intelligence

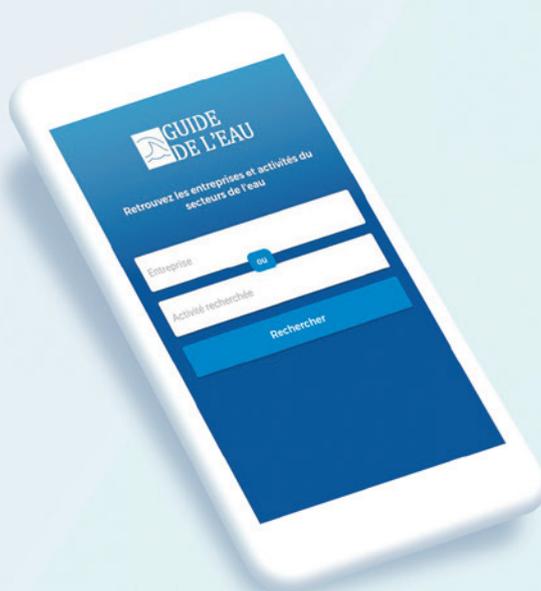
- Pilotage de longue portée
- Vidéo temps-réel par radio ou 4G
- Prélèvement 250mL vérifié ETV
- Analyse bactériologique in-situ
- Echo-sondeur (option)
- Sonde multi-paramètres (option)

FLUIDION DRONE

La solution complète de mesure de la qualité des eaux

©Michel Noel 2018

NOUVEAU APPLICATION GUIDE DE L'EAU



▶ **GOOGLE PLAY**
goo.gl/ydUMCq

**TOUS LES PRESTATAIRES ET FOURNISSEURS DANS L'INDUSTRIE DE L'EAU
AU BOUT DES DOIGTS**

ADCPro propose enfin une dernière catégorie de drones pour les océans d'une taille beaucoup plus conséquente qui pèse 400 kg et peut embarquer 65 kg de matériel comme des sonars, écho-sondeurs, et bien d'autres instruments. ADCPro peut, par ailleurs, étudier et réaliser tous types de drones sur demande et sur mesure (par exemple, pour surveillance de la radioactivité).

Chez AOIP, le drone Piranha est un compromis judicieux pour explorer, préalablement à des plongeurs, les milieux subaquatiques difficiles d'accès, éloignés, protégés, hostiles ou dangereux. Par sa légèreté, son faible encombrement, sa bobine de fibre optique embarquée, ce drone se met en œuvre aisément et sans palan à partir d'une embarcation légère. Flexible par la modularité des capteurs embarqués, maniable et très précis, il peut être utilisé pour un grand nombre de domaines d'applications: bassins, canaux, écluses, structures immergées, aquaculture, recherche en mer, etc....

CYANOBACTÉRIES : ÉVALUER LES RISQUES SANITAIRES

Au-delà des mesures habituelles réalisées sur l'eau, les drones peuvent être



© Minyvel Environnement

Minyvel Environnement s'est spécialisée sur la mesure et l'étude des cyanobactéries dans le milieu naturel dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires vis-à-vis des activités nautiques et de baignades.

utilisés pour des usages plus spécifiques notamment comme un outil d'aide à la cartographie des macrophytes aquatiques et terrestres en rivière et plans d'eau. C'est ce que propose Minyvel Environnement, qui s'est spécialisée en plus sur la mesure et l'étude des cyanobactéries dans le milieu naturel dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires vis-à-vis des activités nautiques et de baignades. « Les drones nous

permettent de travailler en toute sécurité sur les zones envahies par les cyanobactéries, explique Yves Le Medec, gérant de Minyvel Environnement. Ces micro-organismes sont les premières formes de vie sur Terre, à qui nous devons ces 10 % d'oxygène et la couche d'ozone pour nous protéger du rayonnement solaire. Mais leur particularité est leur capacité à produire des toxines, d'où l'intérêt de pouvoir les identifier rapidement sur la surface totale

UN DRONE D'INSPECTION NAUTIQUE POLYVALENT

Air Marine utilise, depuis presque une trentaine d'années, des avions ou des drones en fonction des attentes techniques et financières de clients venus de différents secteurs de l'industrie. Objectif : proposer des prestations de topographie, d'inspection et de thermographie en se positionnant sur l'ensemble de la chaîne de valeur, de l'acquisition au traitement, jusqu'à la présentation ergonomique du livrable client. Qu'il s'agisse de travaux de topographie, de cartographie, ou bien d'inspections ponctuelles d'ouvrages tels que des barrages, châteaux d'eau, tunnels, canalisations, usines..., les missions sont réalisées à partir de vecteurs professionnels nautiques ou aériens dont les capacités opérationnelles reposent sur des développements issus des plus récents travaux de R&D. C'est par exemple le cas du drone d'inspection nautique AM-Boat 1, développé et adapté par Air Marine, un multicoque bimoteur de taille réduite, agile, puissant et endurant. Sa polyvalence lui permet de s'adapter à tous types de missions nautiques : inspections de tunnels, de ponts ou barrages, en embarquant différents types de capteurs : IR, visible... etc. Utilisé en binôme (un pilote et un cadreur), l'AM-Boat 1 est capable de travailler dans l'obscurité et peut être piloté en immersion (hors vue). Après l'inspection, des géomaticiens récupèrent les photos prises par le drone pour les insérer dans un logiciel développé par Air Marine (Viewair Drone) qui va recréer, dans l'espace, l'ordre de l'inspection et permettre ainsi au client de visualiser l'ouvrage en détail. « La plupart

du temps, l'objectif consiste à détecter une anomalie, explique Geoffrey Harmignies, responsable marketing et télépilote opérateur drone chez Air marine : une conduite abimée, une suspension défectueuse, une fuite...etc. La machine est capable de travailler dans le spectre visible, mais aussi en infrarouge, en thermique, en multi-spectral... etc ». Une nacelle polyvalente peut accueillir plusieurs capteurs différents, voire des systèmes de prélèvements, en fonction des besoins requis par les typologies des différentes missions. L'autonomie, en motricité complète, est de plusieurs heures. Le tirant d'eau du drone, requiert pour l'instant une dizaine de centimètres d'eau, mais une nouvelle version, en cours de développement, devrait permettre de le réduire sensiblement.



© Air Marine



PIRANHA

DRONE SOUS-MARIN D'OBSERVATION

Domaines d'application

- Canaux et écluses,
- Aquaculture,
- Cartographie de fonds côtiers,
- Sécurité civile et militaire,
- Recherche en mer,
- Structures immergées (centrales électriques, parcs éoliens),
- Protection de l'environnement.

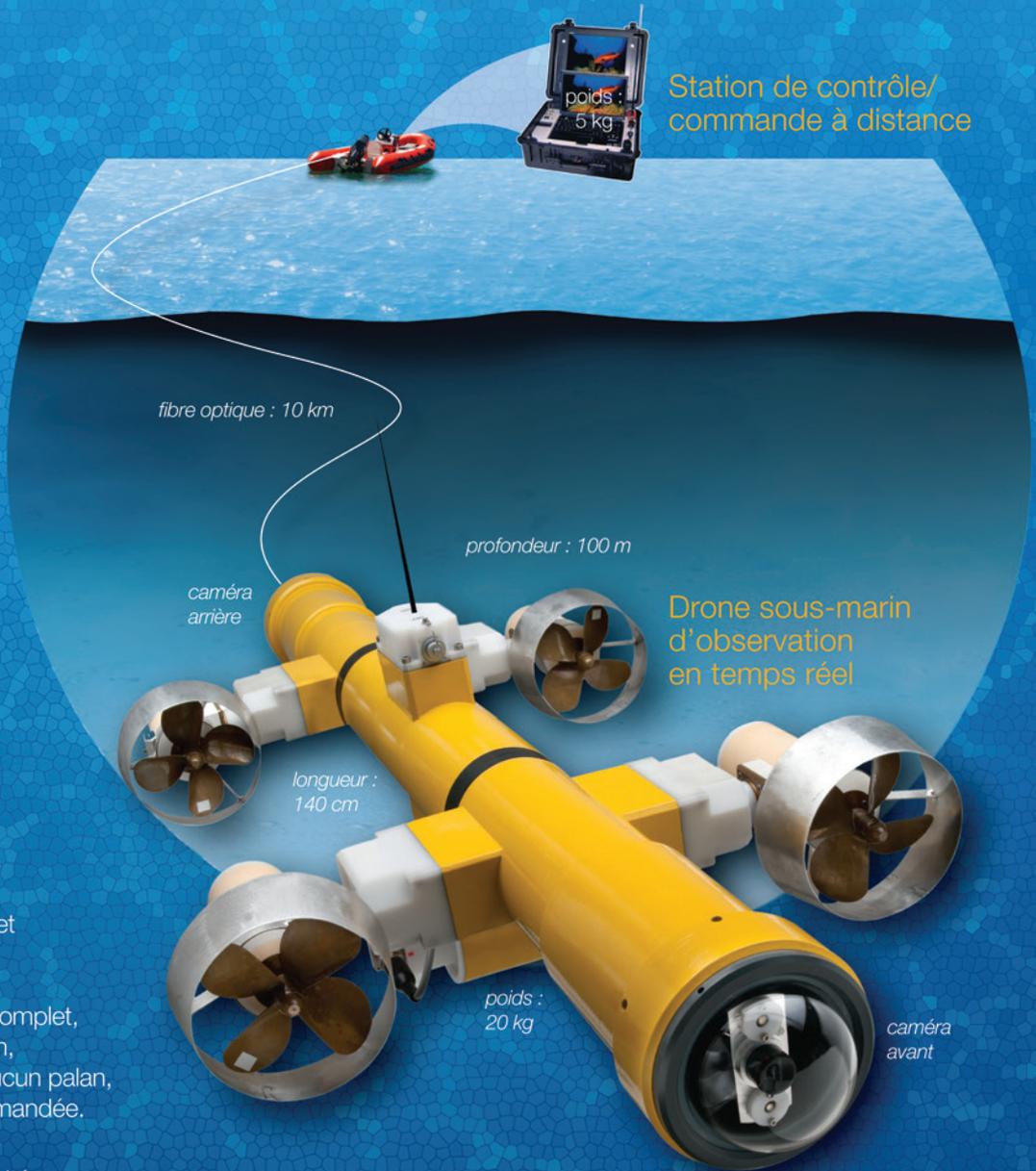
Avantages / bénéfices

Il est...

- simple : absence de gouverne et de ballast,
- portable : le drone (20 kg), la station de contrôle/ commande (5kg),
- maniable : assiette horizontale et selon 3 axes,
- autonome : plus de 2 heures d'autonomie pour le système complet,
- à longue portée : jusqu'à 10 km,
- d'une mise en œuvre aisée : aucun palan,
- sécurisé : retour radio télécommandée.

Il permet...

- des missions flexibles : modularité d'installation des capteurs embarqués,
- l'exploitation d'images en temps réel de qualité,
- des surveillances régulières,
- des surveillances précises.



PETIT DRONE POUR GRANDES MISSIONS

Le drone PIRANHA est un compromis judicieux pour explorer, préalablement à des plongeurs, les milieux subaquatiques difficiles d'accès, éloignés, protégés, hostiles ou dangereux.

Par sa légèreté, son faible encombrement, sa bobine de fibre optique embarquée le drone PIRANHA se met en œuvre aisément et sans palan à partir d'une embarcation légère.

En plus d'être rapidement opérationnel, son pilotage, d'une déconcertante facilité pour un non initié, permet d'assurer de nombreuses missions d'observation, de surveillance ou d'examen approfondi d'éléments immergés ou sensibles sur tout type de site.



© Fluidion

Fluidion a récemment présenté un drone téléopérable, capable de réaliser des mesures microbiologiques et de collecter des échantillons représentatifs dans des lacs, rivières et eaux côtières. Le drone Fluidion intègre l'ensemble des technologies développées ou intégrées par Fluidion, notamment la technologie ALERT pour la mesure autonome et in-situ de la contamination microbiologique (*Escherichia coli* ou Entérocoques) présent dans l'eau, ou des capteurs pour mesurer les algues, les cyanobactéries, ou bien la bathymétrie.

des plans d'eau de plusieurs hectares afin de connaître leur répartition. En effet, ces cyanobactéries possèdent des vacuoles à gaz qui leur permettent de flotter et de se retrouver en amas au gré des vents dans des secteurs protégés. Nous pouvons comprendre là l'intérêt pour un animateur de voile à connaître cette information dans la journée pour limiter les risques des usagers ». Équipés de différents capteurs de mesure de pigments et autres paramètres physiques et chimiques, ces drones prélèvent des échantillons d'eau qui peuvent être asservis à ces différentes mesures de qualité d'eau, et ceci dans toute la colonne d'eau.

Minyvel Environnement travaille essentiellement avec des collectivités et gestionnaires de plans d'eau, et utilise aussi un drone aérien pour mener les études de diagnostic nécessaires sur les moyens de gestion des cyanobactéries et des macrophytes afin de les cartographier et rendre utilisable les informations de terrain par les SIG des clients. Ce drone aérien est équipé de différents capteurs optiques permettant de distinguer entre-autres des pigments de chlorophylle et de phycocyanine, spécifique aux cyanobactéries.

« Nous utilisons ces drones depuis 2016, avant nous utilisons le plus souvent des bateaux ou l'ULM, précise Yves Le Medec. Les drones nous ont apporté plus de détails dans la qualité des images, et surtout une certaine rapidité de mise en œuvre ». Au-delà de l'aspect réduction des coûts, les mesures sont surtout plus

précises et plus exhaustives. L'avantage de ces deux types de drones est d'apporter des informations dans des zones difficilement accessibles à l'homme (marais, vases, végétation dense, etc.) voire dangereuses pour leur toxicité. Les méthodes développées par Minyvel Environnement ont notamment été déployées sur le lac du Der, l'un des plus grands d'Europe, et le lac de Petit-Saut, le plus grand lac de France, situé en Guyane. Dans les deux cas, ces nouveaux outils ont permis de mettre en évidence la répartition des cyanobactéries sur l'intégralité des plans d'eau. « Du point de vue de la recherche scientifique, les drones sont donc très intéressants, ajoute Yves Le Medec. Nous travaillons par exemple avec des universitaires, qui

souhaitent mieux comprendre la genèse des lieux de production spécifiques des cyanobactéries mais aussi de pouvoir évaluer le développement des macrophytes dans le cadre notamment des effets de marnage en queue de retenue ou de mises en assec partielles des différentes masses d'eau ».

RÉALISER DES MESURES PRÉCISES ET FIABLES

Fluidion est une société basée en région parisienne, qui propose aujourd'hui un drone très complet pour l'étude des milieux. Capable de mener un grand nombre d'analyses, cet appareil est adapté à de nombreux contextes d'études. « Nous souhaitons développer de nouvelles technologies permettant



© Heliceo

La SuperBathy d'Heliceo est un drone catamaran automatique qui dispose d'une double technologie de propulsion aérienne ou aquatique. Ce drone peut être utilisé pendant 10 heures de mission. Son design étanche lui permet d'embarquer un système LiDAR pour scanner les berges et les ponts. Au-delà de la topographie sous-marine, il est ouvert au monde de l'analyse de l'eau et de l'imagerie sous-marine.



© Hydrones

HyDrones a adapté des technologies satellitaires pour embarquer des appareils de mesure à bord de drones aériens et étudier des surfaces hydrologiques.

de faire des mesures difficiles à réaliser dans le milieu naturel ou sur l'eau potable, explique Dan Angelescu, Directeur R&D de Fluidion. Nous avons développé un certain nombre de capteurs pour le milieu naturel, notamment notre analyseur de microbiologie avec la technologie ALERT, qui permet de qualifier et quantifier les bactéries directement dans l'eau avec une précision très proche de celle d'un laboratoire. Les mesures sont précises et fiables, et cela permet par exemple de savoir si les eaux respectent les normes pour la baignade ou d'autres utilisations. Nous

sommes les seuls sur le marché à proposer aujourd'hui un analyseur autonome, qui fonctionne sur batteries et peut transmettre ses données à distance ».

Par ailleurs, la technologie de prélèvement, embarquée sur le drone, a été certifiée par l'ETV, ce qui démontre sa qualité et sa capacité à être parfaitement équivalente aux technologies manuelles ou toutes autres solutions dans ce domaine. Le drone proposé par Fluidion est un bateau télécommandé, qui peut être dirigé jusqu'à 2 kilomètres de distance, avec une transmission des données en

temps réel. Une caméra est intégrée au bateau et permet d'obtenir des images en direct. Cela permet de diriger le drone avec précision en visualisant le milieu, et de faire des observations très précises de la biodiversité. La caméra peut être placée sous l'eau, pour observer notamment le phytoplancton ou les cyanobactéries. Le drone peut enfin prélever des échantillons sur le terrain pour mener des analyses.

« Notre idée est de proposer un drone qui regroupe le plus large panel de solutions pour pouvoir s'adapter à des utilisations très diverses, en facilitant le travail et en permettant de faire une cartographie des différents paramètres mesurés, poursuit Dan Angelescu. Le drone peut également être équipé de sondes multi-paramètres pour mesurer les facteurs physico-chimiques habituels (oxygène, température, etc.) mais aussi la présence d'algues et de cyanobactéries, ou bien la bathymétrie, avec toujours une transmission des données en temps réel ».

Cette solution a été présentée pour la première fois en décembre 2018, et est le fruit de deux ans et demi de recherche et développement par l'entreprise. « Les drones apportent aujourd'hui beaucoup de facilité pour réaliser des études ou des opérations qui étaient auparavant très difficiles, coûteuses, et nécessitaient beaucoup de personnes. Cela rend les études des milieux aquatiques plus faciles et plus abordables » conclut Dan Angelescu.

Hélicéo, fabricant de drones professionnels et d'outils de mobile mapping pour

LES DRONES AU SECOURS DES DIGUES DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS

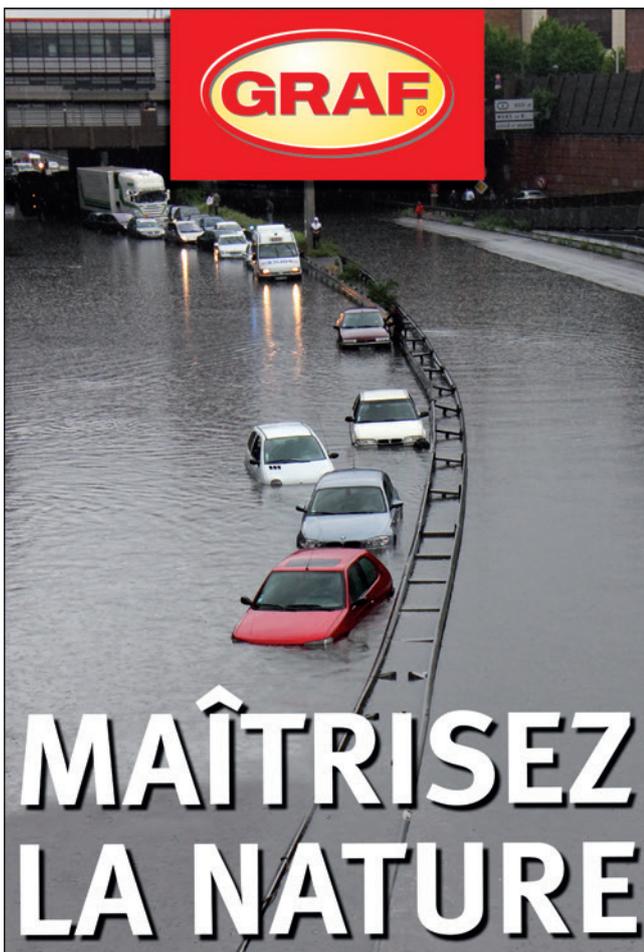


© DR

Les nouvelles exigences sécuritaires relatives aux digues imposent de développer les moyens de surveillance de ces ouvrages. Le projet DIDRO lancé en 2015 par un consortium de partenaires parmi lesquels l'IFSTTAR, IGN, IRSTEA, CEREMA, ou encore France Dignes, propose une surveillance par des drones équipés notamment de capteurs d'acquisition et d'analyse d'images. L'objectif est de développer une méthode de surveillance des digues fluviales et maritimes efficace pour le suivi en continu mais aussi

en situation de crise, c'est-à-dire en période de crue ou de tempête. A l'issue de trois années de travaux, les partenaires du projet ont mis au point plusieurs techniques d'acquisition et d'analyse d'images et de données spécifiquement adaptées à ce projet, via une sélection de capteurs particuliers susceptibles d'être embarqués sur un drone. Deux gammes de capteurs reposant sur des techniques complémentaires (lidar, photogrammétrie, caméra thermique et proche infrarouge) ont été sélectionnées. Parallèlement, deux types de drones ont été retenus pour répondre à la diversité et à la spécificité des conditions d'utilisation sur les ouvrages de protection : un drone de type avion pour les missions de diagnostic rapide, et un drone hélicoptère, plus lent mais capable de porter un équipement plus lourd, destiné aux missions d'inspection approfondie.

L'outil DIDRO dans sa version complète (incluant des capteurs innovants pour l'examen des digues, comme l'infrarouge thermique et le proche infrarouge), devrait être commercialisé dès l'automne 2019.



MAÎTRISEZ LA NATURE

INFILTRATION ET RÉTENTION SAUL EcoBloc GRAF SOLUTION POUR BASSIN D'ORAGE



INSPECTABLE
HYDROCURABLE
REGARD INTÉGRÉ
PASSAGE CAMIONS

Contactez-nous pour toute demande de dimensionnement

RENDEZ-VOUS SUR NOTRE STAND E3



www.graf.fr

la mesure de précision, a développé de son côté un produit unique associant une propulsion dans l'air avec deux hélices et quatre moteurs pour l'eau. Ainsi, lors de missions où le plan d'eau est chargé d'algues ou de sédiments, la propulsion aérienne, préférable, peut être utilisée. Les moteurs aquatiques sont démontables par un astucieux système quart de tour pour le rinçage.

ADAPTER LES TECHNOLOGIES SATELLITAIRES

La solution HyDrones, dont les premiers stades de développement se sont faits au sein de la société toulousaine CLS (Collecte Localisation Satellites), a quant à elle tiré parti des technologies satellitaires pour réaliser et embarquer un système innovant d'altimètre léger à bord de drones aériens afin d'étudier les multiples paramètres physiques des surfaces hydrologiques, à commencer par le niveau de la surface de l'eau. « Avec HyDrones, nous proposons un système de télédétection embarqué sur un drone aérien. La spécificité de notre solution est de pouvoir faire des mesures de hauteur d'eau en restant en dehors du milieu, ce qui peut être très intéressant par exemple lors d'événements extrêmes tels que les inondations, car il est parfois difficile d'intervenir sur le terrain » explique Guillaume Valladeau, cofondateur de la solution HyDrones. Cette technologie permet actuellement de mesurer la hauteur de la surface de l'eau et proposera prochainement des estimations de vitesse d'écoulement, avec l'objectif de proposer à terme des mesures précises de débit. Le drone est également muni d'une caméra pour observer simultanément les surfaces inondées et tout élément contextuel

d'intérêt. L'entreprise a également prototypé une solution de bathymétrie par télédétection et réfléchit actuellement à la prochaine version de ce nouvel instrument. Le drone, qui peut quant à lui voler jusqu'à une hauteur de 100 mètres, permet de ne pas perturber l'écosystème observé. « Nous nous sommes focalisés en premier lieu sur la qualité des mesures réalisées, en complément des systèmes existants, pour le suivi des systèmes hydrologiques. Nous proposons ainsi un service de mesures continues des niveaux de surface de l'eau avec une précision centimétrique », complète Guillaume Valladeau. Cette solution est la première en son genre. De par son poids inférieur à 1 kg et sa compacité, cette solution est embarquable sur tout type de drone. De plus, le système HyDrones s'affranchissant totalement de la nativité du drone, celui-ci peut également être positionné en station fixe afin de permettre une mesure locale des objets hydrologiques, garantissant ainsi une mesure temps réel des hauteurs d'eau et donc un produit d'aide à la décision. En plein essor, les drones ne cessent de gagner en précision, en autonomie, en rapidité et en légèreté. Les progrès liés à la miniaturisation leur ouvrent de nouveaux accès même s'ils s'intègrent le plus souvent dans des activités existantes. De manière générale, leur apport repose sur une combinaison entre une sécurité accrue pour les personnels, une meilleure précision pour les mesures, une augmentation de leur fréquence ainsi qu'une baisse des coûts. Les utilisateurs finaux, qu'ils soient exploitants, aménageurs ou agents de l'État suivent de près les évolutions des capteurs, des porteurs, de la réglementation et des outils d'exploitation. ●