



HAL
open science

Un drone au-dessus des océans : le projet Miriad

Greg Roberts, Frédéric Burnet, Sébastien Barrau, Patrice Medina, Pierre Durand, Michel Gavart

► **To cite this version:**

Greg Roberts, Frédéric Burnet, Sébastien Barrau, Patrice Medina, Pierre Durand, et al.. Un drone au-dessus des océans : le projet Miriad. *La Météorologie*, 2017, 97, pp.9-10. 10.4267/2042/62453 . hal-02415866

HAL Id: hal-02415866

<https://hal.science/hal-02415866>

Submitted on 4 Jun 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

les liens de ces services avec l'initiative européenne Copernicus Climate Change Service (C3S), la matinée était consacrée à une présentation de chaque service suivie par une discussion avec la salle. Chaque présentation était à « double voix » puisqu'elle associait un porteur ou une porteuse du service à un utilisateur ou une utilisatrice exprimant l'intérêt mais aussi les limites de l'information aujourd'hui disponible. Les échanges avec la salle ont pu se développer l'après-midi au travers d'ateliers orientés d'une part sur les contenus mis à disposition, d'autre part sur les fonctionnalités et l'accompagnement des utilisateurs.

Comme souligné par Éric Brun, secrétaire général de l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (Onerc), dans ses mots de conclusion, les échanges avec la très grande diversité d'utilisateurs publics et privés représentés ont permis de faire remonter de nombreuses questions et propositions qui permettront sûrement d'enrichir les services rendus.

Le lendemain 2 juin, un autre colloque, qui a réuni une cinquantaine de participants, était organisé par le ministère de la Transition écologique et solidaire sur le site de la Direction du CNRS à Paris. Ce colloque a permis quant à lui de définir les premiers contours de ce que pourrait être un

service climatique d'« attribution » des événements extrêmes, c'est-à-dire permettant de préciser le lien entre ces événements et le changement climatique anthropique. Concentré sur une demi-journée, il avait en effet pour but de présenter et discuter les principaux résultats du projet de recherche Extremoscope² soutenu de 2013 à 2016 par le ministère.

Les présentations effectuées par les porteurs du projet ont permis d'aborder la question de la détermination du rôle du changement climatique anthropique sur l'occurrence et l'intensité des extrêmes climatiques en France. Tour à tour, les méthodologies mises en place ont été présentées, puis les indicateurs développés pour caractériser et suivre l'évolution des événements, et enfin l'application de ces méthodes et indicateurs à six événements majeurs (fortes chaleurs ou forts cumuls de pluie) qui se sont produits et ont été étudiés au cours du projet. Des fiches synthétiques relatives à chaque événement avaient été distribuées aux participants afin qu'ils réagissent à la présentation d'informations sur les extrêmes climatiques dans le cadre d'un futur service de nature « opérationnelle ». Les discussions ont fait ressortir un réel intérêt pour ce type d'information et des propositions à la fois sur les contenus et les modes de diffusion.

Deux sites internet permettent d'ores et déjà d'avoir accès à l'ensemble des présentations de ces deux colloques en attendant que les comptes rendus y soient aussi mis en ligne : www.meteo.fr/cic/jusc2017/ pour la journée des utilisateurs et www.meteo.fr/cic/extremoscope2017/ pour la restitution du projet Extremoscope (avec aussi accès aux fiches concernant les extrêmes climatiques récents).

Serge Planton

*Centre national de recherches météorologiques,
Météo-France, Toulouse*

Robert Vautard

*Laboratoire des sciences du climat
et de l'environnement,
CEA / CNRS / UVSQ, Gif-sur-Yvette*

-
1. « Ensemble des informations et prestations qui permettent d'évaluer et de qualifier le climat passé, présent ou futur, d'apprécier la vulnérabilité des activités économiques, de l'environnement et de la société au changement climatique, et de fournir des éléments pour entreprendre des mesures d'atténuation et d'adaptation. »
Source : Stratégie scientifique de développement des services climatiques, AllEnvi, 2014.
2. Interprétation et attribution des événements météorologiques et climatiques extrêmes dans un cadre climatique en France.

En France...

Un drone au-dessus des océans : le projet Miriad

Le Centre national de recherches météorologiques (CNRM) de Météo-France est porteur d'un projet dédié à l'étude de la couche limite marine de l'atmosphère à l'aide de drones instrumentés : Miriad (système de mesures scientifiques de flux de surface en milieu maritime embarqué sur drone). Il est mené en partenariat avec le Laboratoire d'aérodynamique (LA) de l'Observatoire Midi-Pyrénées et la société toulousaine Boréal¹, et est soutenu par la région Occitanie et l'Union européenne.

1. Boréal Systèmes est une société privée de la région toulousaine, membre du pôle Aerospace Valley, spécialisée dans le développement et la construction de drones à grande capacité.

Les aérosols jouent un rôle important sur le climat. Ils influencent les propriétés radiatives de l'atmosphère en diffusant et absorbant les rayons du soleil (effet direct) et en modifiant les propriétés microphysiques et optiques des nuages (effet indirect) parce qu'ils servent de noyaux de condensation indispensables à la formation des hydrométéores. Les océans couvrent plus de 70 % de la surface de la Terre, mais les émissions d'aérosols marins sont encore mal quantifiées. Pourtant, une meilleure connaissance de leur contribution est indispensable pour comprendre les variations naturelles de la composition de l'atmosphère et leurs rétroactions, afin d'évaluer le rôle des activités humaines sur le climat. Par

conséquent, les océans sont des régions clés pour les mesures de flux de surface d'énergie et d'aérosols qui permettront d'améliorer les modèles météorologiques et climatiques. En particulier, nombre d'études montrent que, pour évaluer l'effet climatique des aérosols marins, leurs sources et leurs puits doivent être correctement évalués. La concentration en aérosols dans les couches limites marines étant faible, les nuages sont plus sensibles à leurs effets indirects que dans les régions continentales. L'importance relative des sources locales de production d'aérosols à la surface de la mer (provenant du déferlement des vagues, couverture moutonneuse) par rapport à la concentration de fond demeure une

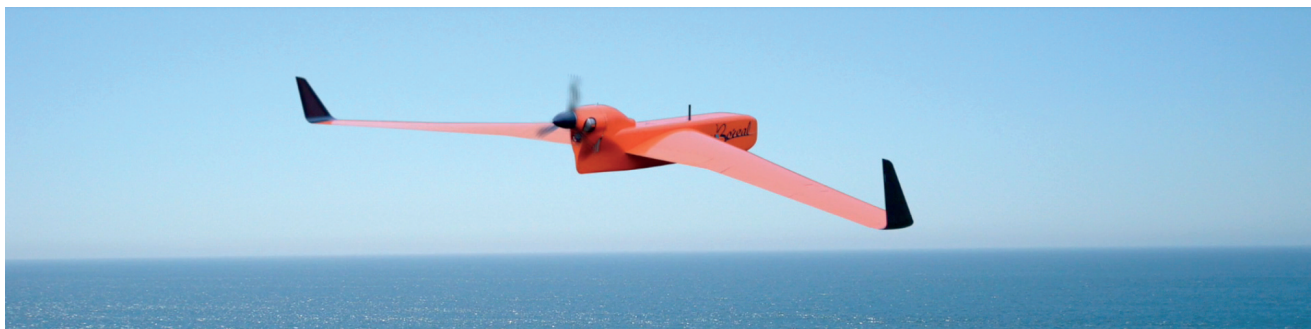


Figure 1. Le drone Boréal au-dessus la surface de la mer. © Boréal

question importante non résolue permettant de quantifier la contribution des activités humaines sur le changement climatique.

Or, déployer des instruments de mesure à proximité de la surface de la mer à quelques mètres près dans les zones d'émission de particules est techniquement très difficile. Les mesures à partir d'instruments fixés sur les navires scientifiques sont très perturbées par les interactions avec la structure des vaisseaux (perturbations aérodynamiques et thermodynamiques). De plus, en raison de leur faible vitesse de progression à l'échelle d'une zone d'intérêt de plusieurs centaines de kilomètres, ils ne permettent pas d'échantillonner de manière satisfaisante les phénomènes qui se déroulent à l'échelle régionale. Enfin, les avions de recherche ne peuvent pas voler à quelques mètres au-dessus de la surface marine pour des raisons évidentes de sécurité, et leur zone d'opération est contrainte par la présence à proximité d'infrastructures aéroportuaires. Les drones apportent une solution nouvelle pour réaliser des mesures *in situ* dans ces conditions. Ceux de la société Boréal Systèmes (figure 1) sont des appareils de 4 mètres d'envergure qui peuvent voler pendant 10 heures, parcourir 1 000 km et embarquer 5 kg d'instrumentation. Dotés de radars altimétriques, ils peuvent réaliser des vols autonomes à très basse altitude (jusqu'à 10 mètres au-dessus de la surface de la mer pour caractériser les échanges à l'interface air-mer. Aussi leur système de lancement par catapulte et leur capacité d'atterrissage court tolérant aux terrains accidentés (aérofreins, cellule robuste, fonds plats) ne limitent pas la zone d'opération.

Afin d'atteindre les objectifs scientifiques, la réalisation du projet repose sur les expertises de chaque partenaire. Le développement de la charge utile scientifique, qui mesure les

flux énergétiques et d'aérosols, est de la responsabilité du LA et du CNRM, tandis que la capacité d'adapter le système embarqué du drone pour des vols à très basse altitude (quelques mètres au-dessus de la surface) relève de l'expertise de Boréal. Début 2016, des radars altimétriques ont été intégrés et testés avec succès le long des côtes aquitaines, à Montalivet. Ils ont permis de mesurer l'état de la surface de la mer, qui est un des paramètres clés dans les calculs des flux énergétiques et d'aérosols marins.

Une seconde campagne d'essais a eu lieu fin 2016 avec les capteurs d'aérosols : elle a mis en évidence un fort gradient d'aérosols dans les premières dizaines de mètres au-dessus de la zone de déferlement. Le CNRM a effectué quatre vols de drones ultralégers au-dessus de la zone de déferlement sur la côte atlantique, à

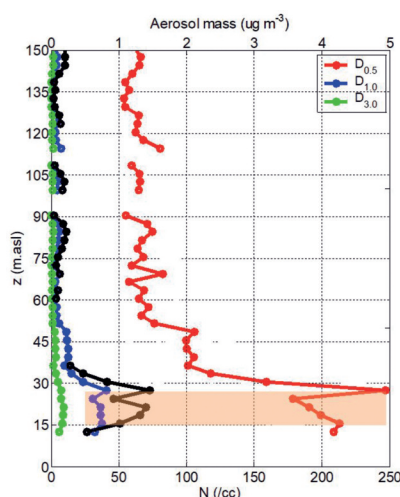


Figure 2. Profils verticaux des concentrations moyennes en masse (courbe noire, axe du haut) et en nombre de particules de tailles supérieures à 0,5, 1,0 et 3,0 μm de diamètre (respectivement courbes rouge, bleue et verte, axe du bas, en particules par cm^3) des aérosols au-dessus de la zone de déferlement. La zone orange représente la gamme des mesures instantanées de la masse d'aérosols dans la couche de surface ($z < 30$ m d'altitude).

Montalivet, avec le capteur aérosol qui fera partie de la charge utile du projet Miriad. Ce capteur mesure la distribution dimensionnelle des particules entre 0,5 et 10 μm de diamètre et permet d'estimer la masse (et le flux) des aérosols à la surface de la mer. Des vols ont été réalisés de 7 à 150 m d'altitude. La figure 2 montre la concentration moyenne en nombre et en masse des aérosols. À partir du gradient entre la couche de surface et la couche marine (à 30 m d'altitude), le flux massique des aérosols au-dessus de la zone de déferlement a été estimé à environ $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Les profils moyens suggèrent que les aérosols sont bien mélangés dans la couche de surface ($z < 30$ m d'altitude) ; pourtant, les émissions ponctuelles (résultant par exemple du déferlement des vagues) donnent lieu à des concentrations locales plus importantes pouvant atteindre $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, comme indiqué par la zone orange sur la figure 2. Il faut maintenant quantifier ces émissions d'aérosols en fonction de l'état de la mer et de la force du vent, puis caractériser les échanges entre la zone de surface et la couche limite marine.

À l'issue du projet fin 2018, le CNRM mettra en œuvre ce type de drone par l'intermédiaire de l'unité mixte de service Safire.

Greg Roberts

Centre national
de recherches météorologiques, Météo-France /
CNRS, Toulouse, France
Scripps Institution of Oceanography,
La Jolla, États-Unis

Frédéric Burnet, Sébastien Barrau

Centre national de recherches météorologiques,
Météo-France / CNRS, Toulouse, France

Patrice Medina, Pierre Durand

Laboratoire d'aérodynamique, Université de Toulouse /
CNRS, Toulouse, France

Michel Gavart

Boréal SAS, Toulouse, France

PLUS
GRAND
QUE JAMAIS !



DÉCOUVREZ LES MEILLEURES TECHNOLOGIES DE PRÉVISION ET DE MESURE MÉTÉOROLOGIQUES ICI !

Plus de 200 exposants sont attendus au plus grand salon mondial dédié aux technologies et aux services de prévision et de mesure météorologiques

ENTRÉE GRATUITE !

Plus de
200
EXPOSANTS
ATTENDUS

Meteorological

TECHNOLOGY

WORLD EXPO 2017

10, 11 ET 12 OCTOBRE 2017

AMSTERDAM, PAYS-BAS

Pour plus d'informations :

Veillez contacter Simon Willard à l'adresse suivante : UKi Media & Events,
Abinger House, Church Street, Dorking, Surrey, RH4 1DF, Royaume-Uni
Tél. : +44 1306 743744 • E-mail : simon.willard@ukimediaevents.com

NOUVEAU
SITE
POUR 2017 !

Inscrivez-vous en ligne dès maintenant !

www.meteorologicaltechnologyworldexpo.com

PRIX PERRIN DE BRICHAMBAUT APPEL À CANDIDATURES 2018

Un concours national " météo et climat " pour les écoles, les collèges et les lycées

**météo
et
climat**

Société française
de la météorologie
et du climat

Ce prix a été créé en 1997 par l'association Météo et Climat afin d'honorer la mémoire de Christian Perrin de Brichambaut (1928-1995), ancien ingénieur à Météo-France et ancien président de Météo et Climat qui a beaucoup œuvré en faveur de la vulgarisation scientifique.

QUI PEUT CONCOURIR ?

Le prix Perrin de Brichambaut est réservé aux **écoles primaires**, aux **collèges** et aux **lycées** qui réalisent un projet sur le thème de la météorologie, du climat et disciplines connexes explicitant un lien avec ces deux thématiques (développement durable, eau, environnement, énergie etc.) au cours de l'année scolaire 2017-2018.

Les établissements scolaires étrangers sont autorisés à concourir dans la mesure où le projet soumis et ses annexes sont rédigés en langue française.

JURY

Les projets sont évalués par un jury composé de météorologistes et d'enseignants. La démarche scientifique, l'implication des élèves et la présentation des projets sont des critères majeurs d'appréciation.

DOTATIONS

1^{er} prix : 700 €

2^e prix : 500 €

3^e prix : 300 €

COMMENT CONCOURIR AU PRIX 2018 ?

Il suffit de constituer un dossier comprenant :

- Une **lettre de candidature** comprenant les coordonnées postales de l'établissement, l'adresse e-mail et le numéro de téléphone de l'enseignant responsable du projet, le niveau de la classe participant au concours.
- Le **descriptif du projet** (une page A4 maximum).
- Tous les **supports** permettant au jury d'apprécier le projet : dossier illustré, vidéos, liens vers un site web...

COMMENT ENVOYER LE DOSSIER ?

Par e-mail : morgane.daudier@meteoetclimat.fr

Par courrier :

Météo et Climat

73, avenue de Paris, 94165 Saint-Mandé Cedex

EXEMPLES DE PROJETS

Lâchers de ballons sondes, observations et mesures en météorologie, création d'un site Internet, construction d'instruments...

DATE LIMITE DE LA RÉCEPTION DU DOSSIER

31 mai 2018

Date de réception de votre candidature par e-mail ou dans nos bureaux de Saint-Mandé.

Veuillez tenir compte des délais postaux.

ATTRIBUTION DES PRIX

La décision d'attribution des prix sera communiquée avant la fin de l'année scolaire et le 1^{er} prix sera remis dans l'établissement en juin 2018.

Concours organisé par l'association Météo et Climat

Avec le soutien de

+ d'infos : Morgane Daudier (administrateur de Météo et Climat)

Tél. : 01 49 57 21 56 morgane.daudier@meteoetclimat.fr



www.meteoetclimat.fr



MeteoetClimat



@MeteoClimat

