



Service drone dans un laboratoire : présentation comparée de deux projets à l'Observatoire de Lyon et au LIEC

Ph. GRANDJEAN (LGL-TPE, Lyon) et M. PELLETIER (LIEC, Nancy)

Webinaire réseau MAPI – 15 septembre 2021





Service drone du LIEC

1^{ère} partie

Origine du projet

Les principales étapes du projet

Présentation du service drone du LIEC

- Les équipements
- Fonctionnement
- Exemples de réalisations

Plateforme drones OSU de LYON



2^{ème} partie

REX gestion du projet

- Problèmes rencontrés
- Actions pour la suite

Plateforme drones OSU de LYON



1^{ère} partie

Origine du projet

Les principales étapes du projet

Présentation du service drone du LIEC

- Les équipements
- Fonctionnement
- Exemples de réalisations

2^{ème} partie

REX gestion du projet

- Problèmes rencontrés
- Actions pour la suite

Origine du projet

Arrivée d'un jeune Maître de Conférences en 1998
travaillant sur l'Interférométrie radar satellitaire,
curieux de développer l'imagerie aérienne haute résolution
adaptée aux thématiques du laboratoire.

Le projet DRELIO (DRone ELicoptère pour l'Observation et l'environnement)
voit le jour en 2002

Les premiers objectifs

- Suivi multi temporel de glissements de terrain
- Suivi littoral
- Erosion et transport sédimentaire aux Antilles
- Développement ou adaptation de nouveau capteurs
- Développement de chaines de traitement de données (georéférencement,

MNT, ortho-images, ..)

2002 à ...



Premier
autopilote



Origine du projet

Les premières plateformes aériennes sont financées en interne au LGL,
puis par les différents projets (ANR/Région/Européen) pour lesquels
les drones du LGL interviennent

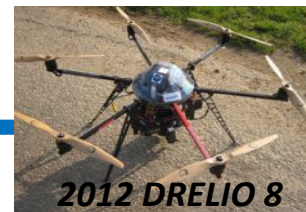
En 2012 : l'arrivée de la législation drone de la DGAC ainsi-que l'avènement des
Multicoptères bouleverse le parc Drones du LGL.



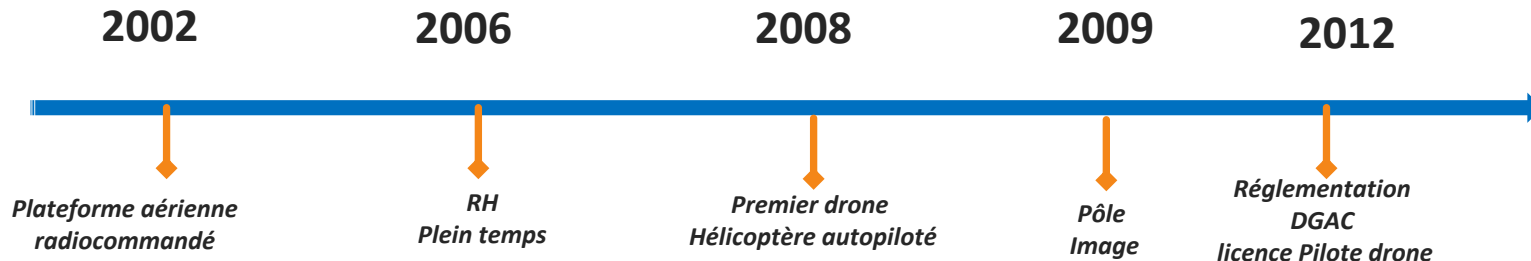
2012



Arrivée de la
réglementation DGAC



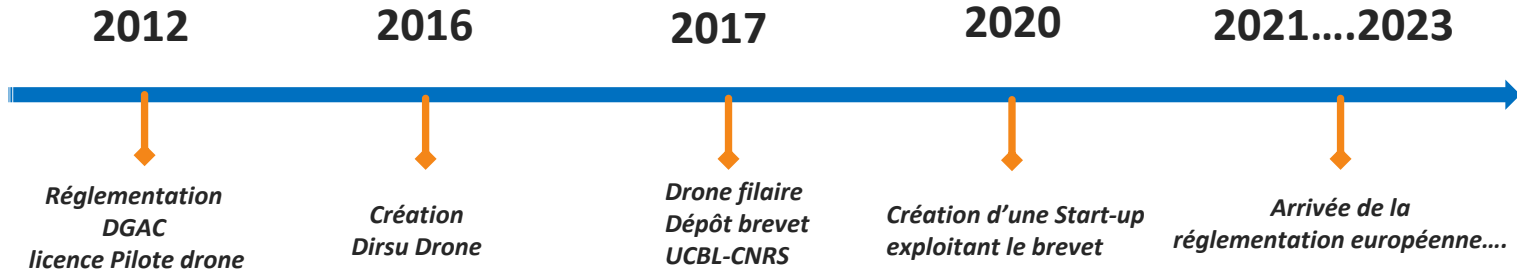
Principales étapes du projet



**La plateforme drone démarre véritablement en 2006
avec l'arrivée a plein temps d'un opérateur drone**

- 2009 Pôle Image
- 2012 Premier MAP DGAC

Principales étapes du projet



- 2016 MAP LGL devient le MAP CNRS
- 2017 Dépôt brevet (UCBL-CNRS-ENS)
- 2020 Création start-up
- 2021 ...Réglementation européenne ...

Les drones du Pole Image



Laboratoire de Géologie de Lyon
Terre Planètes Environnement



observatoire
de Lyon



dépasser les frontières



2002 DRELIO 1



2005 DRELIO 3



2008 DRELIO 6
Autopilot, (Payload 4kg)



2011 DRELIO 7
(Payload 6kg)



2012 DRELIO 8
(Payload 1.5kg)



2013 DRELIO 9
(Payload 6.5kg)



2014 DRELIO 10
Payload 2,5kg



2015 DRELIO 11
payload 4 kg



2017 DRELIO 12 à 17



2018 DRELIO 20
S 900 Centif



2019 DRELIO 21
Gryphon –Payload 7kg



2020 DRELIO 22 à 24

➤ 15 ans de développement : plateforme, capteur et chaîne de traitement



Acquisition, synchro



attitude



Photo / vidéo



Infrared cam 7–14µm



Multispectral (tetracam)



High definition
Lidar sensor

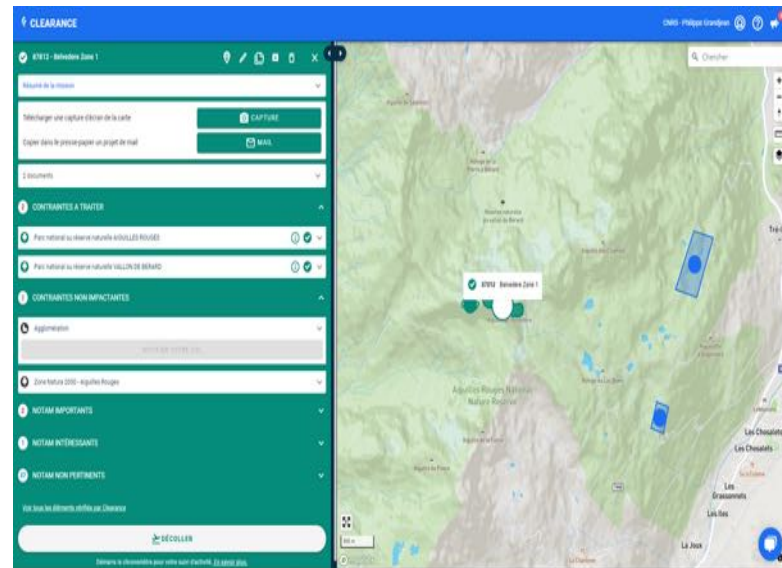
Hyperspectral, VNIR
(400-1000nm)

Présentation Plateforme drone OSU de LYON

Le fonctionnement du pôle drone

- Formalisation des documents et des procédures
- Relations avec les utilisateurs

Deux procédures : Etude et faisabilité /réalisation mission



Principales participations à projet

ANR:

- SEGG (Suivi Ecoulement Gravitaire Guadeloupe)
- COCORISCO (COnaissance Compréhension gestion RISque COTier)
- COASTVAR (COASTal VARIability in the Gulf of Guinea and Vietnam)



Projets Européen :

- LIGHTS (ERA-MIN)
- FLY RADAR (RISE)



REGIONS:

RAIV Cot (région haut de France)
HYMOSED (groupement seine aval)
ASTEP (région AURA)



Projets Internationaux :

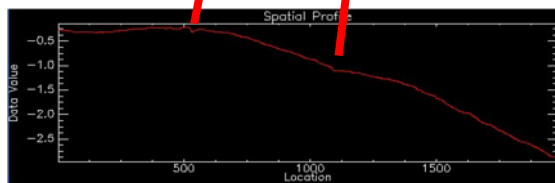
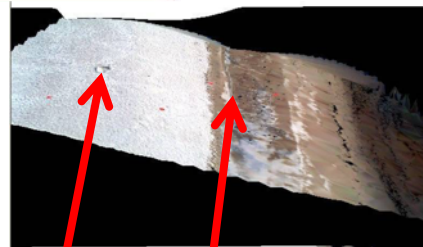
FONDECYT 1180272 (Chili)
IPCROCI 3 – JOKER (Islande)
EUROLAG (Réunion)



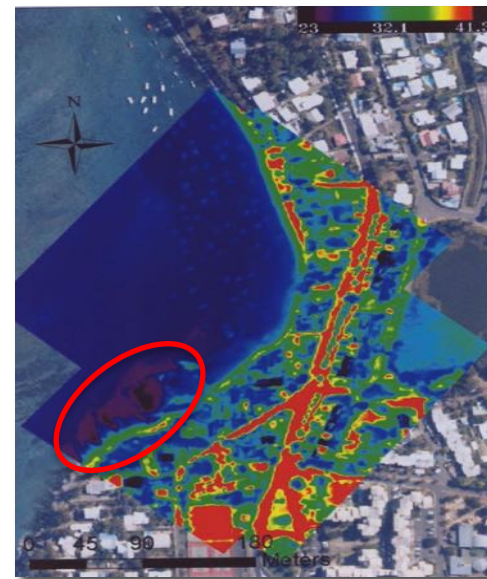
Etc.....

Les premières réalisations...

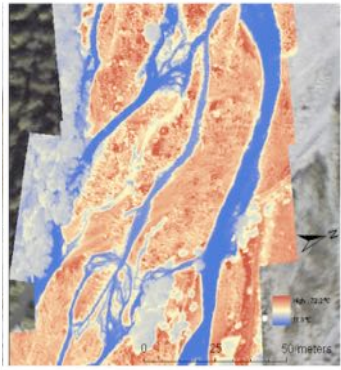
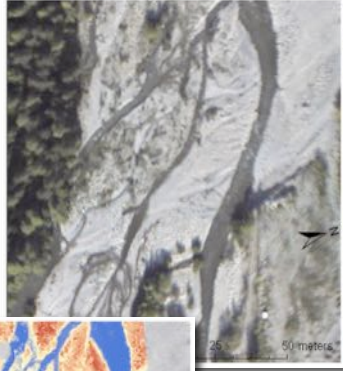
DEM and ortho-photo on Pesnestin Cliff, 2 km-long, resolution 2 cm (2012)



MNT et profile topographique plage de Porsmillin (2010)



*Fresh water resurgences, IR
thermal cam : 7 – 14 μ m, La
Réunion Island lagoon*



Water channels and bars in a braided river

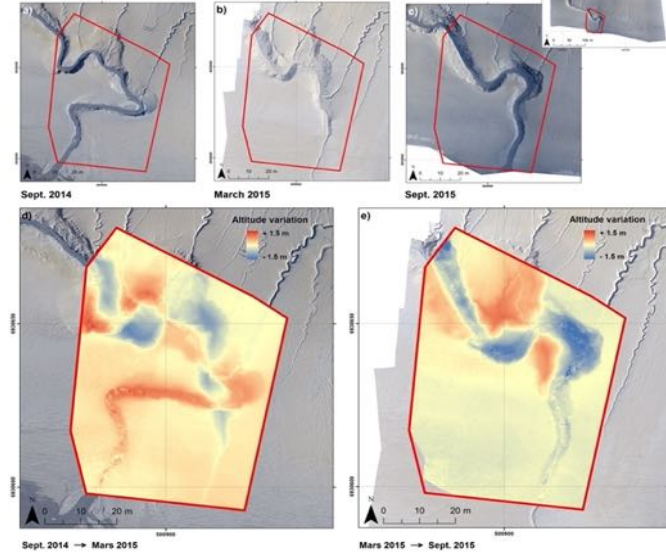
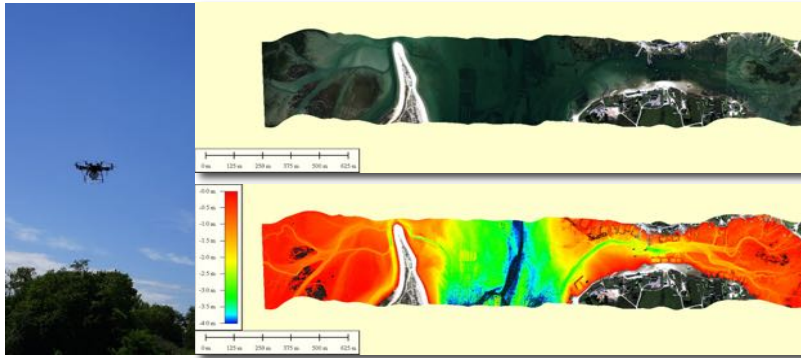
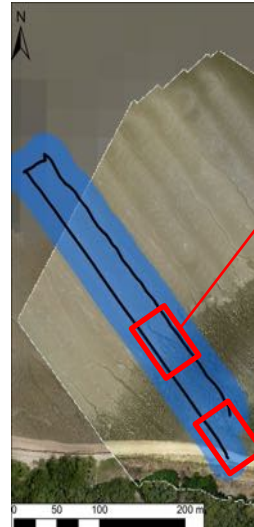


Figure 7: a) - c) Localisation of the studied portion of the tidal-creek common to the successive orthophotographs. Extract of the DEM of Difference (DiffDEM) (d) between Sept. 2014 and March 2015 and (e) between March 2015 and Sept. 2015.

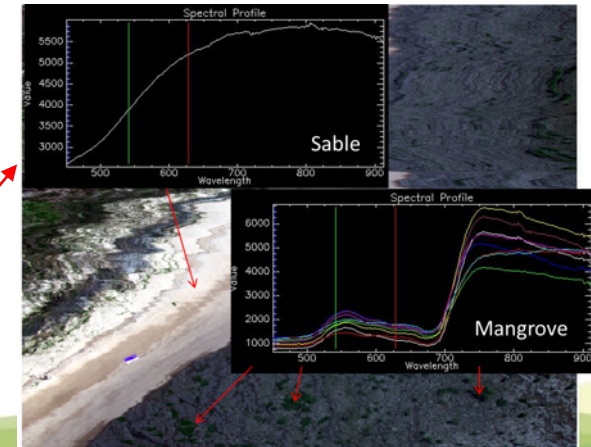
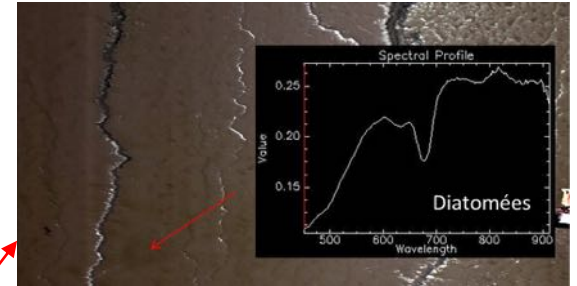


Sensor hyper spectral : VNIR
fab : Headwall
Spectral scale: 400 – 1000 nm ;
Bands Number: 250

IMU : Ekinox_D
fab : SBG System ;
angles accuracy : 0.05°
GPS 2 frequencies



**Suivi dynamique et caractérisation du Biofilm
 par imagerie Hyperspectrale (Guyane)**





Service drone du LIEC

1^{ère} partie

Origine du projet

Les principales étapes du projet

Présentation du service drone du LIEC

- Les équipements
- Fonctionnement
- Exemples de réalisations

2^{ème} partie

REX gestion du projet

- Problèmes rencontrés
- Actions pour la suite

Origine du projet

Discussions et échanges au sein de l'unité pour l'acquisition de drone : intérêt de ces nouveaux instruments d'observation dans le cadre d'études environnementales in situ :

- Localisation de site de prélèvements, reconnaissance
- Observations récurrentes de sites d'étude (photos, vidéos)
- Mesures (ex : camera thermique, multi/hyperspectrale) ou prélèvements
- Développement ou adaptation de nouveau capteurs

Avant 2015




Origine du projet

Le début de ce projet repose sur 2 opportunités :

- En 2016 : achat par le réseau des Zones Atelier (ZA) du CNRS de plusieurs drones

Avant 2015

2016



Achat
drone ZA



ZAM : Zone Atelier Bassins de la Moselle
RZA : Réseau des ZA
eLTER France



DJI S900
Avec nacelle (charge utile de 1,4 Kg)

+ caméra go pro
Black edition

Caractéristiques :

- Poids : 3,3 Kg à vide,
8 Kg max en charge
- Envergure : 1,30m
- Autonomie : 15 min max
- 3 batteries (10,4 Ah) avec chargeur
- Pas de caméra, retour vidéo à développer
- Retour signaux à développer pour l'intégration de charge

Origine du projet

Le début de ce projet repose sur 2 opportunités :

- En 2016 : achat par le réseau des Zones Atelier (ZA) du CNRS de plusieurs drones,
- 10/2016 et 03/2017 : Arrivées d'un agent T/AI pour les activités de terrain et d'un agent IE en développement instrumental.

Avant 2015

2016 / 2017

Achat
drone ZA

Arrivées
RH

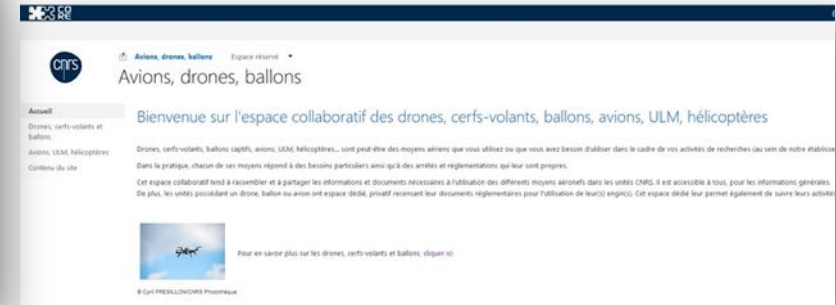
Principales étapes du projet

1. Mise en place du service

- Récupération du matériel
- Formation des personnels
- Démarches administratives / DirSu CNRS



Télépilote LIEC en formation



Avant 2015

2016

2017

2018

Intranet CNRS dédié drones,



Achat
drone ZA

Arrivées
RH

Récupération
matériel (05-09)

Formation 2
télépilotes (04-05)

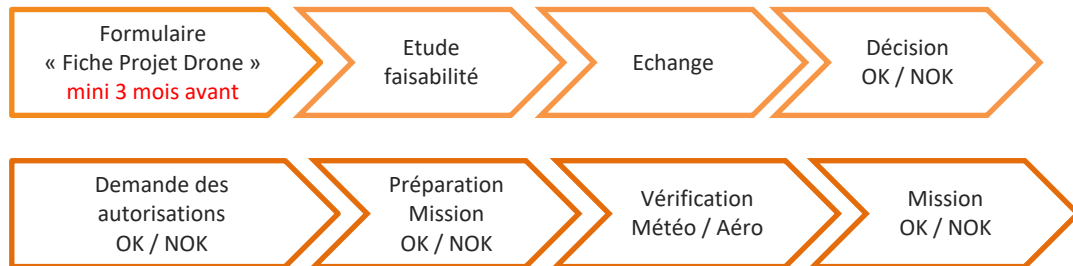
Webinaire réseau MAPI – 15 septembre 2021

Principales étapes du projet

2. Faire fonctionner le service

- Formalisation des documents et des procédures
- Relations avec la ZAM et les utilisateurs

Deux procédures : faisabilité et préparation/réalisation mission



Le document est la 'FICHE PROJET DRONE' de Zones Ateliers, Université de Lorraine, Cifre. Il contient des champs pour le demandeur, la date, le projet, et un contexte de la demande. Une section de formulaire est visible avec des champs pour la date d'intervention, le lieu, le propriétaire, et la nature des acquisitions. Une note mentionne que les vidéos et photos doivent être déposées au LIEC. Une section 'Faisabilité' est également présente avec des champs pour la technique, la logistique, et la réglementation. À la fin, il y a un champ pour l'avis de faisabilité.

Avant 2015

2016

2017

2018

2019



Principales étapes du projet



Préfecture de Meurthe-et-Moselle

Cabinet du Préfet
Secrétaire du Préfet

Service des autorisations

RÉCÉPISSÉ

de déclaration préalable au vol en zone peuplée d'un aéronef circulant sans personne à bord

LE PRÉFET DE MEURTHE-ET-MOSELLE
Chancelier de la Légion d'honneur
Chancelier de l'Ordre National du Mérite

Vu le code de l'aéronautique, notamment ses articles R. 135-12 et R. 131-14 et R. 131-10 ;
Vu l'arrêté du 17 décembre 2015 relatif à la conception des aéronefs civils qui circulent sans personne à bord, aux conditions de leur emploi et aux capacités requises des personnes qui les utilisent ;
Vu l'arrêté du 17 décembre 2015 relatif à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bord ;

DÉLIVERÉ RÉCÉPISSÉ

à Monsieur PIERRE GARNOT

une déclaration préalable en date du **06/09/2019** faisant connaître le vol en zone peuplée d'un aéronef circulant sans personne à bord

par le : **CNR5**

(date(s) du) : **Vol 2888 AU 29/08/2019**

Horaires du : **De 09H00 A 17H00**

sur le territoire de la commune de : **JOEUF**

Rappel :

Le vol peut avoir lieu sous réserve qu'il respecte en tout point la déclaration soumise.

L'exécutant doit respecter l'ensemble des dispositions réglementaires applicables pour les opérations prévues, et en particulier :

- respecter les exigences applicables aux aéronefs et aux conditions de leur exploitation ; notamment ne pas mettre en œuvre l'aéronef dans une zone où il aurait un risque pour les autres aéronefs ou pour les personnes et les biens au sol ; y compris en cas de panne probable (jaugage ne peut être survolé à moins d'une distance horizontale nominale fixée par la réglementation) ;
- respecter les interdictions de survol prévues par la réglementation et les cas échéant avoir obtenu les accords requis ;
- respecter les droits à l'image, à la vie privée et à la propriété privée des autres personnes.



Ministère chargé de l'immigration

Déclaration préalable

au vol en zone peuplée d'un aéronef circulant sans personne à bord



Arrêté du 12/03/2015 relatif à l'utilisation de l'espace aérien par des aéronefs qui circulent sans personne à bord (D012015-00066)

1. Expéditeur

Expéditeur est un particulier :			
<input type="checkbox"/> Membre	<input type="checkbox"/> Titulaire		
Nom : _____ Prénoms : _____			

Expéditeur est une personne morale :			
Régime fiscal : _____			
N° commercial : _____			

Coordonnées géographiques :			
<input type="checkbox"/> Habitant	<input type="checkbox"/> Membre	Nom : _____	Prénoms : _____
Téléphone portable :		Courriel : _____	

Contact principal des vols prévus :			
<input type="checkbox"/> Membre	<input type="checkbox"/> Titulaire	Nom : _____	Prénoms : _____
Téléphone portable :		Courriel : _____	
Téléphone fixe :		Fax : _____	
Adresse postale : _____			
Code postal : _____			
Ville : _____			
Département : _____			
Pays : _____			

2. Nature des vols

Atteindre particulière (déposer une copie de l'accord de dérogation de déclaration d'activité, ainsi que du D012015-00066) : ☐ Oui ☐ Non

Atteindre particulière (déposer une copie de l'accord de dérogation de déclaration d'activité, ainsi que du D012015-00066) : ☐ Oui ☐ Non

Atteindre particulière (déposer une copie de l'accord de dérogation de déclaration d'activité, ainsi que du D012015-00066) : ☐ Oui ☐ Non

Atteindre particulière (déposer une copie de l'accord de dérogation de déclaration d'activité, ainsi que du D012015-00066) : ☐ Oui ☐ Non

3. Détails des vols (préciser maximum de 3 vols)

Détail	Date : 2015/01/01 à 2015/01/31	Heure : 9 h 00 à 23 h 00	Mise particulière exclue de la D, en fonction de la D, en fonction de la D
Vol	Date : 2015/01/01 à 2015/01/31	Heure : 17 h 00 à 23 h 00	Mise particulière exclue de la D, en fonction de la D, en fonction de la D
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Quelle est la nature du vol ? Quelle est la nature du vol ? </div>			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Quelle est la nature du vol ? Quelle est la nature du vol ? </div>			

Rapport imprimé (Les vols de nuit nécessitent l'obtention préalable d'une dérogation (D01, article 10 de l'arrêté))

4. Les aéronefs

1. Désignation : D-2	Moteurs : Max 2 P-2
2. Désignation : A-1	Moteurs : 1 ou 2 P-2
3. Désignation : A-2	Moteurs : 1 ou 2 P-2
4. Désignation : A-3	Moteurs : 1 ou 2 P-2
5. Désignation : A-4	Moteurs : 1 ou 2 P-2
6. Désignation : A-5	Moteurs : 1 ou 2 P-2
7. Désignation : A-6	Moteurs : 1 ou 2 P-2
8. Désignation : A-7	Moteurs : 1 ou 2 P-2
9. Désignation : A-8	Moteurs : 1 ou 2 P-2
10. Désignation : A-9	Moteurs : 1 ou 2 P-2
11. Désignation : A-10	Moteurs : 1 ou 2 P-2
12. Désignation : A-11	Moteurs : 1 ou 2 P-2
13. Désignation : A-12	Moteurs : 1 ou 2 P-2
14. Désignation : A-13	Moteurs : 1 ou 2 P-2
15. Désignation : A-14	Moteurs : 1 ou 2 P-2
16. Désignation : A-15	Moteurs : 1 ou 2 P-2
17. Désignation : A-16	Moteurs : 1 ou 2 P-2
18. Désignation : A-17	Moteurs : 1 ou 2 P-2
19. Désignation : A-18	Moteurs : 1 ou 2 P-2
20. Désignation : A-19	Moteurs : 1 ou 2 P-2
21. Désignation : A-20	



Zones Ateliers

Service de l'habitat et de la ville




PLAN DE VOL – S3

Rédacteur : Vincent Dutreuil [Téléphone]

Destinataires : PREFSA / Bureaux des villes administrés
Mairie de Joux / Cabinet du Maire
ONIS / DJS
ONIS / MA / EDC

Date : 05/04/2019

Projet : Valée de l'Ôme

Contexte de l'opération :

L'opération consiste à réaliser le survol de la rivière Ôme située sur la commune de Joux du 28/09/2019 au 29/09/2019. Les prises de vue seront réparties en plusieurs sections indépendantes, Section 1 à 14. 4 personnes participeront à cette opération.

Mesures de sécurité et déroulement des opérations:

Pour chaque section de la zone d'atterrissage et de décollage se effectuera sur une barge encrée et goudronnée au milieu de la rivière. 2 personnes seront présentes sur la barge. La télépilote et une personne pour manœuvrer la barge (La barge est équipée du nécessaire réglementaire.)

Pour chaque vol, la zone de sécurité inclut le plan d'eau et les berges. 2 personnes à terre, équipées de gilets jaunes, l'assurent de l'absence de personne dans la zone de sécurité. Éventuellement présent, seront invités à baigner dans le bras et sur le bord de la zone de sécurité le temps du passage du drone sur la section. La constatation d'un tiers dans la zone de sécurité, au sol ou sur le plan d'eau, interrompra le vol du drone. Ce dernier atterrira immédiatement et il pourra repartir après constatation du respect de la zone de sécurité.

Une collaboration avec des services de la Préfecture de la commune de Joux a été demandée. (La Préfecture n'a pas répondu pour le moment.)

Contact :
Cabinet du Maire / M. ROYNI Nicolas : 03 82 12 20 60
Police Municipale / M. DUSZDOWSKI Stéphane : 03 82 12 20 62

Section de vol :

L'encastrement de la rivière et la nature le végétation nous imposent a priori une altitude de vol assez basse entre 5m et 10m et encadrée par les arbres. La durée du temps le drone sera à hauteur de chaudeau ou de chemin. Un profil atterrirage est proposé.

Zones Ateliers
laboratoire d'urbanisme et de territoire

L université de LYON
Cit@r

Section 1 :

Zone de sécurité
Zone de voirie
Zone de décollage et d'atterrissage

Zone de voirie secondaire
Zone de décollage et d'atterrissage secondaire

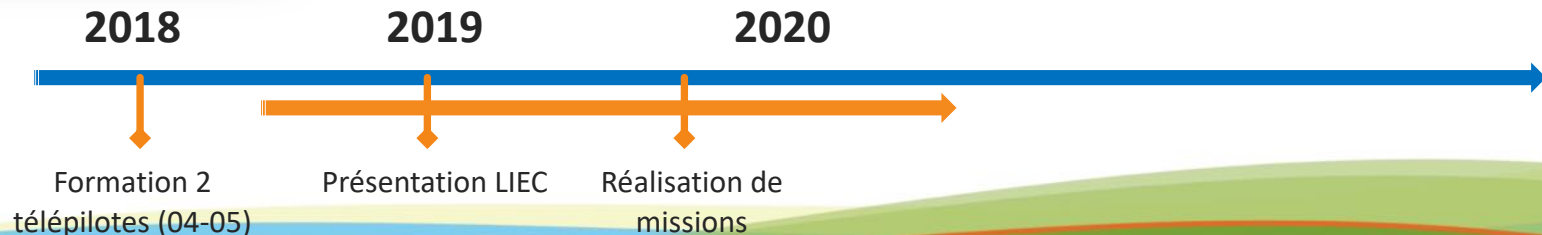
La zone de vol secondaire sera uniquement utilisée pour des tests et réglages au début des travaux.

PROFIL ALTIMÉTRIQUE

Altitude chaussée Altitude chemin

(Donnée IGN)

"Profil altimétrique" : 75% "Niveau du sol" : 67%



Webinaire réseau MAPI – 15 septembre 2021

Principales étapes du projet

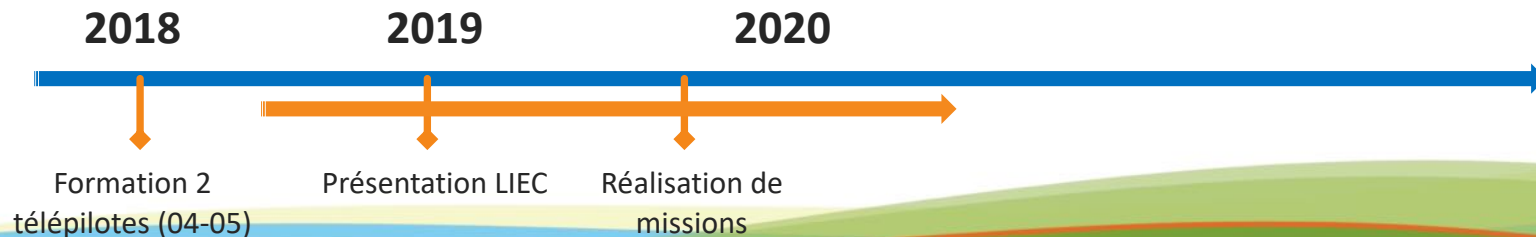
Achat d'un nouveau drone DJI Mavic 2 pro



Caractéristiques :

- Poids : 900g
- Envergure : 0,60m
- Autonomie : 15 min
- 6 batteries (3,8Ah) avec chargeur
- Caméra : 4k - 3840 x 2160 Pix
- Photo : 5472 x 3648 Pix

Adaptation aux premiers besoins exprimés



Exemples de réalisation

- Mission ZAM : prises de vue de sites d'étude :
 - Zones tapoms de Ville-sur-Ilлон et Manoncourt-sur Seille,
 - Suivi effacement barrage de Beth sur l'Orne,
 - STEP Reims (projet AZHUREV))
- Missions communication : prises de vue GISFI, 80 ans du CNRS

Suivi de végétation sur les bassins de la STEP de REIMS



*Prise de vue de la plate-forme du GISFI
(Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Friches Industrielles)*

2020

Formation 2
télépilotes (04-05)

Présentation LIEC

Réalisation de
missions

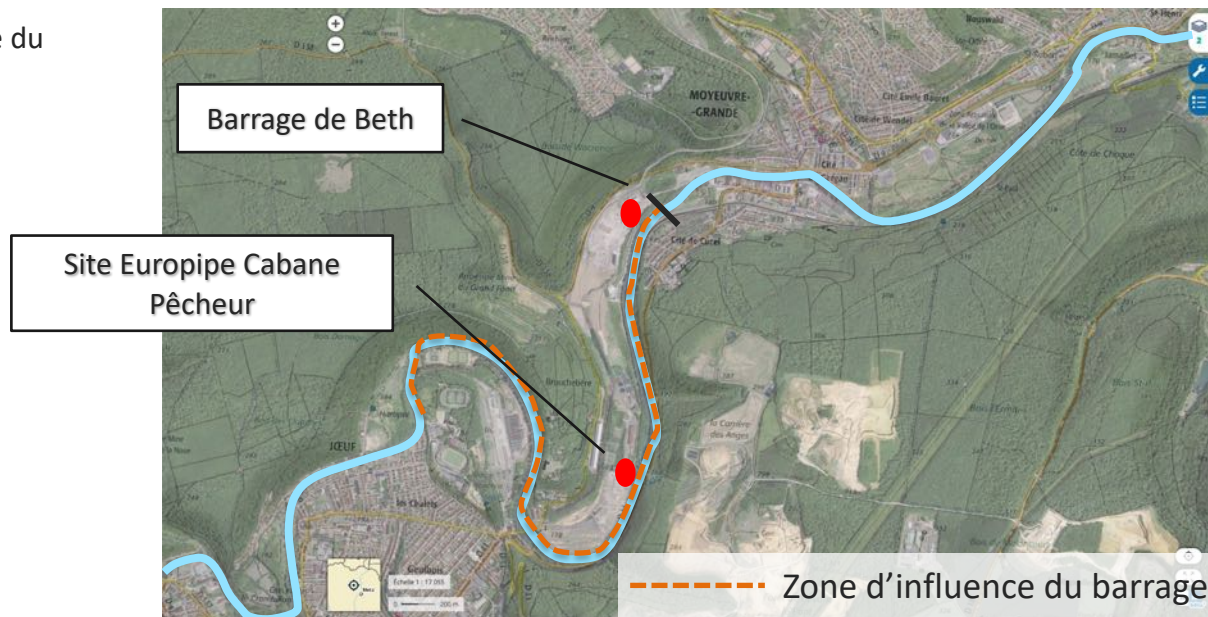
Exemples de réalisation

- Projet QUALIORNE : Photogrammètrie du site du barrage de l'Orne



Imagerie des berges, plusieurs difficultés :

- Vols sous la canopée délicate
- Gestion des surexpositions en fond de vallée
- Environnement complexe



2018

2019

2020

Formation 2
télépilotes (04-05)

Présentation LIEC

Réalisation de
missions

Exemples de réalisation

- Projet QUALIORNE : Suivi et évaluation des déplacements de sédiments/berges

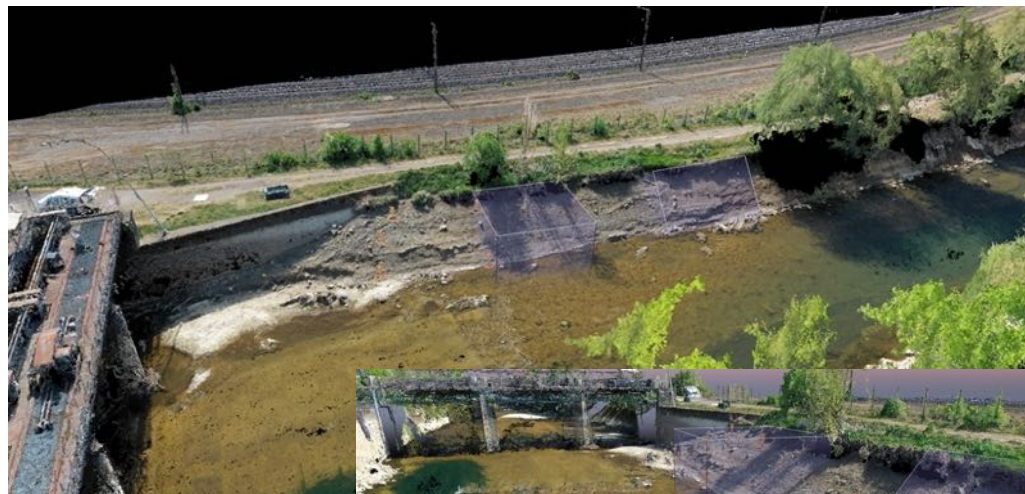


2018

Formation 2
télépilotes (04-05)

2019

Présentation LIEC



2020

Réalisation de
missions



Exemples de réalisation : bilan

- 2 personnels :
 - Christophe GAUTHIER, AI CNRS
 - Vincent DUTREUIL, IR CNRS
- Évolution du parc et parc actuel :
 - 2017 : DJI S900
 - 2018 : DJI Mavic 2 pro (ZAM)
 - 2019 : DJI Mavic 2 pro (Orne observation) + DJI Mavic 2 pro (GISFI)
 - 2020 : DJI Mavic 2 pro + DJI Phantom 4 RTK (LIEC)
- Bilan des vols (31/08/2021)
 - Depuis juillet 2018
 - 31 sorties
 - Dont 11 d'entraînement

Plateforme drones OSU de LYON



1^{ère} partie

Origine du projet

Les principales étapes du projet

Présentation du service drone du LIEC

- Les équipements
- Fonctionnement
- Exemples de réalisations

2^{ème} partie

REX gestion du projet

- Problèmes rencontrés
- Actions pour la suite

REX : problèmes et difficultés rencontrées

- Les évènements imprévus !
 - Crash, le droniste qui dit qu'il n'en a jamais subi est un menteur (sic DGAC!)
 - Vol d'un drone (20/01/2010)
 - Les douanes ...
 - Le transport par avion des accus de forte capacités
 - Pannes capteurs
- Les demandes d'utilisateurs
 - Méconnaissance de l'environnement des vols drones (réglementaire /météorologique)
 - Méconnaissance des délais de traitements des résultats
 - Méconnaissance des potentiels et surtout des limites des capteurs



Toulouse.

Le drone volé retrouvé à Cugnaux

REX : et la gestion de projet ...

- Pas ou peu de phase 0 au LGL également mais précurseurs de ces systèmes. Avancée en parallèle sur tous les aspects du projet sans expérience préalable.

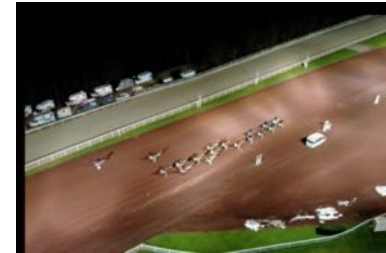
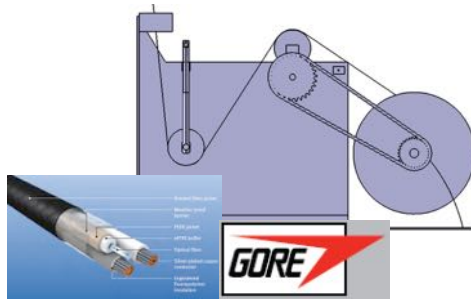
- Des moyens à disposition :
 - Financiers: plusieurs gros projets en cours
 - humains : 6 à 10 personnes sur le Pôle Image

- Un cadrage et accompagnement national CNRS
- Un réseau drone qui est en développement
- Beaucoup de flexibilité

Conclusion : Une gestion de projet non formalisée, ce qui n'a pas été rédhibitoire au montage de la plateforme drone, ni à son fonctionnement actuel.

REX : suites de l'activité

- Poursuite de la photogrammétrie, Thermographie, Lidar, Multi et Hyperspectrale
- Développement du système de sécurité filaire couplé a une fibre optique (ASTEP)
- Implantation d'un radar SAR sur un drone (FYRADAR)





Service drone du LIEC

1^{ère} partie

Origine du projet

Les principales étapes du projet

Présentation du service drone du LIEC

- Les équipements
- Fonctionnement
- Exemples de réalisations

2^{ème} partie

REX gestion du projet

- Problèmes rencontrés
- Actions pour la suite

REX : problèmes et difficultés rencontrées

- Les évènements imprévus !
 - Incendie suite à auto-combustion des batteries (11 07 2019)
 - Accident en vol : perte d'un drone suite à un crash lors de la phase d'atterrissage (09/2019)
 - Vol de deux drones (19/10/2020)



Les batteries après combustion



Le local drone après l'incendie



Voir le REX Hygiène et sécurité dans le prévention info du CNRS de mai 2020
https://www.dgdr.cnrs.fr/SST/CNPS/prevention_infos/annee2020.htm

REX : problèmes et difficultés rencontrées

- Activité discontinue, et qui n'est qu'une des activités des agents, (conservation du niveau de pratique, compétences sur le long terme)
- Fonctionnement initial au sein de la ZAM, mais avec des personnels LIEC,
- Demandes sans anticipation des usagers,
- Nécessite du temps et des compétences pour l'analyse et le traitement des résultats,
- Cadrage administratif et légal contraignant (calendrier versus météo).

REX : et la gestion de projet ...

- **Pas ou peu de phase 0** : manque de réflexions en amont du projet (matériel, moyens RH, temps, objectifs) il y aurait eu un avantage à faire une vraie phase 0 de projet
- **Manque actuellement d'un leadership scientifique** : fonctionnement à la demande sans cadrage général, **PI/PM, stratégie long terme**
- Progression sur bilan/perspectives annuelles

Mais, il faut noter :

- des moyens à disposition :
 - financier (achats de drone x4)
 - humain : 2 personnes formées, mais pas à plein temps sur l'activité
- Un cadrage et accompagnement national CNRS (DirSU)
- Un réseau drone qui est en développement (Réseau Drones & Cap')
- Peu de « pression », et donc de la flexibilité et de la souplesse

Conclusion :

Une gestion de projet non ou peu formalisée, ce qui n'a pas été rédhibitoire au montage du service drone, ni à son fonctionnement actuel.

Une vraie phase 0 aurait certainement été très utile !

La structuration du service et la formalisation des rôles de chacun pourrait être un plus. En particulier les relations avec la ZAM/service drone/unité et dans la mise en place d'un vrai binôme PI/PM.

REX : suites de l'activité

- Poursuite de la photogrammétrie (formation à compléter)
- Acquisition et/ou développement pour des mesures spectrales (suivi de végétation, nature de sol, ...)
- Participation aux activités du réseau Drones & Cap'
- Quid de demande de prestations publiques ou privées ?

Drone déjà équipé



ou achat de composants sur étagère





Merci pour votre attention !



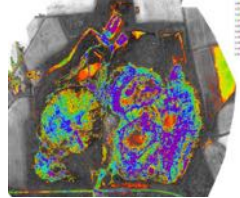
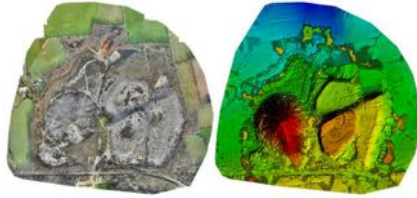
**Service drone dans un laboratoire : présentation comparée de
deux projets à l'Observatoire de Lyon et au LIEC**

Ph. GRANDJEAN (LGL-TPE, Lyon) et M. PELLETIER (LIEC, Nancy)

Webinaire réseau MAPI – 15 septembre 2021



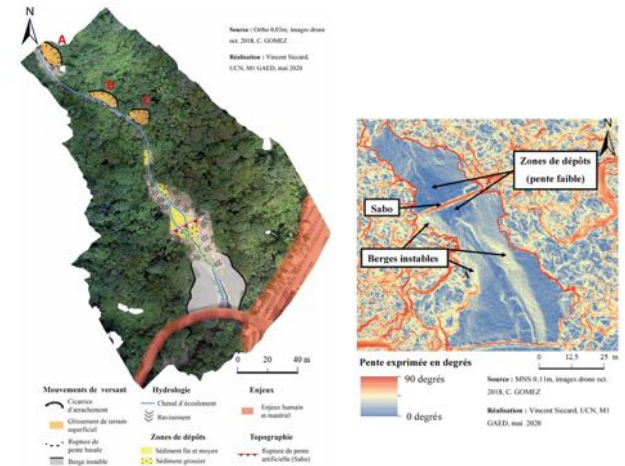
Quelques exemples d'usages de drones



D'après T. HOUET, LETG



HYDRADRONE (Prélèvements et mesures)
Société ALERION (Nancy), PEDON Environnement
Alérion, 2020)



Contexte morphologique du site d'étude à partir d'image drone pour l'étude des risques hydrogravitaires (Vallée de Sumioshigawa, Japon), et carte des pentes en degrés.
V. SICCARD, 2020

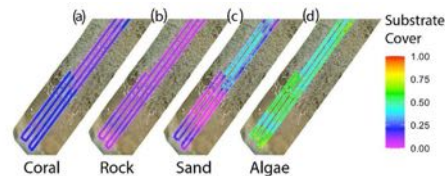


Figure 6. (a) Percentage benthic habitat type estimated from linear unmixing using drone spectroscopy: (a) Coral, (b) rock, (c) sand, and (d) algae. Results were overlaid on a map of the study area in question. Substrate cover is shown from a scale of 0 to 1. The model yielded an RMSE of 0.00204.

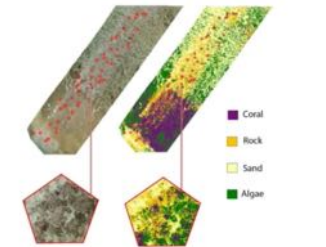


Figure 7. Mosaicked RGB image of the corresponding study region showing the filly randomly generated polygons to calculate substrate cover with a classified map of the four substrate classes: coral (purple), rock (orange), sand (yellow), and algae (green).

De V.J. Cornet and K.E. Joyce (Drones, 2021)

