

#### Imagerie hyperspectrale par drone

Marion Jaud, Jérôme Ammann, Nicolas Le Dantec, Philippe Grandjean, Dragos Constantin, Yosef Akthman, Pascal Allemand, Christophe Delacourt













#### Contexte

- Développement dans le cadre des projets :
  - CRITEX (EQUIPEX pour l'étude de la Zone Critique des bassins versants)



HYPERCORAL (CNES)



- Objectif du projet
  - Mise au point d'un drone équipé d'un capteur d'imagerie hyperspectrale (VNIR)
     → plateforme « légère » pour l'étude des paramètres physico-chimiques,
     biologiques et géologiques de la Zone Critique.



Contrainte sur la charge utile!



### La plate-forme drone

Plateforme : drone octocoptère DroneSys HALO\_8

• Taille : Ø 1,2 m

• Poids: 13,4 kg

Charge utile : 5 kg

Autonomie en vol : ≈ 10 min
 → ≈ 7-8 ha couverts pour un vol standard (alt. 50 m; v = 3 m/s)



#### Segment sol

- Station de navigation
- Station de contrôle de l'acquisition en temps réel

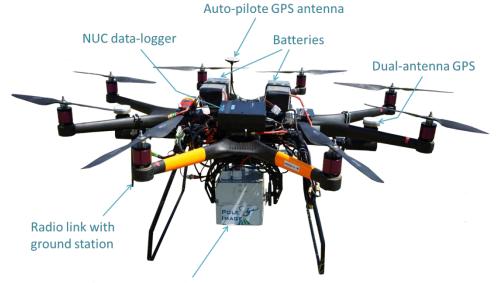




### La plate-forme drone

#### Capteurs de navigation

- GPS RTK bi-fréquence antenne dual 80 cm
- Centrale inertielle IMU 3 axes Ekinox\_D (SBG System®) précision : 0,05°



Waterproof hyperspectral chamber (IMU + RGB camera + hyperspectral camera)

#### Capteurs imageurs

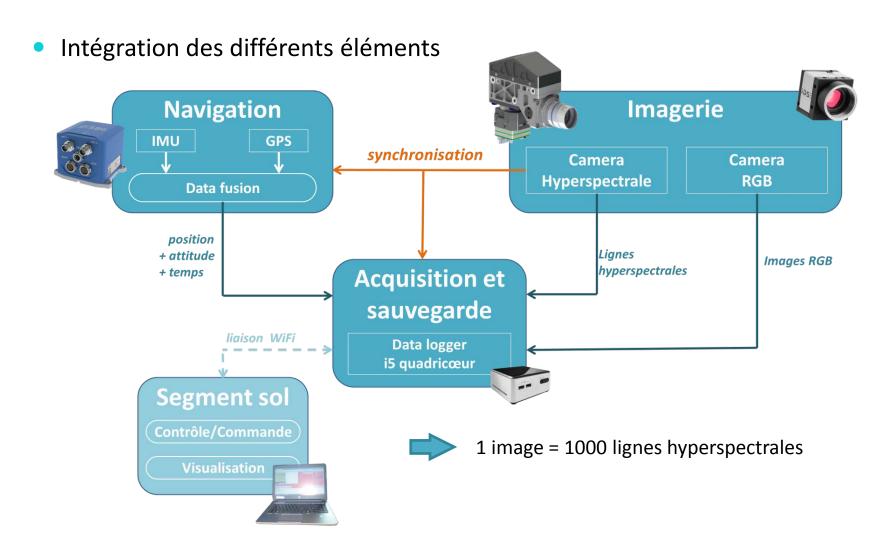
- Caméra RGB uEye (IDS®) global shutter 1,9 Mpix
- Caméra hyperspectrale MicroHyperspec® (Headwall®)
   capteur VNIR (400-1000 nm) 250 bandes résolution spectrale 1,85 nm
   technologie pushbroom utilisant le déplacement du drone



Meilleure résolution spatiale et spectrale que les capteurs full-frame embarquables sur drone



### La plate-forme drone





Pilote drone

#### Déroulement d'un levé

Définition du plan de vol

Mesure Spectralon®

Initialisation IMU

Vol d'initialisation

=> réglage paramètres d'acquisition des caméras

- Vol(s) d'acquisition(s)
- Mesure Spectralon®
- Mesures au Spectro GER 1500



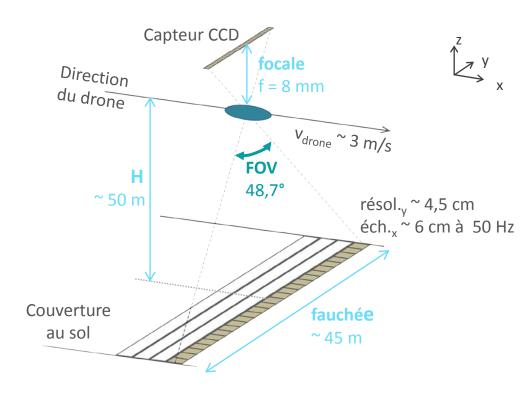
Paramétrage

capteurs



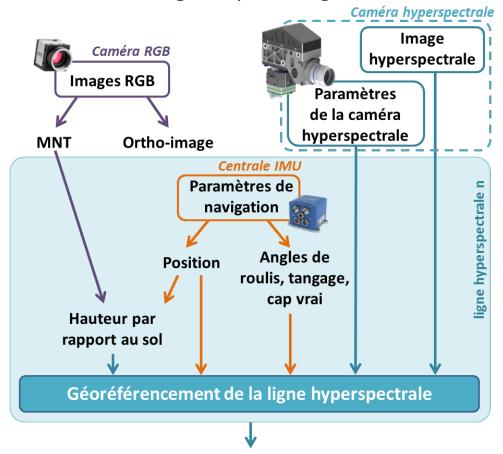
- Développement d'un outil logiciel pour le géoréférencement des données
- Géoréférencement ligne à ligne

   ¬ nécessité de connaître
   précisément les paramètres de
   position et d'attitude du drone à
   chaque instant d'acquisition
- Qualité du géoréférencement très dépendante des conditions de vent (vitesse, orientation)





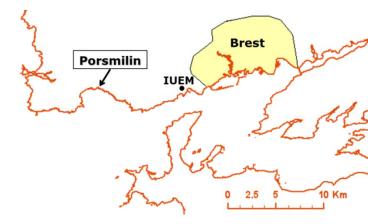
Développement d'un outil logiciel pour le géoréférencement des données





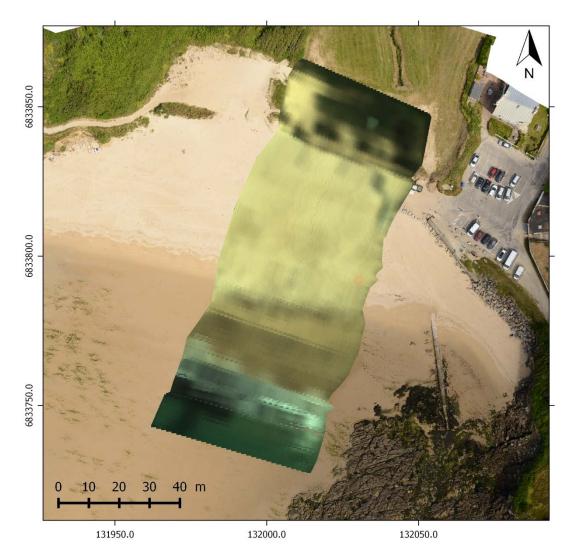
- Levé terrain plage de Porsmilin 21 Mars 2017
  - Site observatoire suivi par l'IUEM depuis 2006
    - → SNO DYNALIT (<a href="https://www.dynalit.fr/fr">https://www.dynalit.fr/fr</a>)





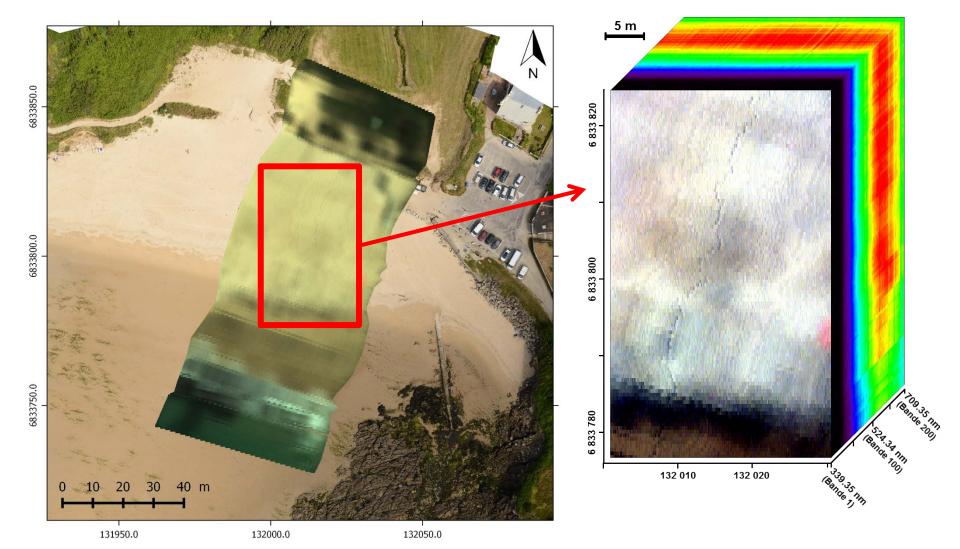
Conditions météo 21/03/2017
Belles éclaircies (plus couvert en fin de levé)
Vent (30km/h) du Sud-ouest.



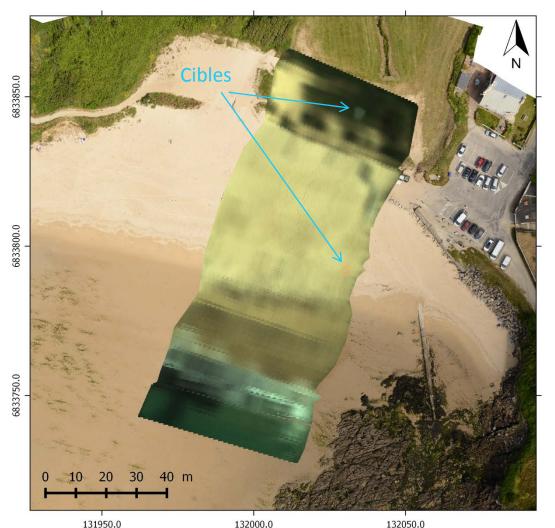


Aperçu RGB des lignes
 hyperspectrales
 géoréférencées par rapport
 à un fond orthophoto



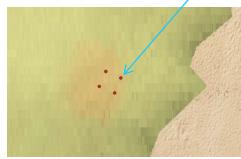








Position GPS angles de la cible



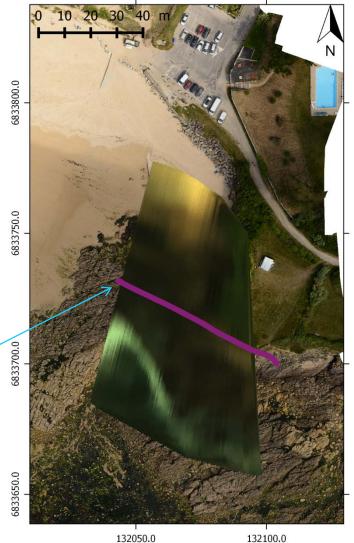
- Effet de « flou »
   => incertitude sur le positionnement de la cible
- Estimation de l'erreur de géoréférencement
  - → RMSE ~ 1,6 m



# Développements en cours...

- Optimiser les protocoles de levés
  - Orientation du plan de vol selon la configuration de la zone, la direction du vent...

Vol travers au vent





### Développements en cours...

- Amélioration du géoréférencement des lignes hyperspectrales
  - Objectif: erreur < 1 m
  - Calibration de la centrale inertielle IMU
  - Amélioration de la liaison radio RTK avec la base GPS pour la transmission des corrections aux GPS embarqués
  - Evaluer la possibilité d'utiliser des images RGB pour le calcul des paramètres de navigation par photogrammétrie en cas de perte de la liaison RTK



Plateforme de calibration IMU de l'ENSTA Bretagne



## Développements en cours...

- Corrections radiométriques
  - Méthodes d'étalonnage via un Spectralon®
  - Corrections atmosphériques

