

Lidar miniaturisé embarqué sur drone: retour d'expérience en Archéologie et Géoenvironnement

Elise Fovet et Franck Vautier

Plateforme de géomatique IntelEspace (MSH Clermont-Ferrand – UAR 3550, UCA)

IntelEspace : plateforme d'appui à la recherche animée par 5 ingénieurs

https://msh.uca.fr/plateforme_intelespace

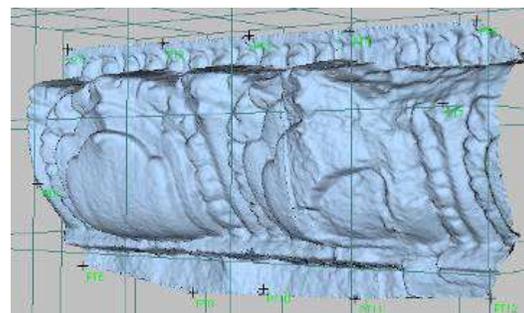
franck.vautier@uca.fr (IR CNRS)
bertrand.dousteyssier@uca.fr (IGR UCA)
elise.fovot@uca.fr (IE CNRS)
marion.dacko@uca.fr (IGR UCA)
claire.brossard@uca.fr (IGE UCA)



- Système d'information géographique
- Cartographie
- Outils de géopositionnement (GPS différentiels, stations totales)
- Lasergrammétrie courte et longue portée
- Photogrammétrie stéréoscopique numérique
- Photogrammétrie multi-images (SfM)
- Traitement de données LiDAR aéroportées

Acquisition, cartographie et modélisation de données à référence spatiale 2D/3D

photogrammétrie stéréoscopique



Erosion des motifs sculptés temples d'Angkor

photogrammétrie multi-images



Modélisation 3D de la grotte du Sarcouy (63)

LiDAR aéroporté



Site archéologique de Gergovie (63)



...depuis 2017...

Acquisition/traitement de données par drone multi capteurs



Photogrammétrie



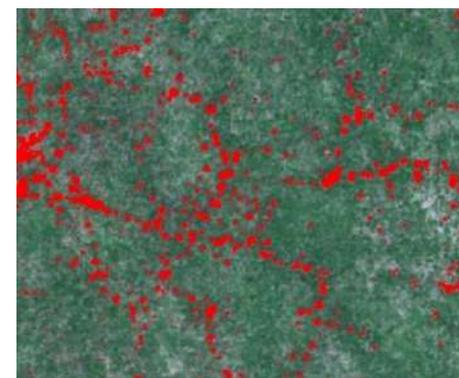
Thermographie



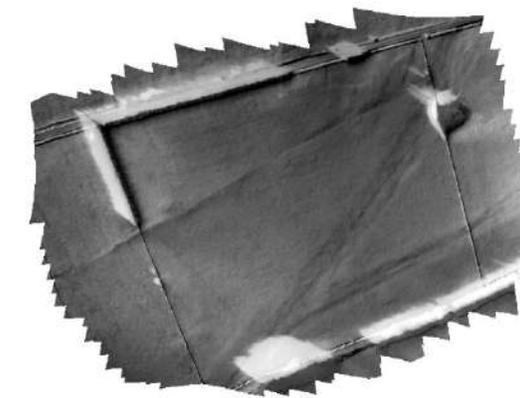
LiDAR



Camera multispectrale



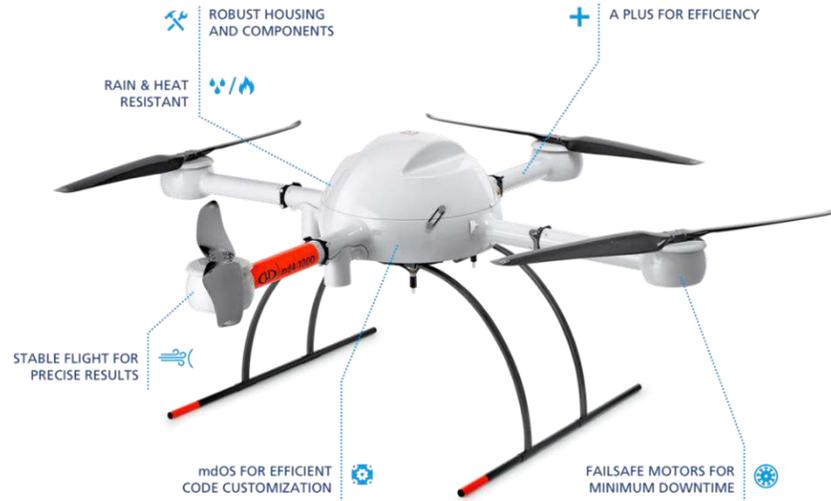
Détection d'indices de micromammifères (multispectral)



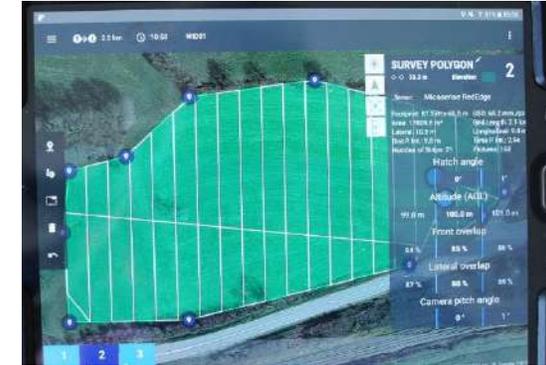
Recherche de vestiges enfouis (thermique)

1 – Caractéristiques techniques de l'équipement drone/Lidar

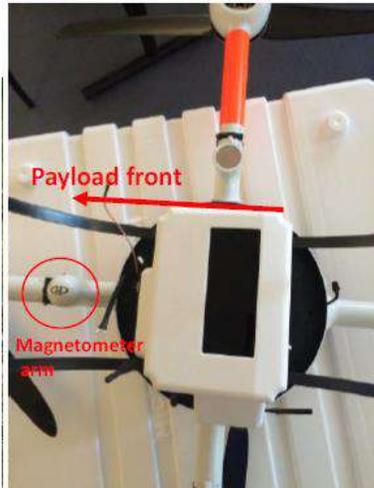
Quadricoptère MD4-1000 (Microdrones)



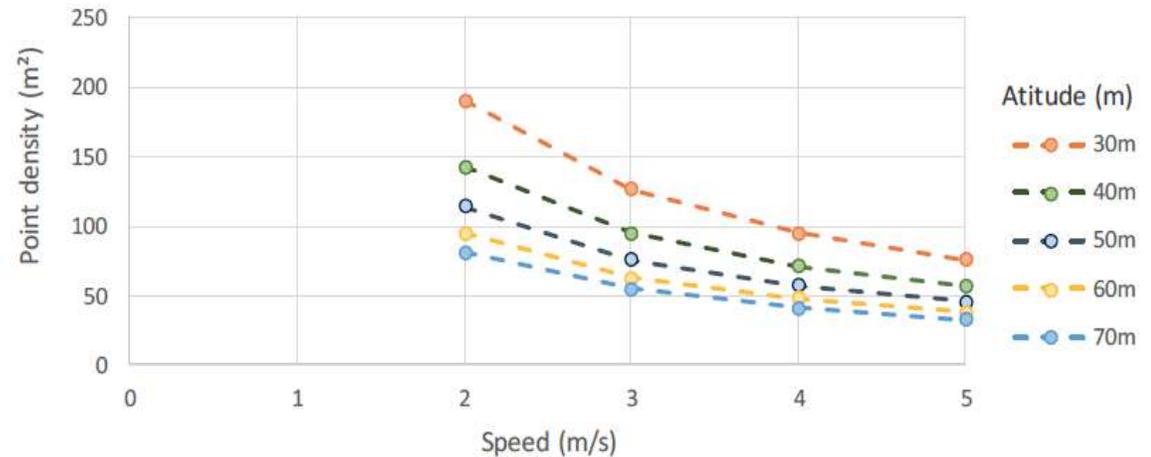
- Autonomie de vol : jusqu'à 40 minutes (fonction de la charge embarquée)
- Capacité de charge : Jusqu'à 2 kg
- Géoréférencement direct des données
- Paramétrage des missions de vol



LiDAR SICK



Poids : 1300 g
 Ouverture : 60°
 Echos : 3
 Nombre de points : 19500/sec
 Précision (théorique) : +/- 6cm
 Capteur photographique



Ex : h=40 ; v=4m/s-1 \implies Couverture au sol 5ha, 100 pts/m²

2 - applications en géoenvironnement

Programme **RALLIER** 2019-2022

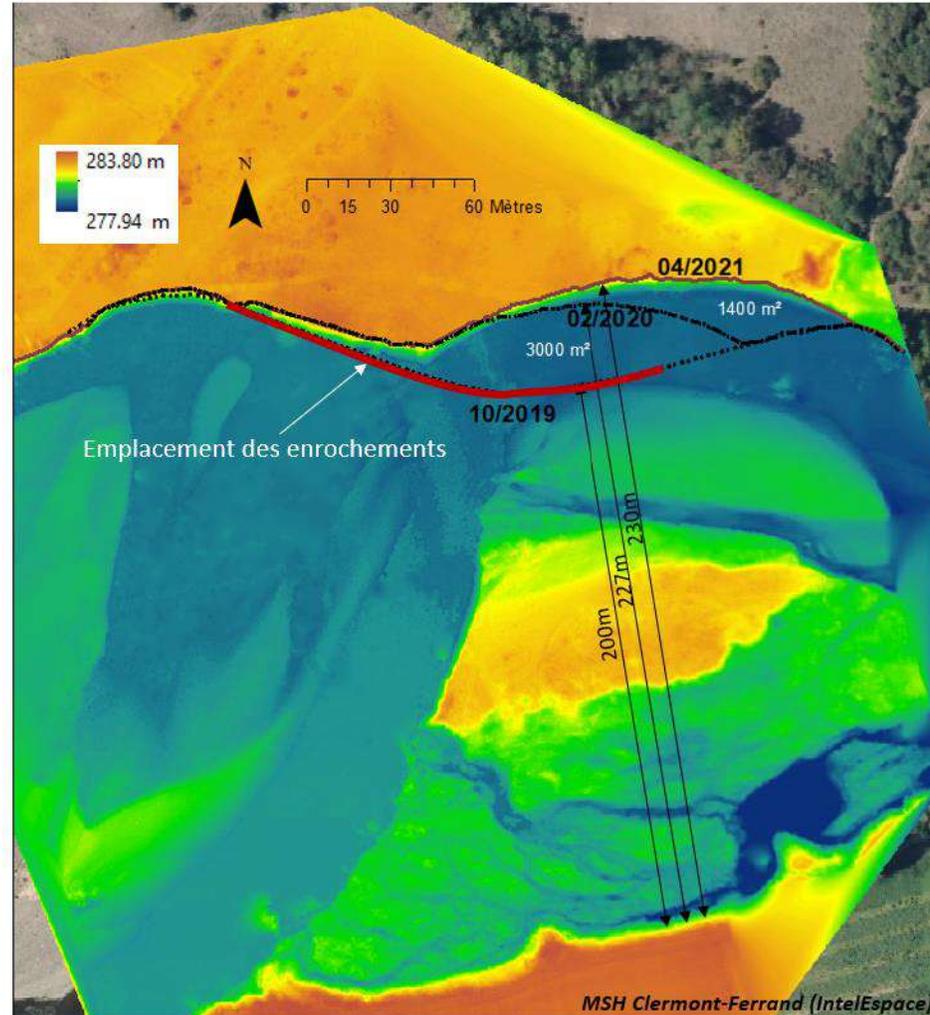
Ressource en eau, agriculture et forêt alluviale : incision et dégradation de la rivière Allier

Financements : Région Auvergne Rhône-Alpes (pack ambition recherche)

CEN (Conservatoire des Espaces Naturels d'Auvergne)



Suivi des changements géomorphologiques de la rivière Allier suite à l'effacement artificiel de protections de berges (enrochements) et impact sur la dynamique des transports solides.



Surfaces érodées depuis l'effacement :

Octobre 2019 à février 2020 : 3 000 m²

Février 2020 à avril 2021 : 1 400 m²

Volumes réinjectés dans l'Allier depuis l'effacement

Estimation sur la base d'une hauteur moyenne de berge de 4 m (à affiner par la bathymétrie)

Octobre 2019 à février 2020 : 3 000 m² * 4 m = 12 000 m³

Février 2020 à avril 2021 : 1 400 m² * 4 m = 5 600 m³

Volume total estimé : 17 600 m³

Evolution de la largeur de l'Allier au droit des enrochements :

Octobre 2019 : 200 m

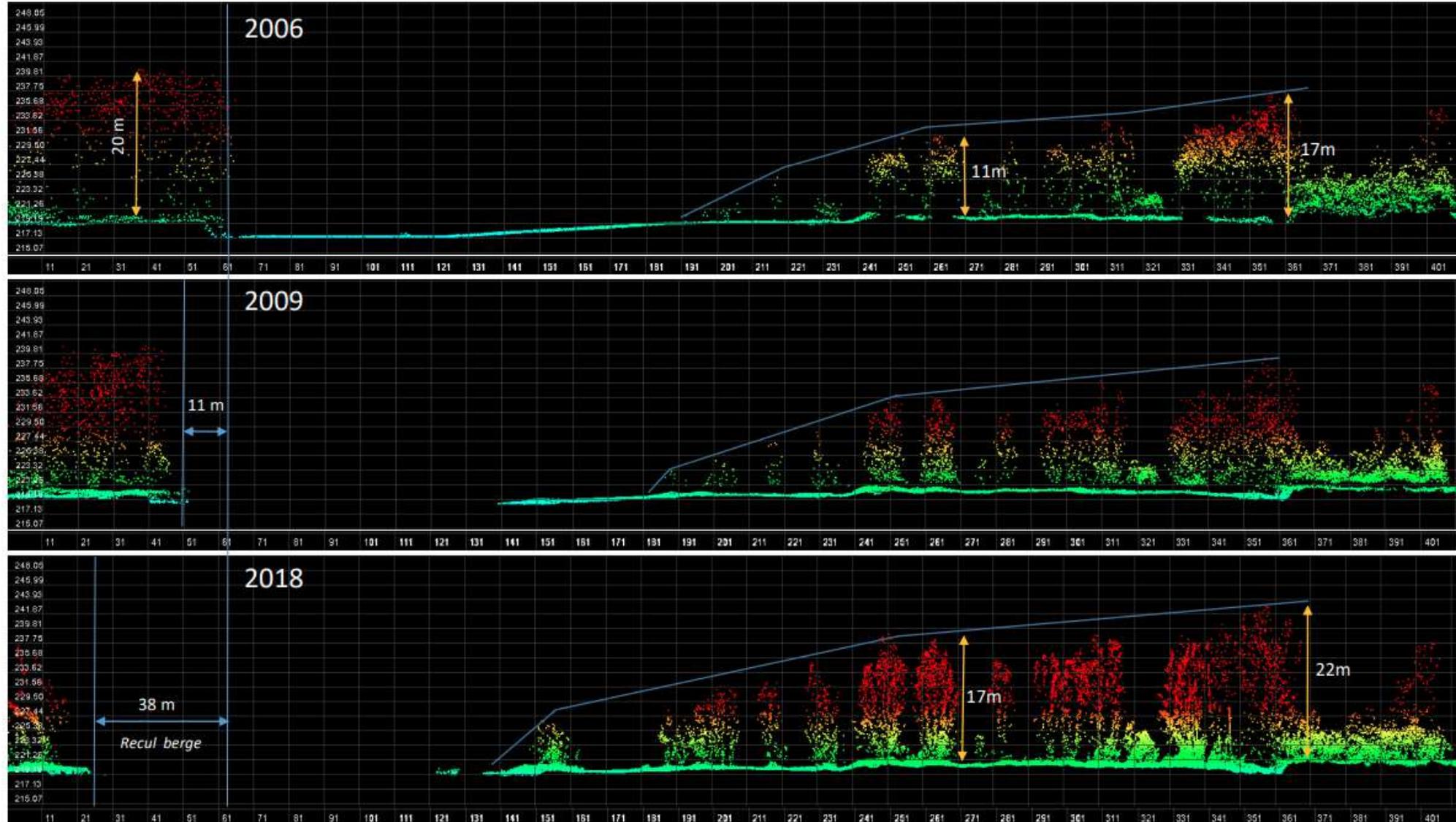
Février 2020 : 227 m

Avril 2021 : 230 m

2 - applications en géoenvironnement

Projet NUMRIP (2021-2025)

Utilisation du LiDAR/drone pour le suivi de la végétation en milieu alluvial :
Croissance, dynamique spatiale, interaction avec l'hydrologie (crues, stress hydriques) et les processus géomorphologiques (érosions, dépôts)



1 pts/m²

2 pts/m²

15 pts/m²

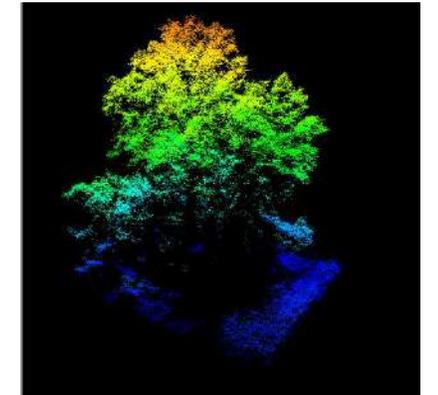
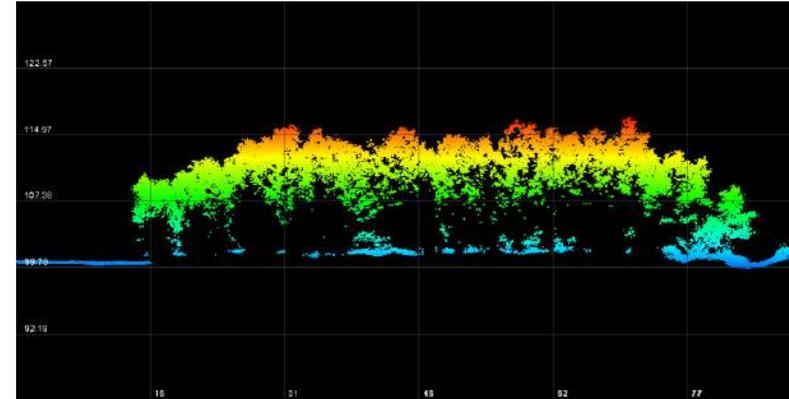
2 - applications en géoenvironnement

Apport du **drone/LiDAR** : analyse dynamique saisonnière et interannuelle de la **végétation** : **colonisation/destruction/croissance** en fonction des paramètres hydrologiques (crues, stress hydriques)

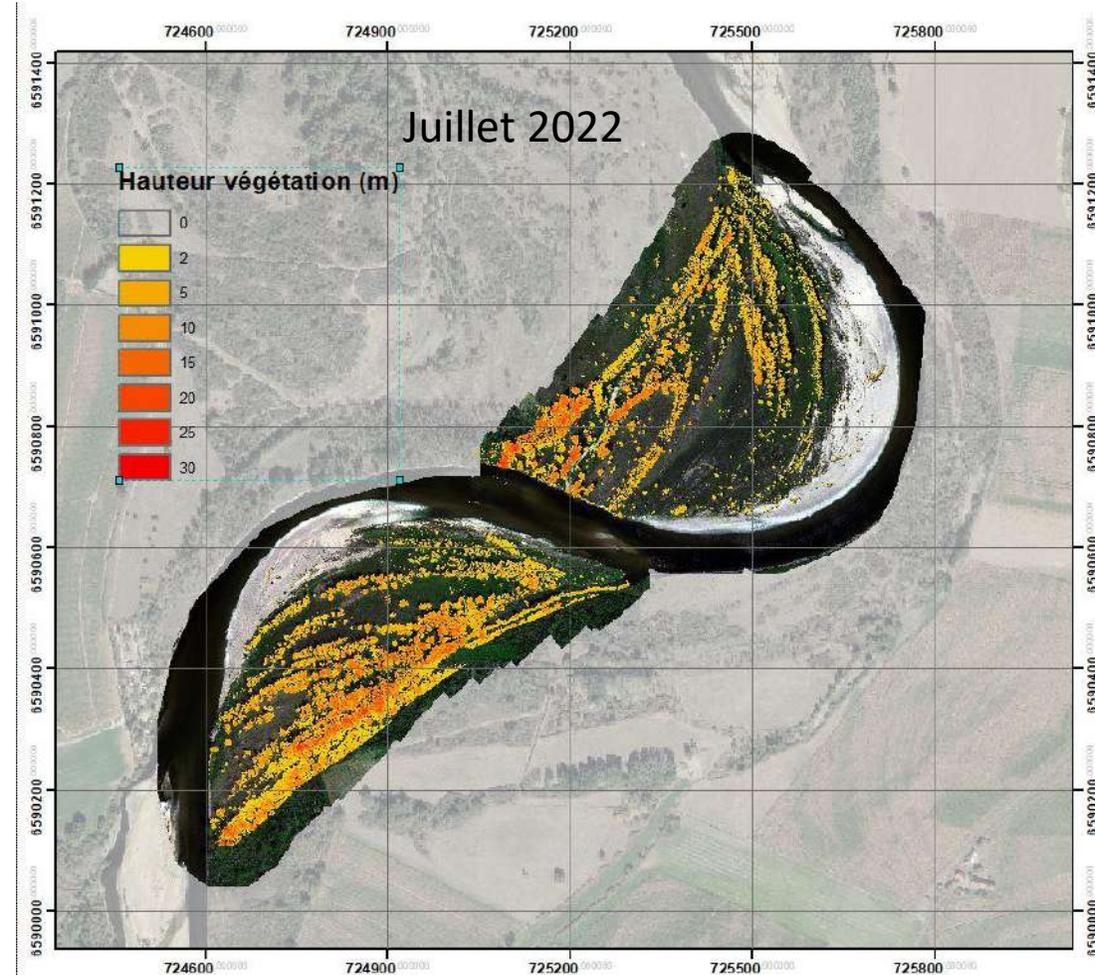
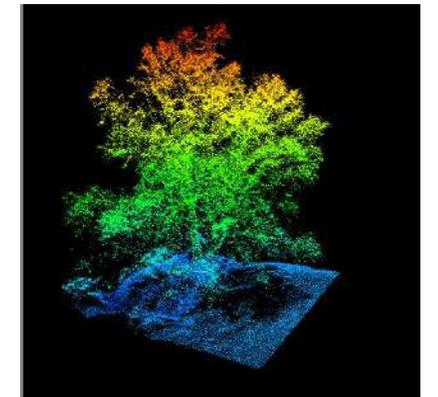
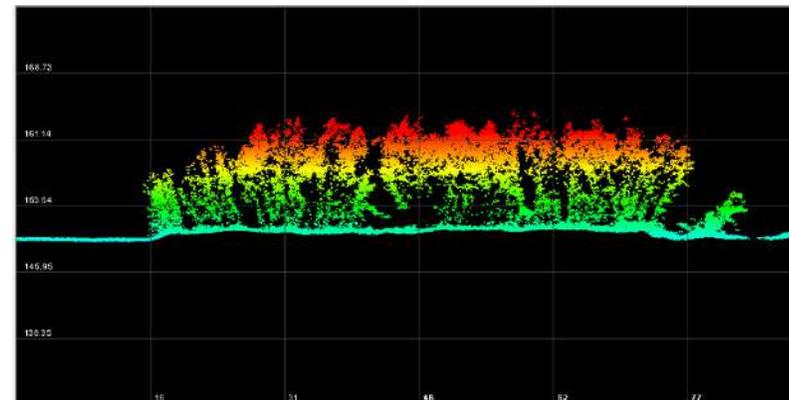
Analyse détaillée de la structure des arbres avec des **vols en été (canopée)** et en **hiver (troncs, branches)** : complémentarité. Amélioration des potentialités de mesure de la biomasse et de stockage carbone ?

Levé drone/Lidar (150 pts au m²)

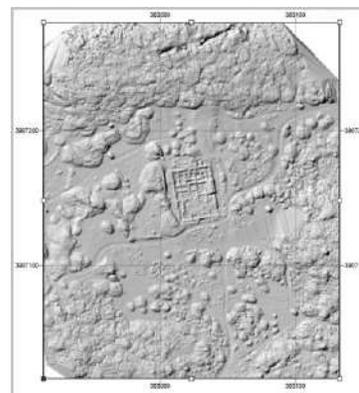
ÉTÉ 2022



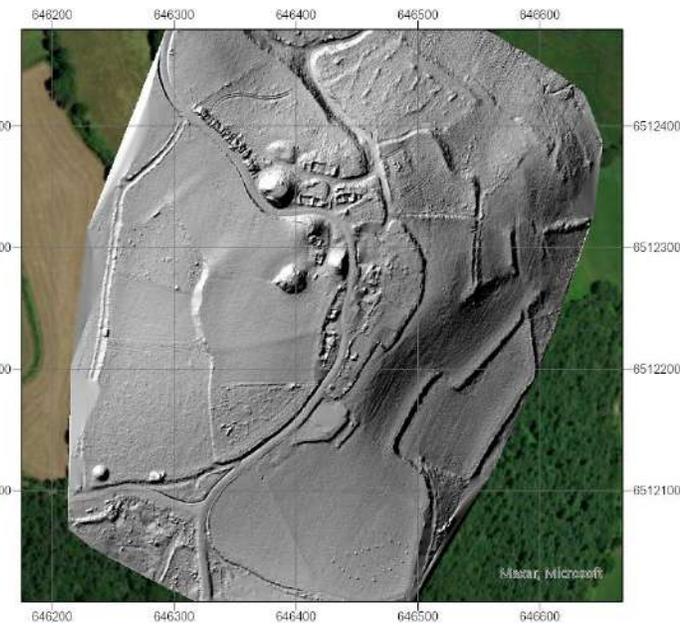
HIVER 2022



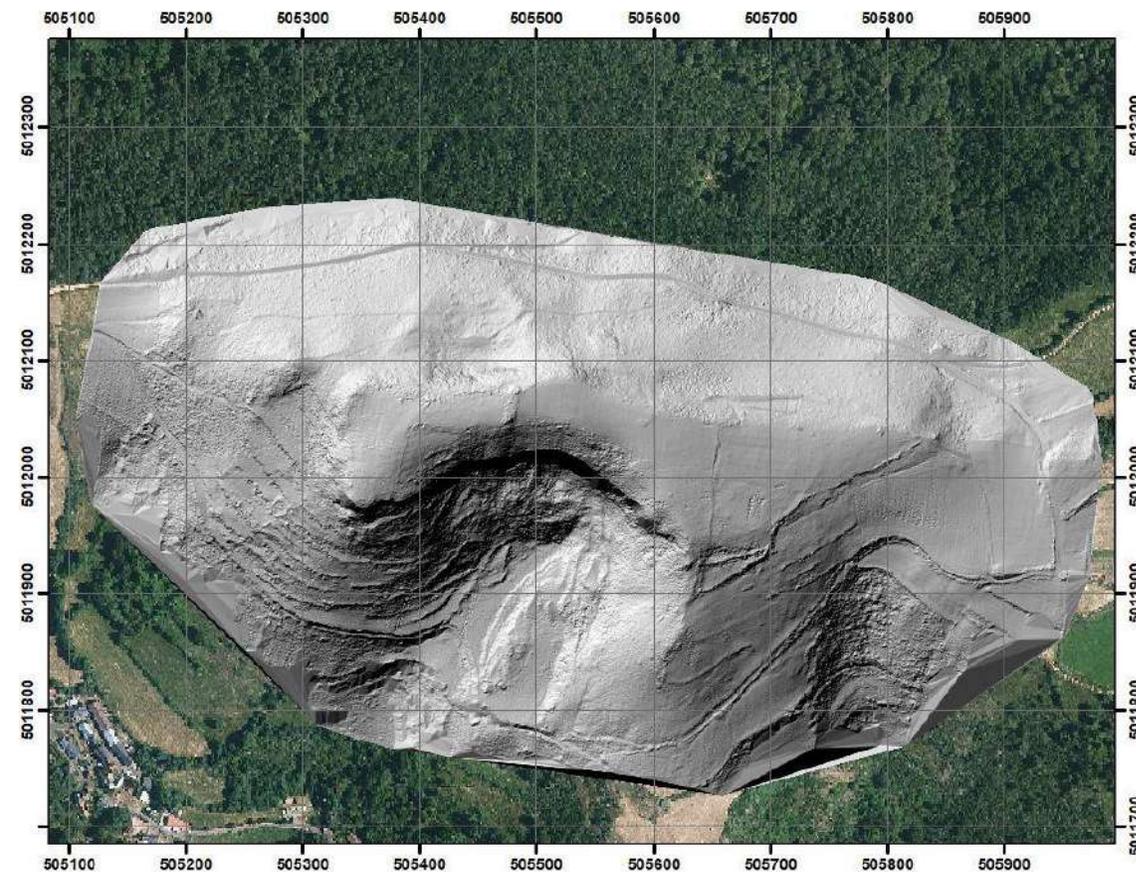
3 – Applications en archéologie



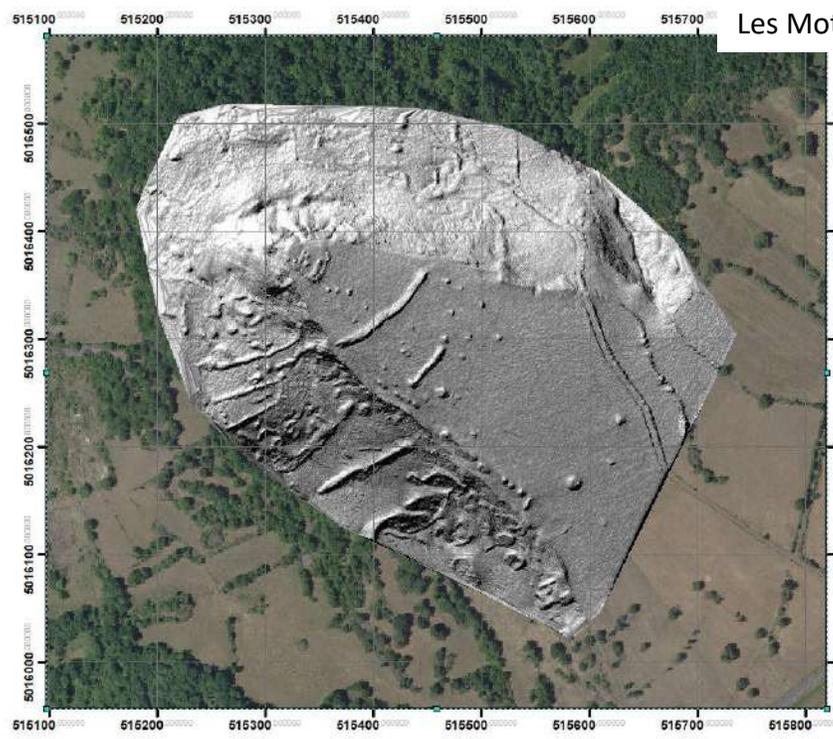
Chrysolakkos (Malia, Crète)



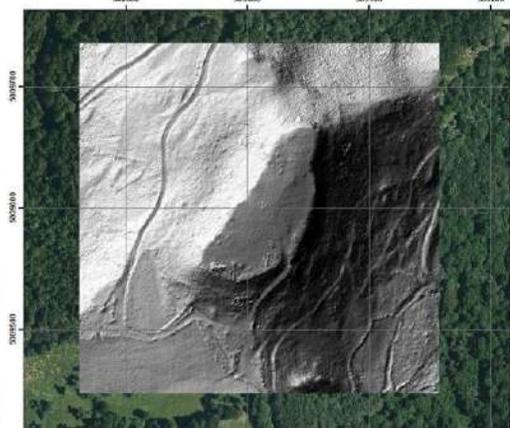
Les Mottes (St-Oradoux-de-Chirouze, Corrèze)



Escrouzet (Molèdes, Cantal)

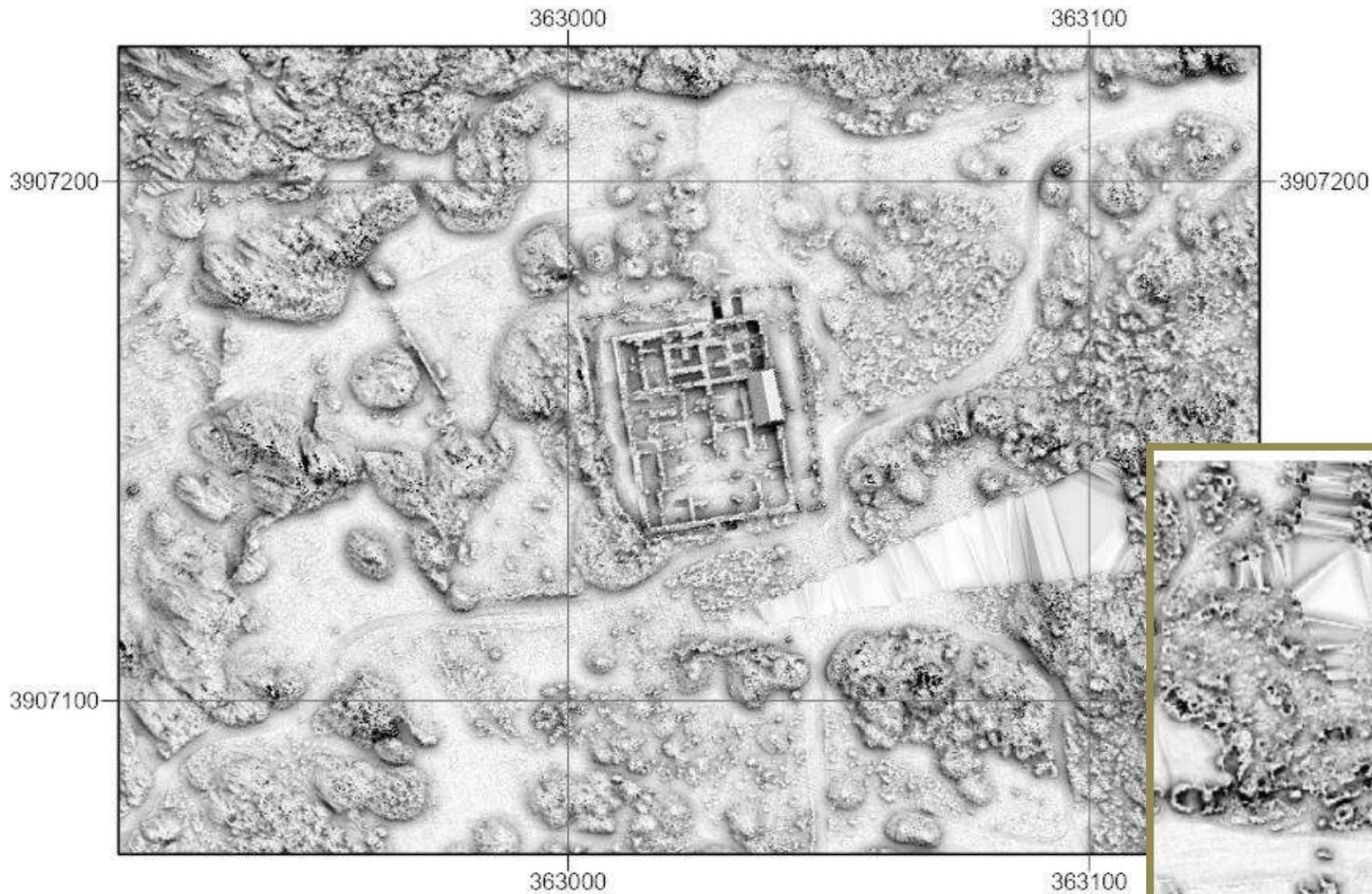


Boisseuges (Grenier-Montgon, Haute-Loire)



Suc Delarmu (Charmensac, Cantal)

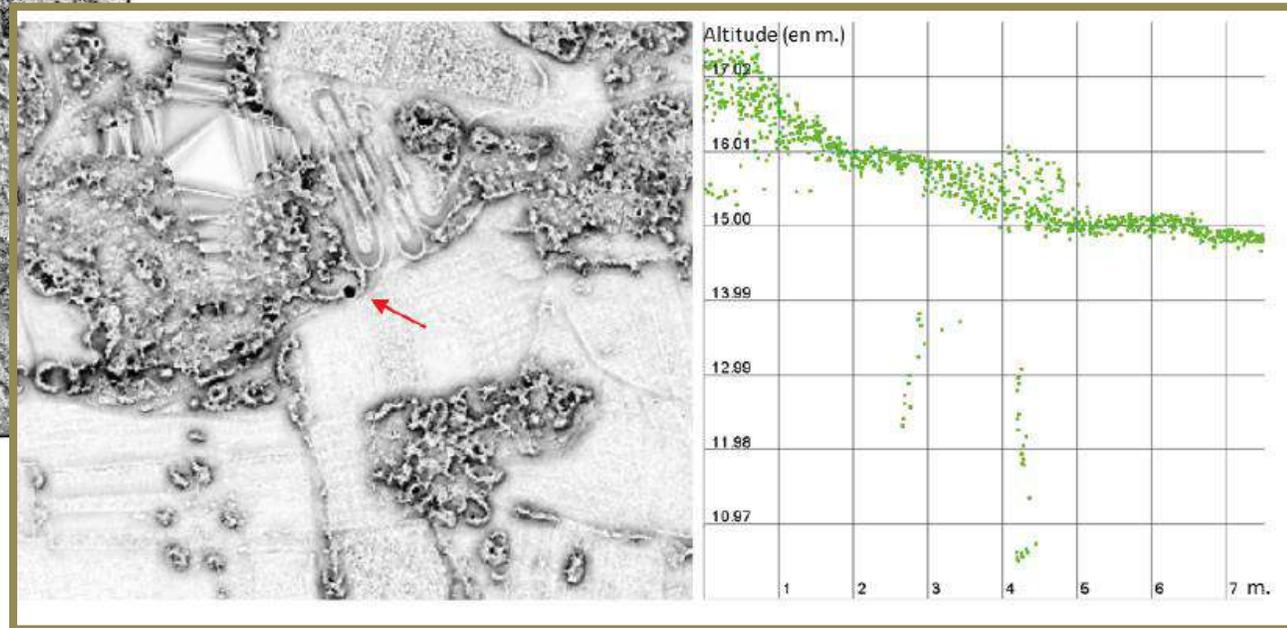
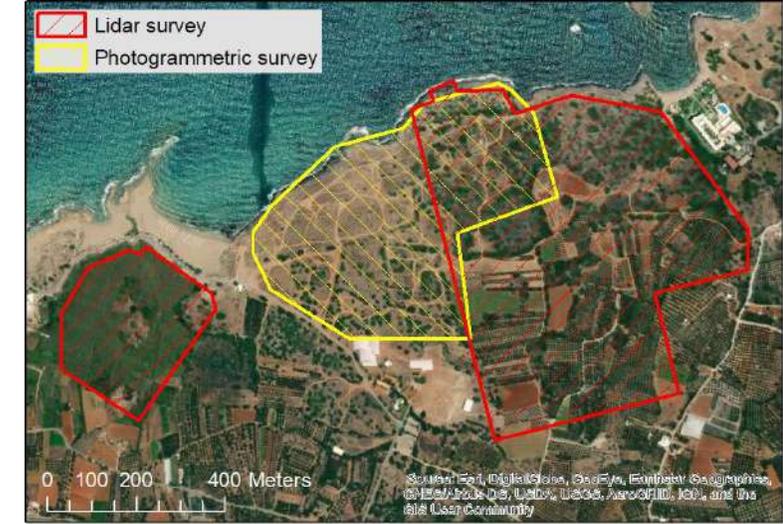
3 – Applications en archéologie



Visualisation Sky View Factor (10/16)

Recherches complémentaires sur l'organisation de la ville minoenne de Malia

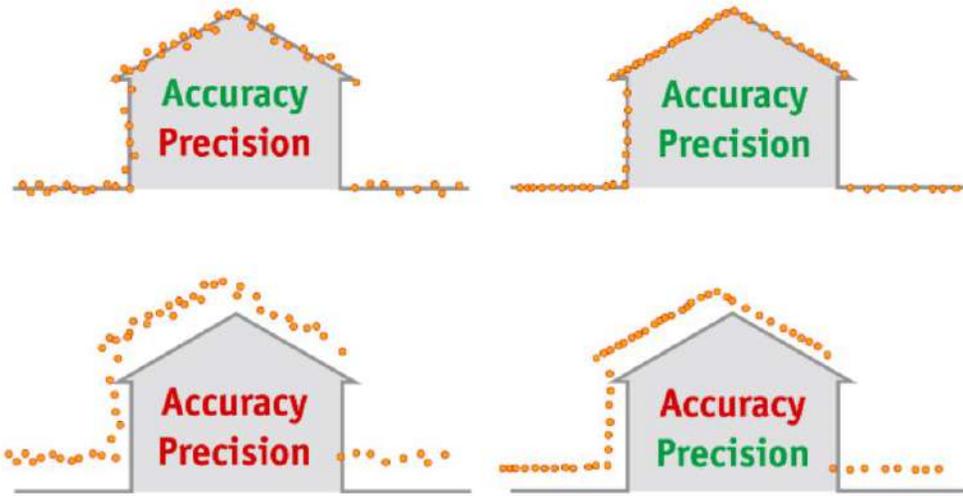
Financements : École Française d'Athènes / Archéorient (UMR 5133)



Visualisation Ambient occlusion

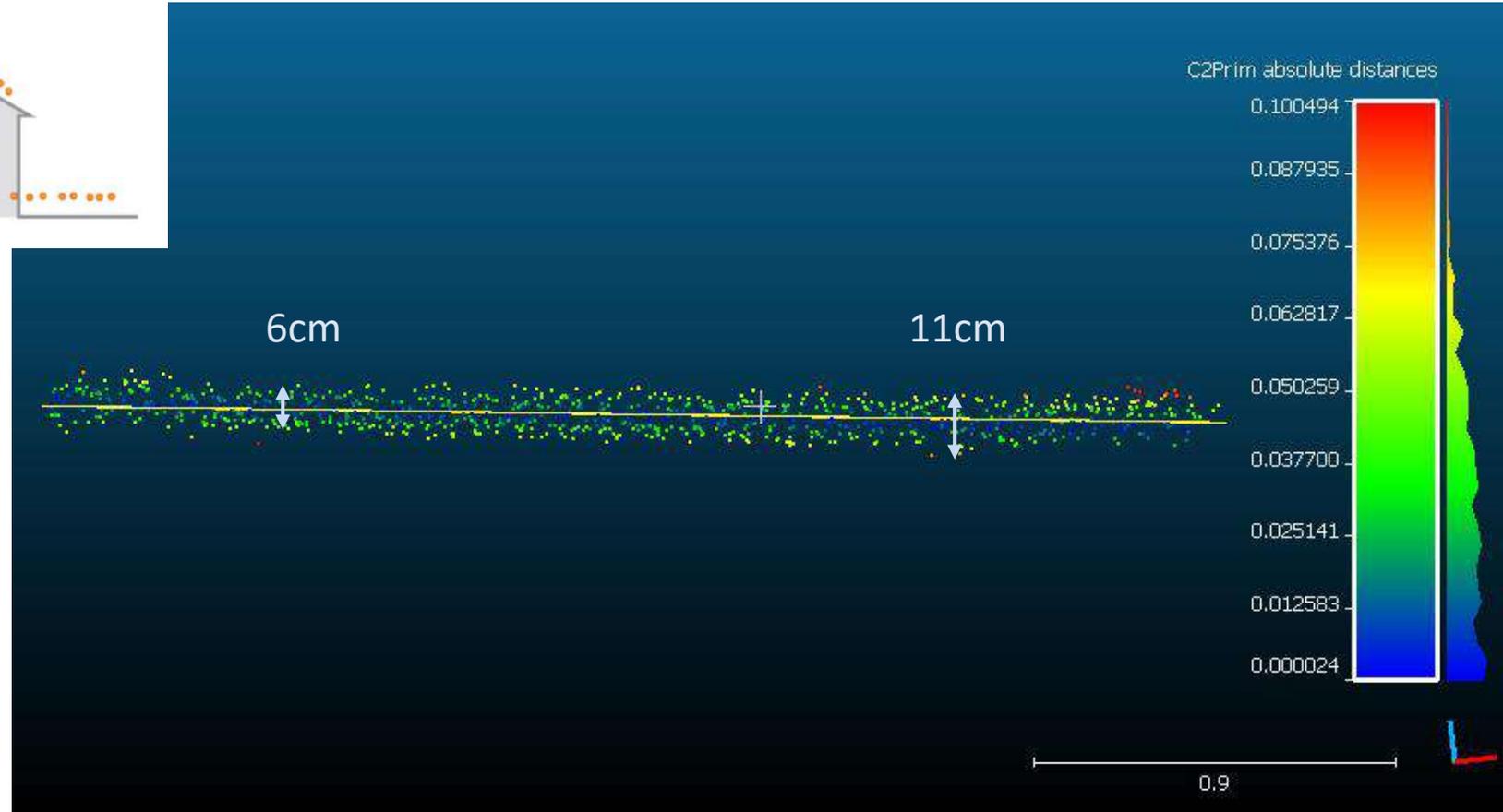
Profil du nuage de points

4 – contraintes, limites

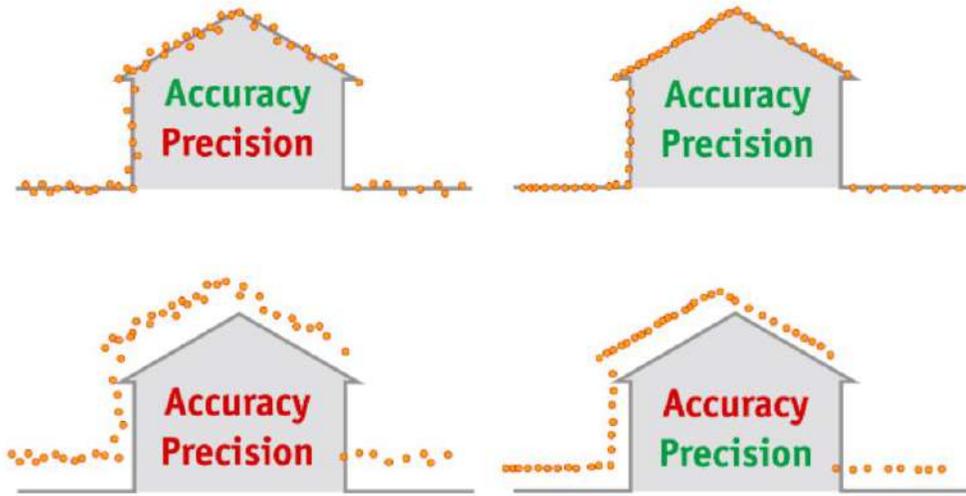


<https://www.yellowscan-lidar.com/fr/knowledge/wait-accuracy-vs-precision-isnt-rocket-science/>

Précision des données



4 – contraintes, limites



<https://www.yellowscan-lidar.com/fr/knowledge/wait-accuracy-vs-precision-isnt-rocket-science/>

Exactitude des données

*Protocole de vérification des données
(GCP, variations entre les bandes de vol...)*

Station de base locale



Site de Baelo Claudia (Andalousie – Spain) – ArchéoScience, lab. TRACES

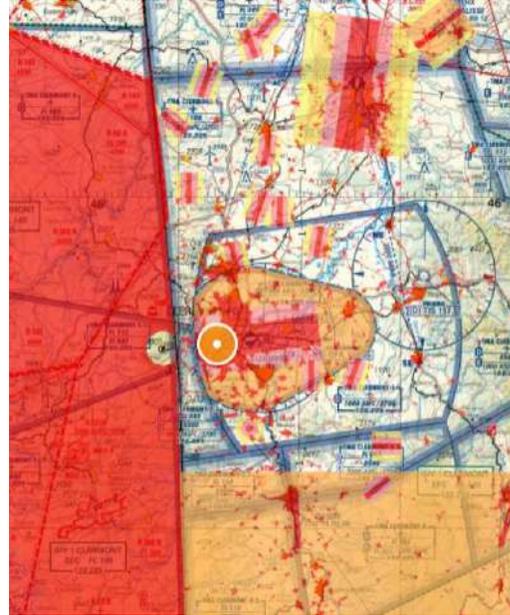
Points de contrôles



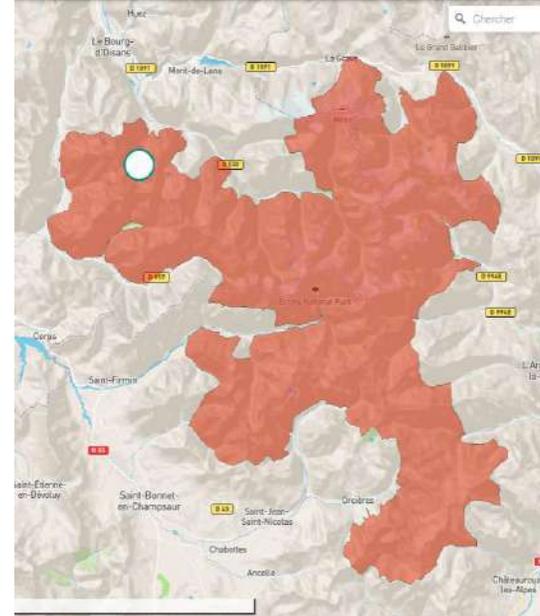
Réserve Naturelle d'Aulon (France) – ArchéoScience, lab. TRACES

4 – contraintes, limites

- Réglementation drone
- Temps de vols limités



IMO map - VFR
(<https://www.geoportail.gouv.fr/carte>)

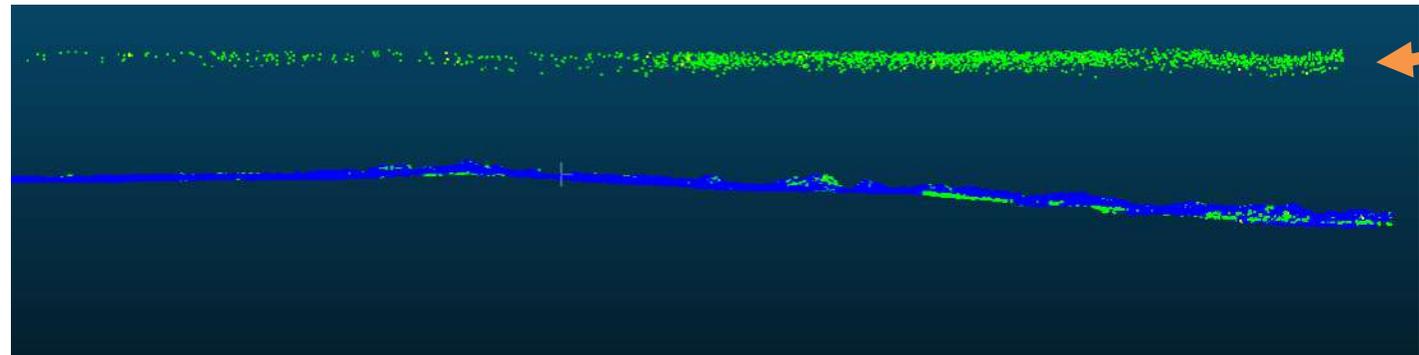


Natura 2000 area



Very Low Altitude Airforce Network Activity
(<http://www.sia.aviation-civile.gouv.fr>)

- Conditions de vol
 - Pas de vent fort (bourrasque)
 - Pas de précipitation
 - + Mais temps sombres possibles (nuit aéronautique)



Malia (Crète) – IntelEspace, MSH Clermont-Fd

Bruine...

5 – Améliorations des solutions drone/LiDAR actuelles

1 – Large choix sur le marché et diminution des coûts

2016 : Riegl, Microdrones, Yellowscan

2022 : Riegl, 3D Robotics, Inc., Teledyne Optech, Trimble Navigatrion Ltd., Velodyne LiDAR, Inc., Faro Technology, Phoenix LiDAR Systems, MicroDrones, YellowScan, UMS Sceldar, OnyxScan, DJI, entre autres.

Prix divisé par 3 ou 4 en 5 ans : solutions < 15 K€ Attention au services après vente

2 – Améliorations techniques pour le vol et la capture de points

- Miniaturisation des capteurs = gain en poids et en autonomie de vol (>1 km² de couverture)
solutions à 900g (2kg le premier LiDAR IntelEspace)
- Augmentation de la portée de détection : plusieurs centaines de mètres.
- Augmentation de la densité : plus de 200 000 pts/s
- Intégration de capteurs optiques avec possibilité de fusion directe des données RVB avec le nuage de pts LiDAR.

3 – Diminution des contraintes sur le terrain et de post-traitement des données au bureau

- Equipements plus légers et plus facilement transportables sur le terrain
- Solutions avec création en temps réel de nuages de points (RTK)
- Offre la possibilité de vérification des données immédiatement après le vol