Intégration et mise en œuvre opérationnelle d'un drone hyperspectral longue endurance

Présentation de la campagne pilote 2015 de cartographie des récifs coralliens à Mayotte

M. Lennon, N. Thomas, G. Sicot, M. de Lagarde, C. Eucat, M. Baroux, JP Quod, JB Nicet, D. Corman, F. Gauthiez

marc.lennon@hytech-imaging.fr

Capteurs
Benchmark

- ✓ Pushbroom
- ✓ Frame
  - ✓ Spatial
  - ✓ Mosaic
  - ✓ Tiled

©IMEC

- ✓ Meilleur compromis performances (spatial / spectral / poids) :
  - ✓ Nanohyperspec d'Headwall Photonics (pushbroom)
  - ✓ Calibrations géo + radio en cours d'opérationnalisation

HyTECH Imaging

Capteur
Nanohyperspec d'Headwall Photonics

Gamme spectrale	400-1000 nm
Nombre de pixels spatiaux	640
Nombre de bandes spectrales	270
Echantillonage spectral	~2,2nm
Résolution spectrale	5nm
FOV	33° ou 16°
Dynamique numérique	12 bits
Frames par second	Jusqu'à 275 Hz
Capacité de stockage intégrée	480 Go
Centrale GPS/IMU	Xsens MTi-G-700 ou Applanix APX15
Poids capteur avec optique/GPS/IMU	< 800 gr.

HyTECH Imaging

Vecteurs
Benchmark

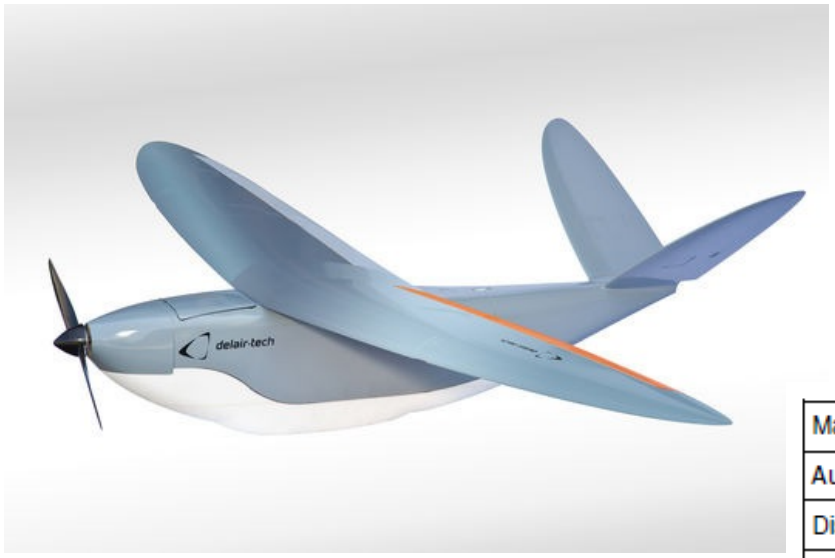
- ✓ Ailes fixes
- ✓ Ailes tournantes
- ✓ Payload
- ✓ Scénario de vol / réglementation

©VITO

- ✓ Meilleur compromis endurance / poids / scénario :
  - ✓ DT-26X de Delair-tech / S2+

HyTECH Imaging

Vecteur
DT26X de Delair-tech



Masse maximale au décollage	15 Kg
Autonomie maximale	4 heures
Distance parcourue maximale	200 km
Envergure	3,3m
Longueur de fuselage	1,6m
Vitesse de croisière	50 km/h
Vitesse maximale	125 km/h
Résistance au vent	75 km/h
Décollage/Attérissage	Lanceur mécanique/Ventral ou filet
Couverture standard (à 150m d'altitude)	10km² (En mode photo RGB échantillonnage spatial 4,3 cm, 60% de recouvrement, 1 vol)
Certification BVLOS (Beyond Visual Line Of Sight)	Oui - Certification Française DGAC
Type de communication BVLOS	3G / 4G LTE / SATCOM (optionnel)
Indice d'étanchéité	IP-54 (poussières et projections d'eau toutes directions)

HyTECH Imaging

DT-26X / Station sol MamaBear

Alimentation	Batterie - 5 heures d'autonomie
Sortie vidéo	Via PC portable
Tracking antenne	Motorisé; lien données et contrôle/commande
Dimensions (cm)	113 x 43 x 20
Poids	21 Kg
Temps de déploiement	5 minutes
Portée	15km max

HyTECH Imaging

Intégration système inertiel / synchro

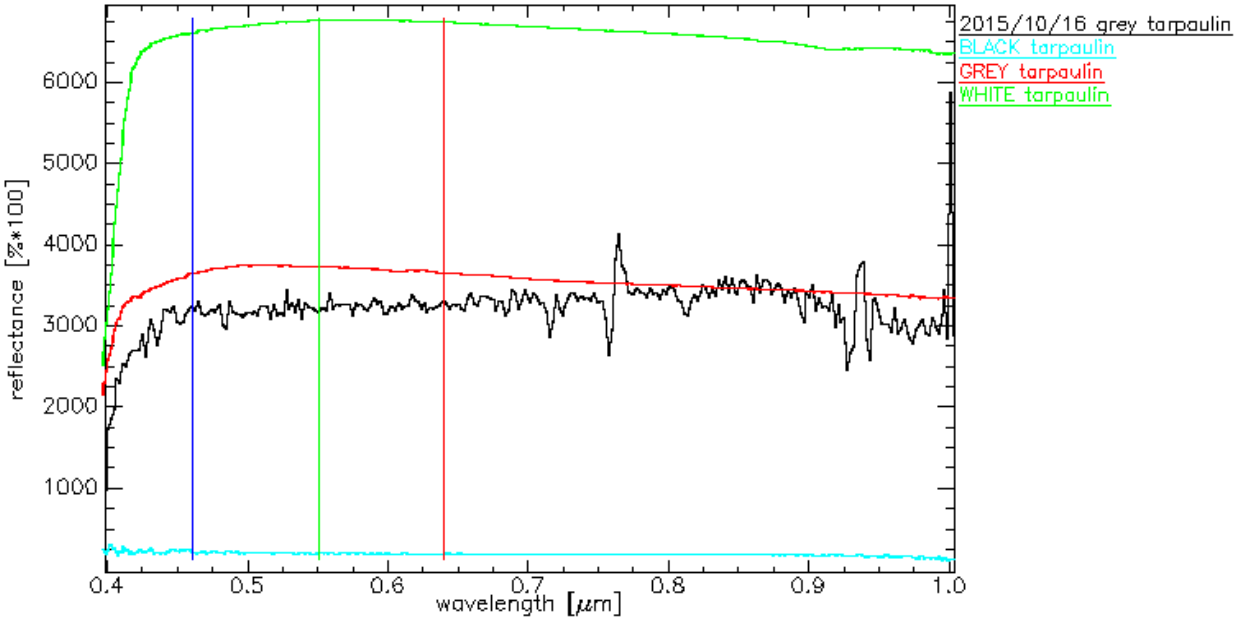
Benchmark : XSENS MTi-G700, Aplanix APX 15

XSENS,
Précision planimétrique ~7,5m

APX15,
Précision planimétrique : ~1,5m
Imprécision du modèle géométrique capteur
Calibration Headwall en cours d'opérationnalisation

HyTECH Imaging

Calibration radiométrique



Problèmes d' uniformité de la calibration, estimation bruit labo, gain…

Correction empirique des imperfections de calibration

Calibration Headwall en cours d' opérationnalisation

HyTECH Imaging

Exploitation opérationnelle

- ✓ **Planification des vols**

- ✓ **Autorisations de vol**
  - ✓ **DGAC**
  - ✓ **Préfecture**
  - ✓ **Autorités militaires**

⇒ **Nécessite compétences préparation de travail aérien**

- ✓ **Discussions en cours sur l'évolution Législation / Usages pour travail en zone côtière / maritime**

HyTECH Imaging

Déploiement des services FlySpec-UAV®

HyTECH Imaging

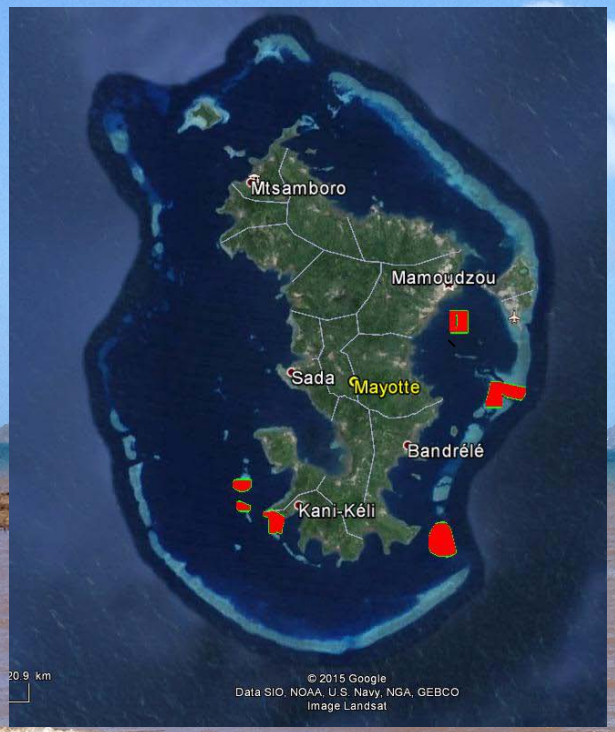
delair-tech AIRBORNE SENSORING

- ✓ **Déploiement France + International**

Soutien : Agence des aires marines protégées

- ✓ **Business model :**
  - ✓ **Coût à la journée**
  - ✓ **Déploiement national par maillage territoire**
    - ⇒ **Pas de frais de mobilisation**
  - ✓ **Déploiement international**
    avec coûts de mobilisation = f (pays)

Exemple de déploiement opérationnel : Cartographie récifs coralliens lagon Mayotte



5 jours de campagne
12-16/10/2015

Echantillonnage
Mbouzi, Passe en S,
Saziley, Ngouja

VT
74 stations
Description des habitats

Librairie spectrale
72 cibles
394 spectres

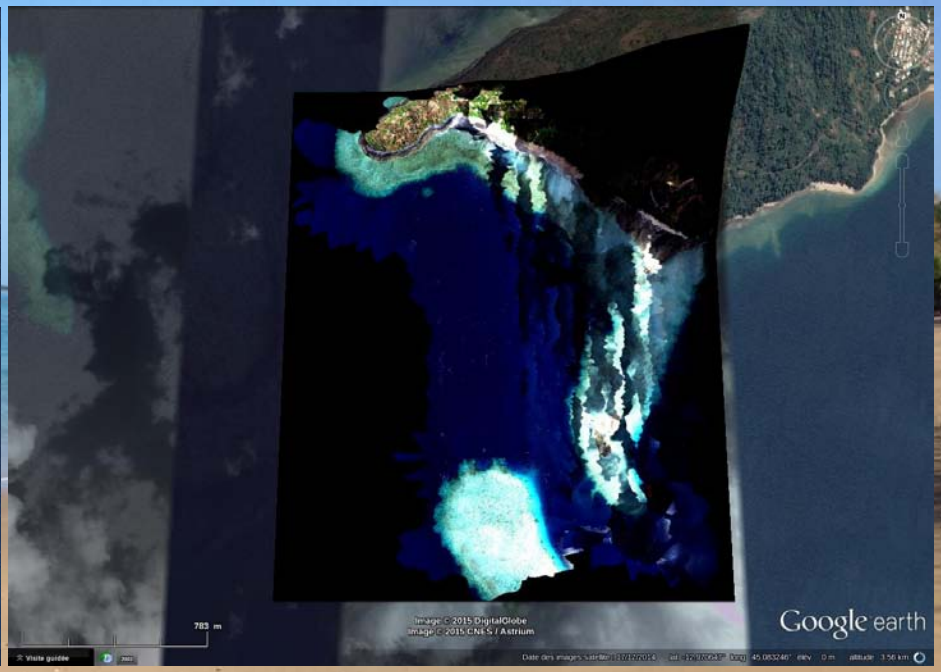
HyTECH Imaging

Caractéristiques des vols

Zone	Surf. Carto [km^2]	Tps de vol	Dist. parcourue [km]	Nombre de lignes de vol	Volume des données brutes [Go]
Ngouja	2,87	1h46min	~100	54	242
Passe en S (zone Est)	2,02	1h40min	~100	66	147
Passe en S (zone Ouest)	2,46	1h34min	~90	40	147
Mbouzi	3,06	1h31min	~93	34	181

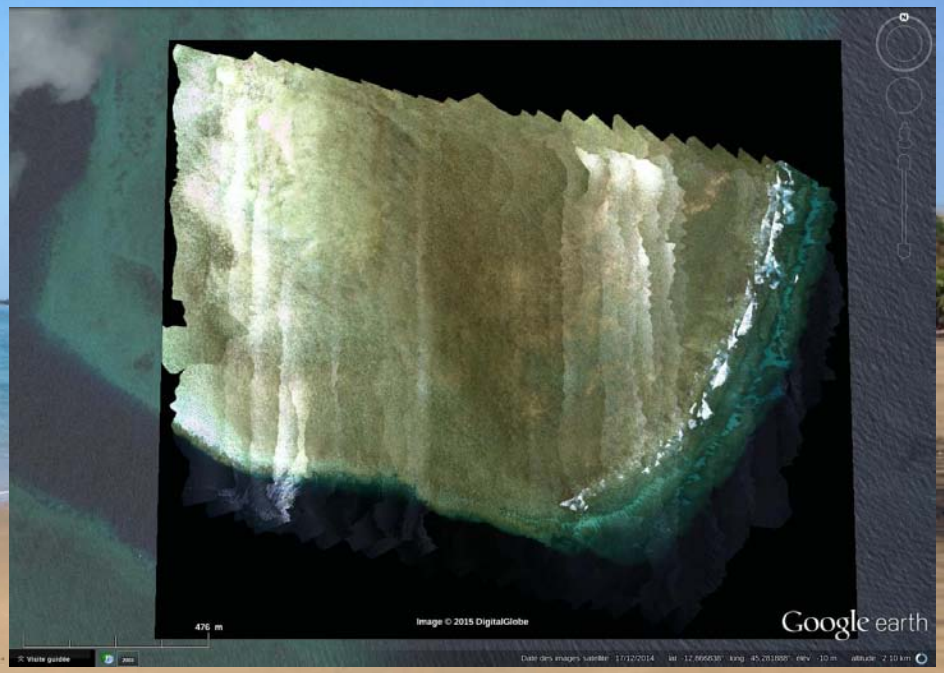
HyTECH Imaging

Quicklook Ngouja, 54 lignes de vol



HyTECH Imaging

Quicklook Passe en S Nord, 66 lignes de vol

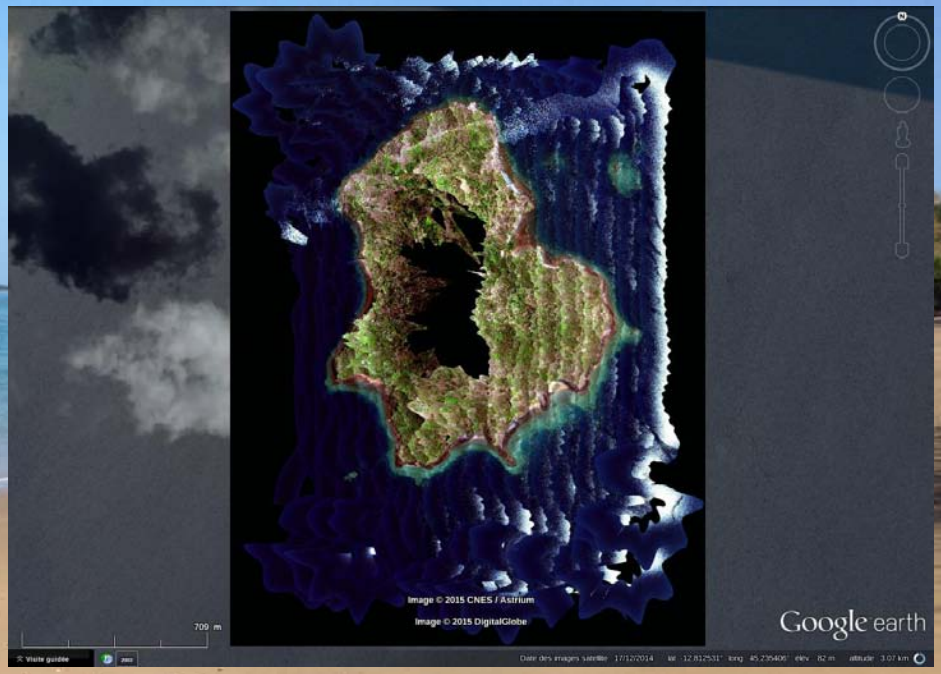


HyTECH Imaging

Quicklook Passe en S Sud, 40 lignes de vol

HyTECH Imaging

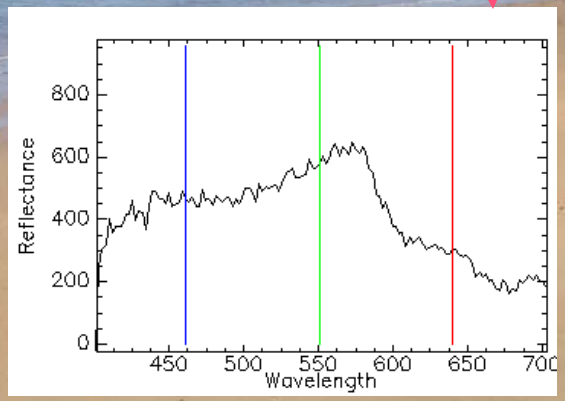
Quicklook Mbouzi, 34 lignes de vol



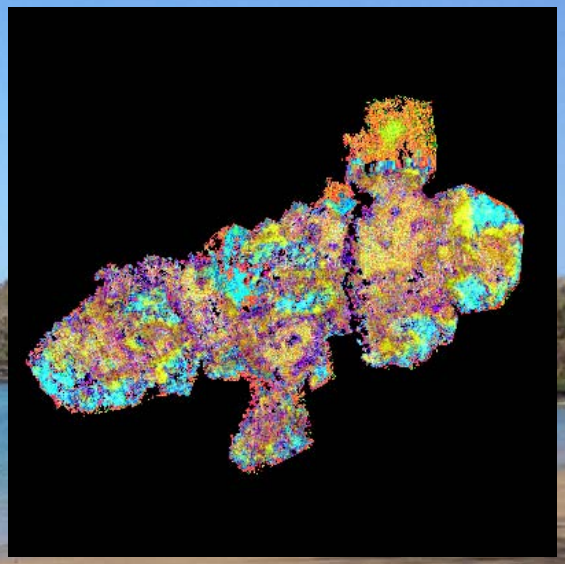
HyTECH Imaging

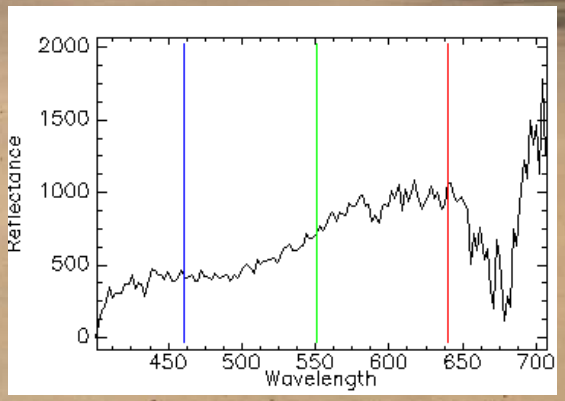
Prétraitement SWIM® opérationnel: Réflectance du fond

Réflectance de surface



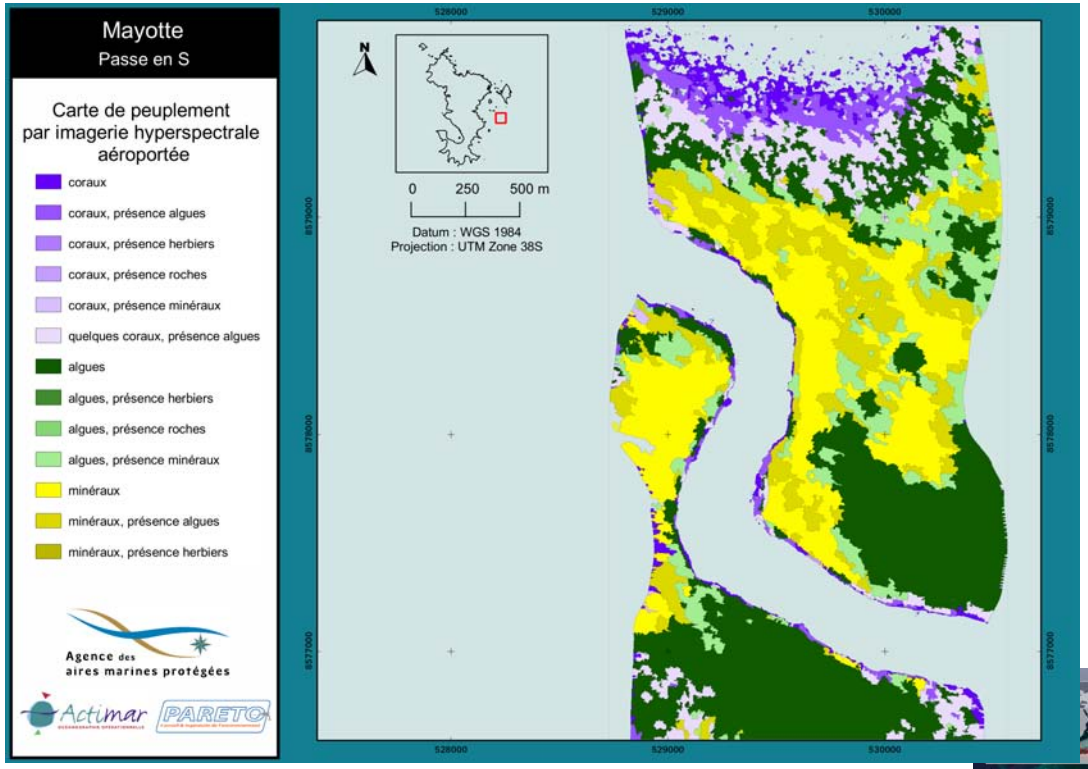
Réflectance du fond

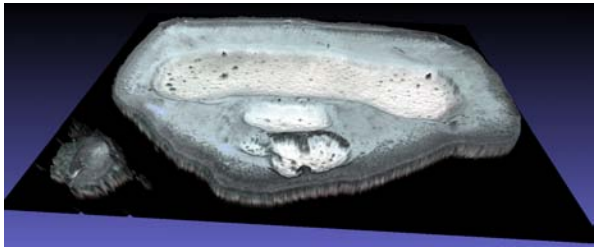




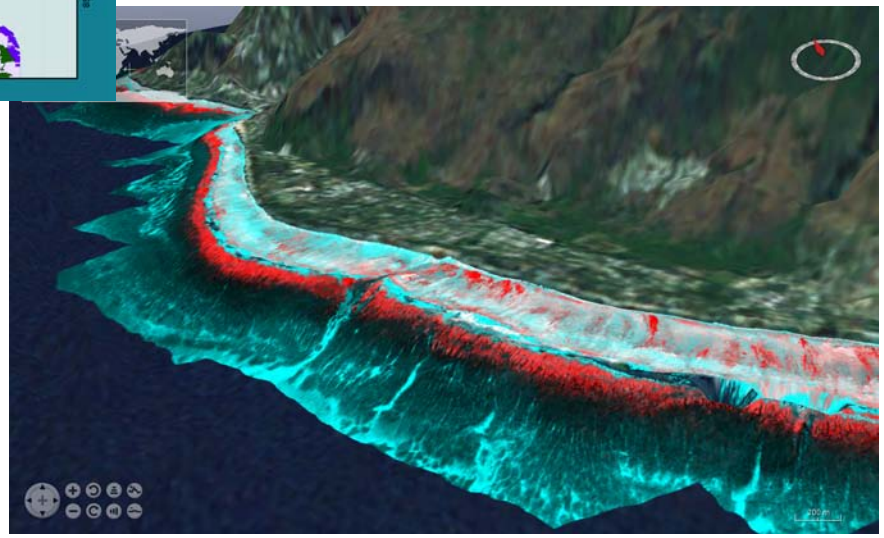
HyTECH Imaging

Applications carto des fonds / Modèles 3D



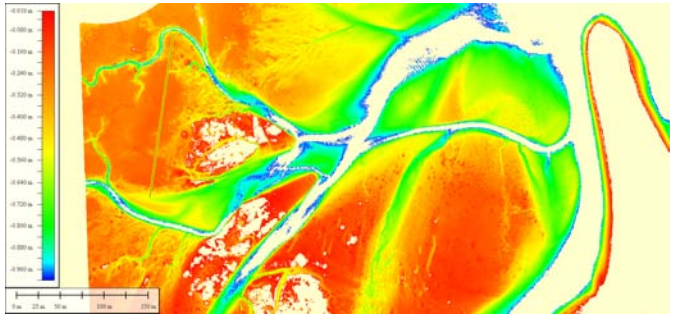


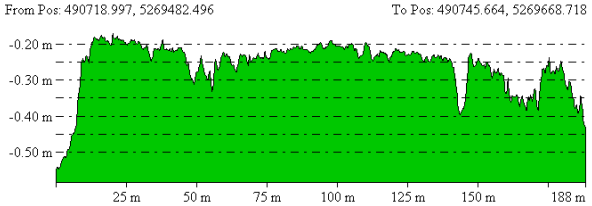
Agence des aires marines protégées



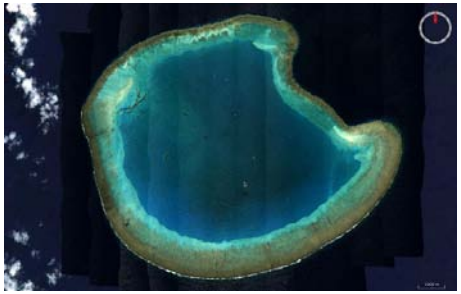
HyTECH Imaging

Applications monitoring d'habitats

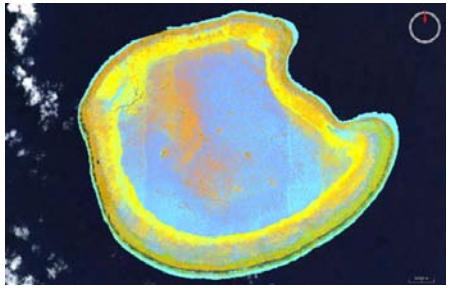




Agence des aires marines protégées



parc naturel marin Iroise

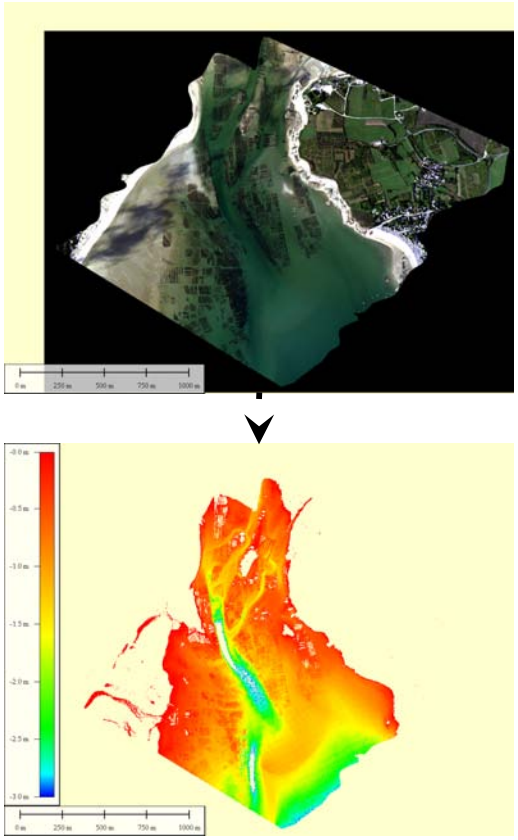


Estimation de biomasse algale

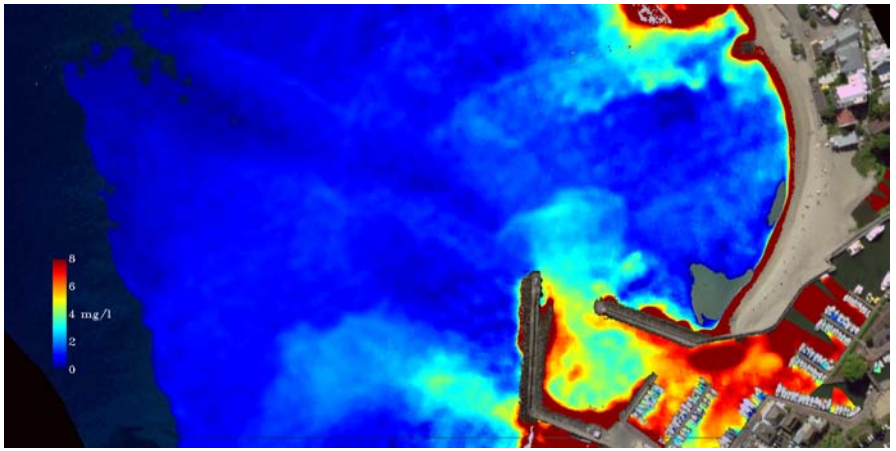
Cartographie habitats / récifs coralliens

HyTECH Imaging

Applications bathymétrie / hydrographie / turbidité



Cartographie bathymétrique / hydrographie



Monitoring turbidité

HyTECH Imaging

SERVICE HYDROGRAPHIQUE ET OCÉANOGRAPHIQUE DE LA MARINE - FRANCE - SHOM

DGA

Conclusions

- ✓ Capitalisation d'expérience
  - ✓ Benchmarks solutions techniques
    - ✓ Vecteurs, capteurs, systèmes inertiels, intégration, synchro…
  - ✓ Benchmark capacités opérationnelles
    - ✓ Discussions avec autorités civiles et militaires, mise en place de protocoles de vol spécifiques, en particulier sur zones restreintes (dont D18A Ouest France)
    - ✓ Validation mission opérationnelle Mayotte
      - ✓ Alt 150m / Distance 10km / Poids 15kg / Autonomie 2h
      - ✓ 1 semaine de vols

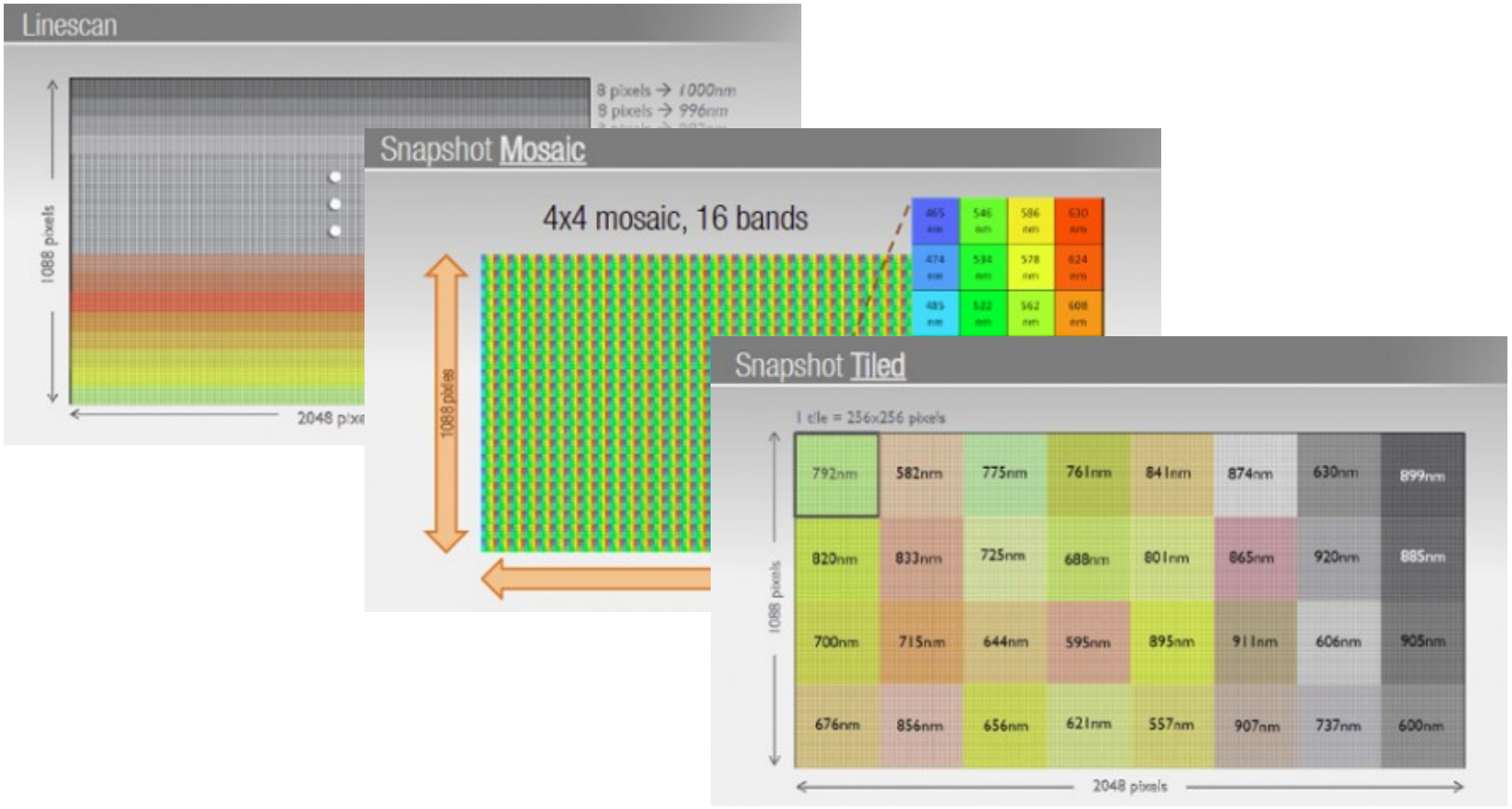
HyTECH Imaging

Perspectives

- ✓ **La mise en place du service FlySpec-UAV® vise la "démocratisation" de l'accès aux images hyperspectrales pour :**
  - ✓ **Programmes de recherche**
  - ✓ **Développement d'applications opérationnelles à partir d'images hyperspectrales**

    ex. outils de monitoring Parcs Marins, soutien AAMP
  - ✓ **Complémentarités avec images aéroportées (avion) et satellitaires pour monitoring environnemental (multitemporel)**

MERCI DE VOTRE ATTENTION



S1 : 150m / 200 m / 25kg / vue
S2 : 50m / 1km / 25kg
S3 : 150m / 100m / 4 kg / vue / peuplé
S4 : 150m / illimité / 2kg

HyTECH Imaging