

# HYPERBERRE

## Cartographie des herbiers de zostères de l'Etang de Berre par imagerie spectrale aérienne

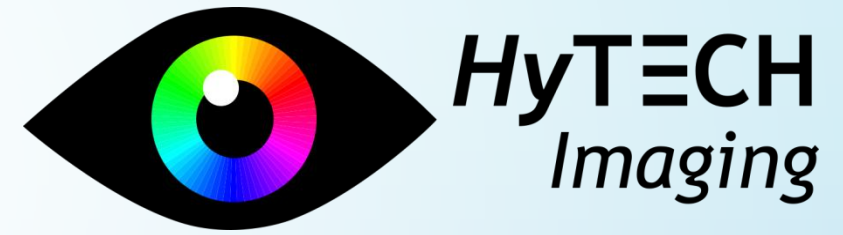
Marc Lennon<sup>1</sup>, Vincent Faure<sup>2</sup>

Nicolas Thomas<sup>1</sup>, Tristan Petit<sup>1</sup>, Nicolas Mayot<sup>2</sup>

<sup>1</sup> SAS Hytech-imaging, Brest

<sup>2</sup> GIPREB, Berre-l'Etang

04/09/2018



*Transforming light into information*



# Hytech-imaging

Activité :

**Développement des usages de l'imagerie spectrale**

Ambition

**Devenir un acteur majeur de l'imagerie spectrale à l'échelle globale**

Création :

**Juin 2016** / croissance rapide / auj. 5 ingénieurs + stagiaires



Quelques références clients en cours :

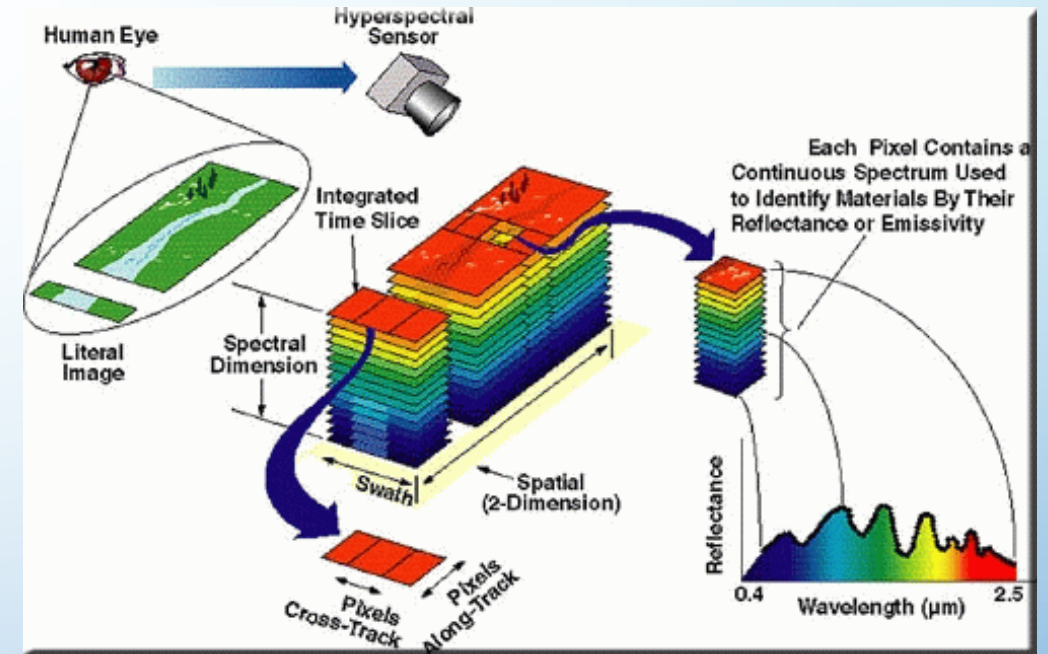


# Qu'est-ce que l'*imagerie spectrale* ?

**Image spectrale** (ou « hyperspectrale » / multispectrale)

= image du **spectre de la lumière reçue** pour chaque pixel

⇒ Caractérisation de la « couleur »  
par 3 valeurs Rouge Vert Bleu (imagerie couleur classique)  
étendue à des **centaines de valeurs** (imagerie spectrale)



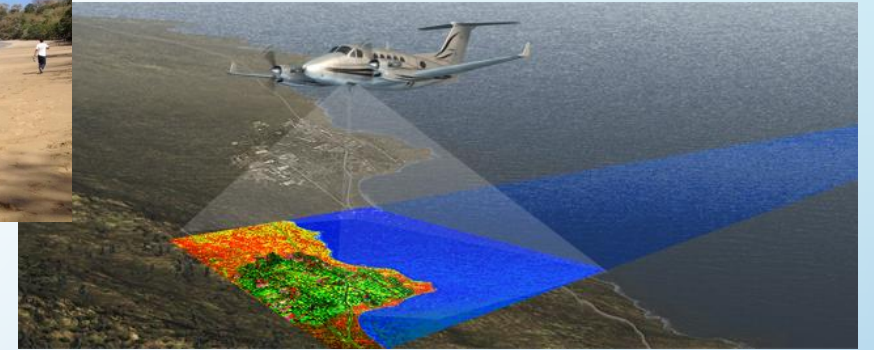
⇒ Spectre = « **empreinte numérique** » porteuse d'une grande quantité d'information par pixel

⇒ Imagerie spectrale permet : **détection, identification, quantification spatialisée** de paramètres biophysiques / biochimiques

# Structuration des activités

- **Services FlySpec®**

⇒ Acquisition de données



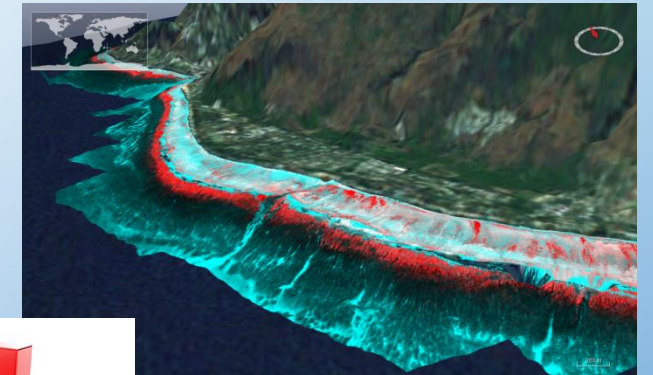
- **Services Hyp-Analytics®**

⇒ Traitement de données / Extraction d'information



- **Développement de P/S thématiques innovants**

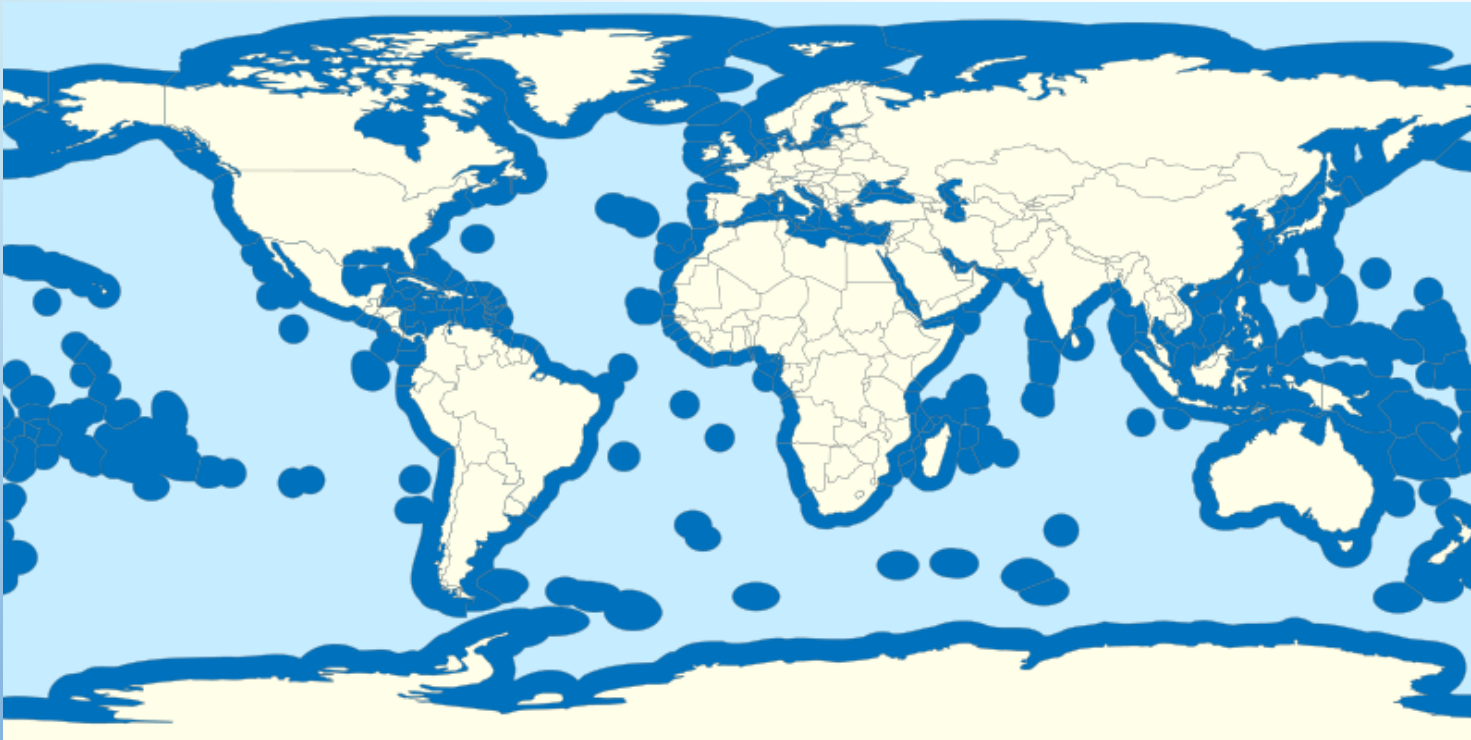
dans différents domaines d'applications



# Notre vision : les Bmaps

## Benthic and Bathymetry maps in shallow waters

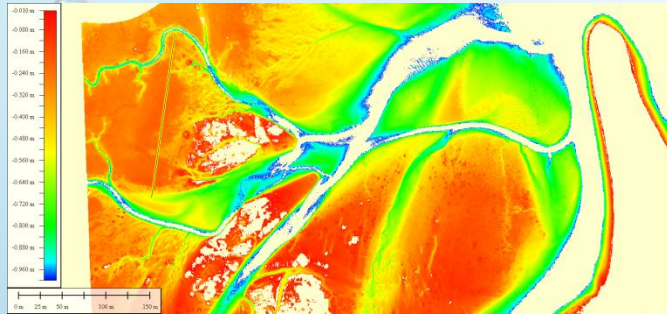
Cartographie de la zone de petits fonds 0-20m à l'échelle globale



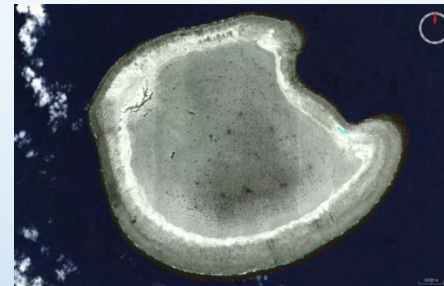
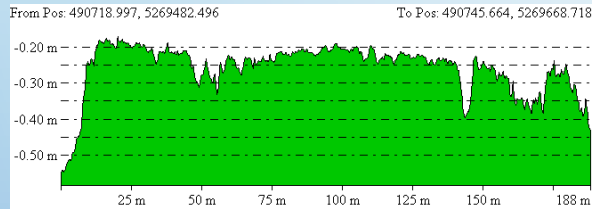
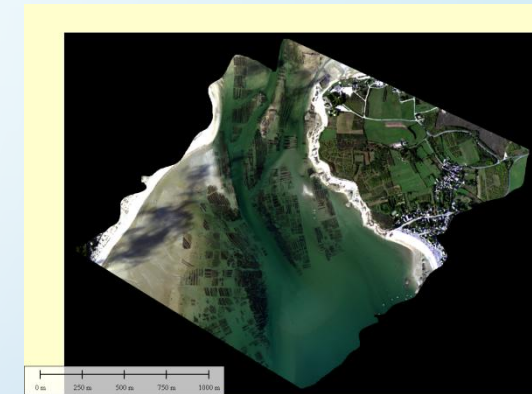
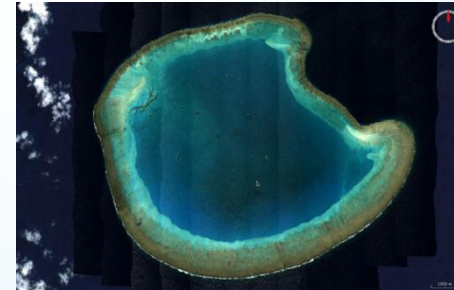
**Bmap-SAT** : from SATellites

**Bmap-AIR** : from AIRborne platforms

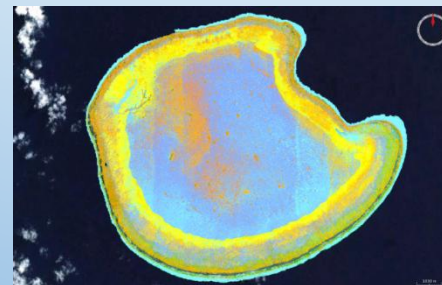
# Exemples de Bmaps issues de SWIM<sup>®</sup>, une innovation de rupture en cartographie côtière à partir d'images hyperspectrales



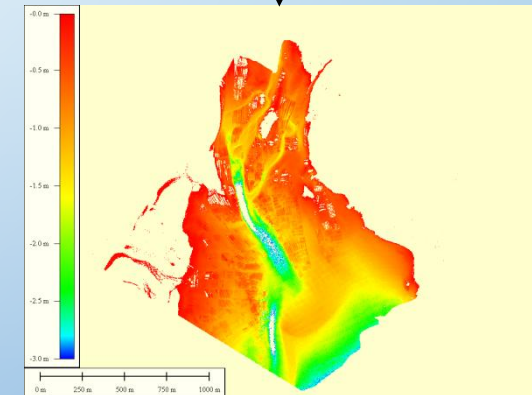
AGENCE FRANÇAISE  
POUR LA BIODIVERSITÉ  
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



**Estimation de biomasse algale**



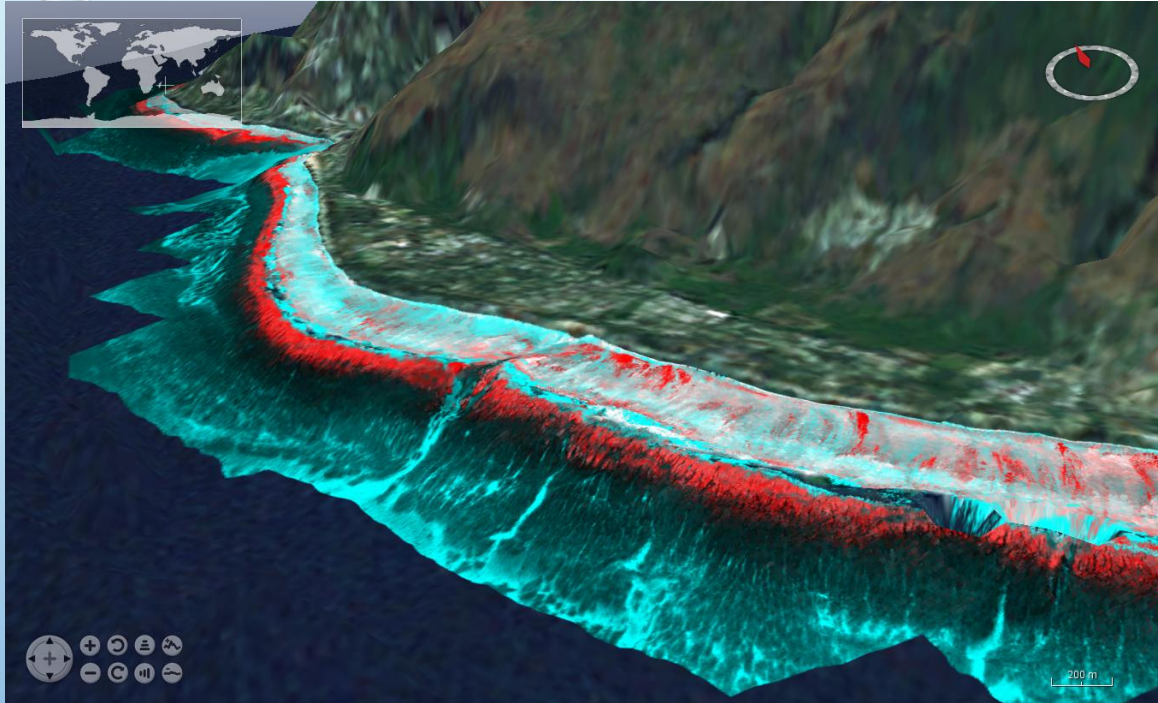
**Cartographie habitats /  
récifs coralliens**



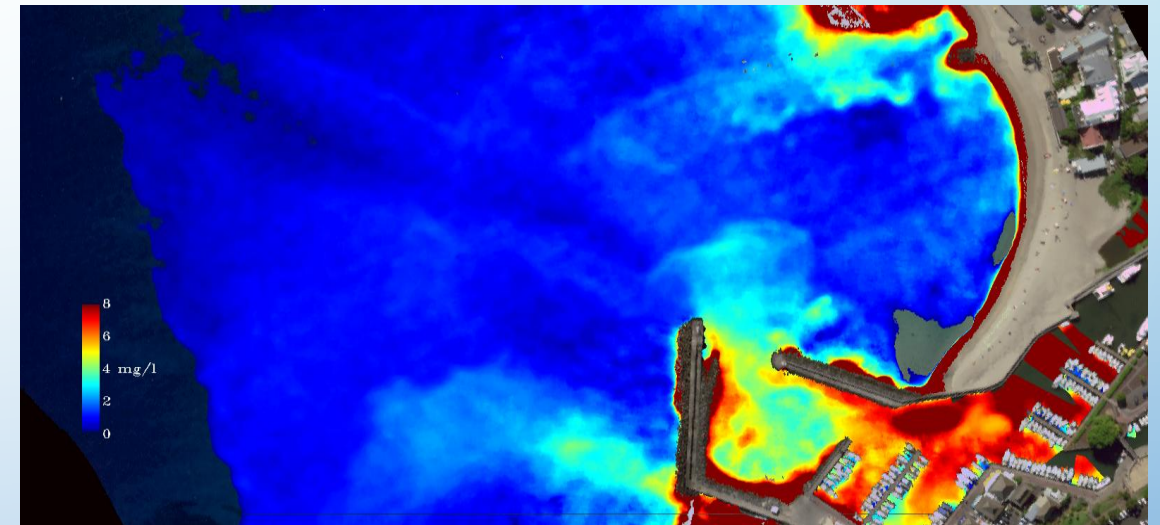
**Cartographie bathymétrique /  
hydrographie**



# Exemples de Bmaps issues de SWIM<sup>®</sup>, une innovation de rupture en cartographie côtière à partir d'images hyperspectrales



**Ile de La Réunion**  
**Cartographie 3D du lagon**



**Cartographie turbidité**  
**Sortie de port**

AGENCE FRANÇAISE  
POUR LA BIODIVERSITÉ  
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

# Projet HYPERBERRE

Appel à projet « biodiversité » 2016



**Production automatisée de cartes d'herbiers de zostères  
sur l'Etang de Berre par imagerie spectrale aérienne**

Complémentarité des compétences

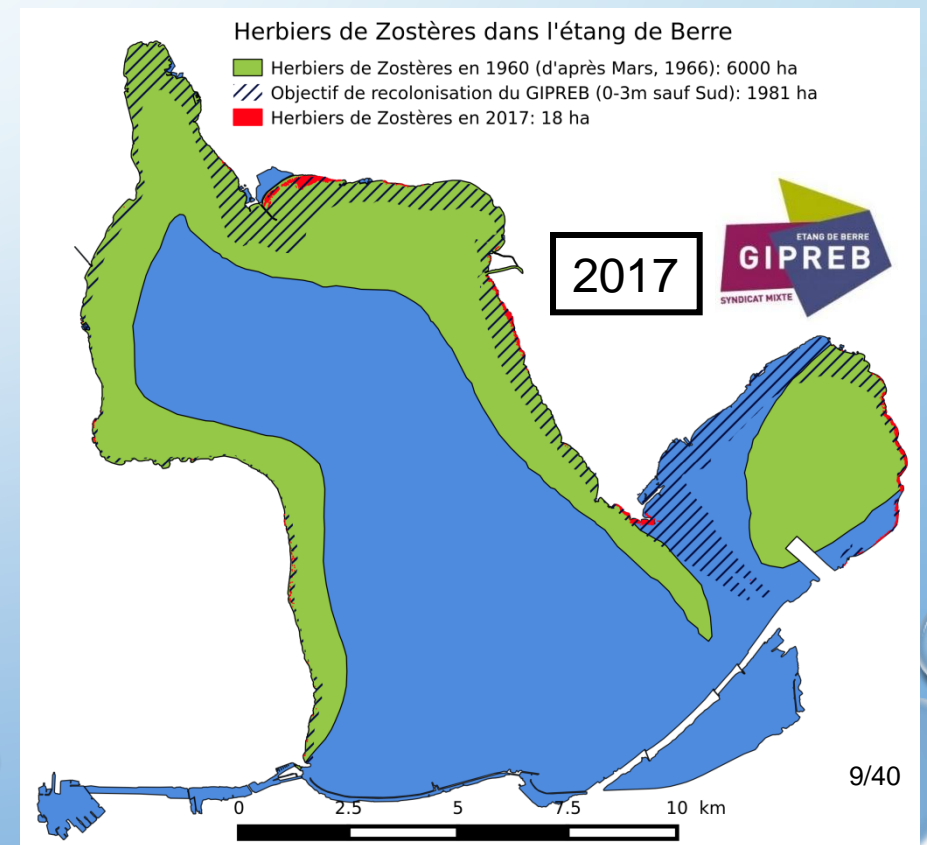
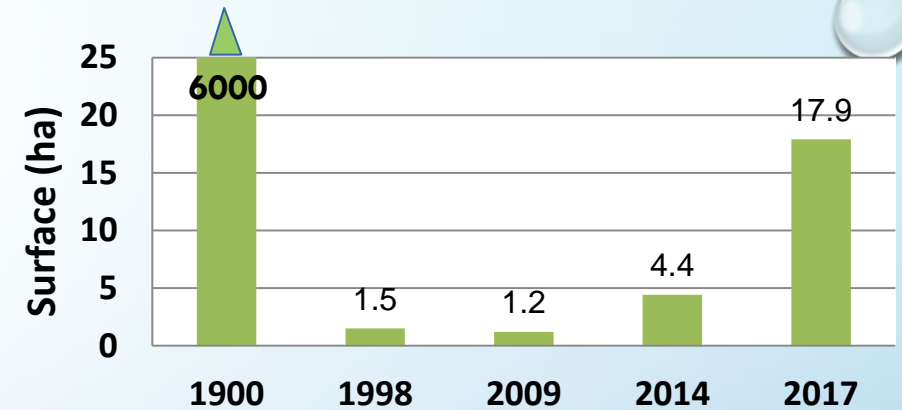
Hytech-imaging / GIPREB





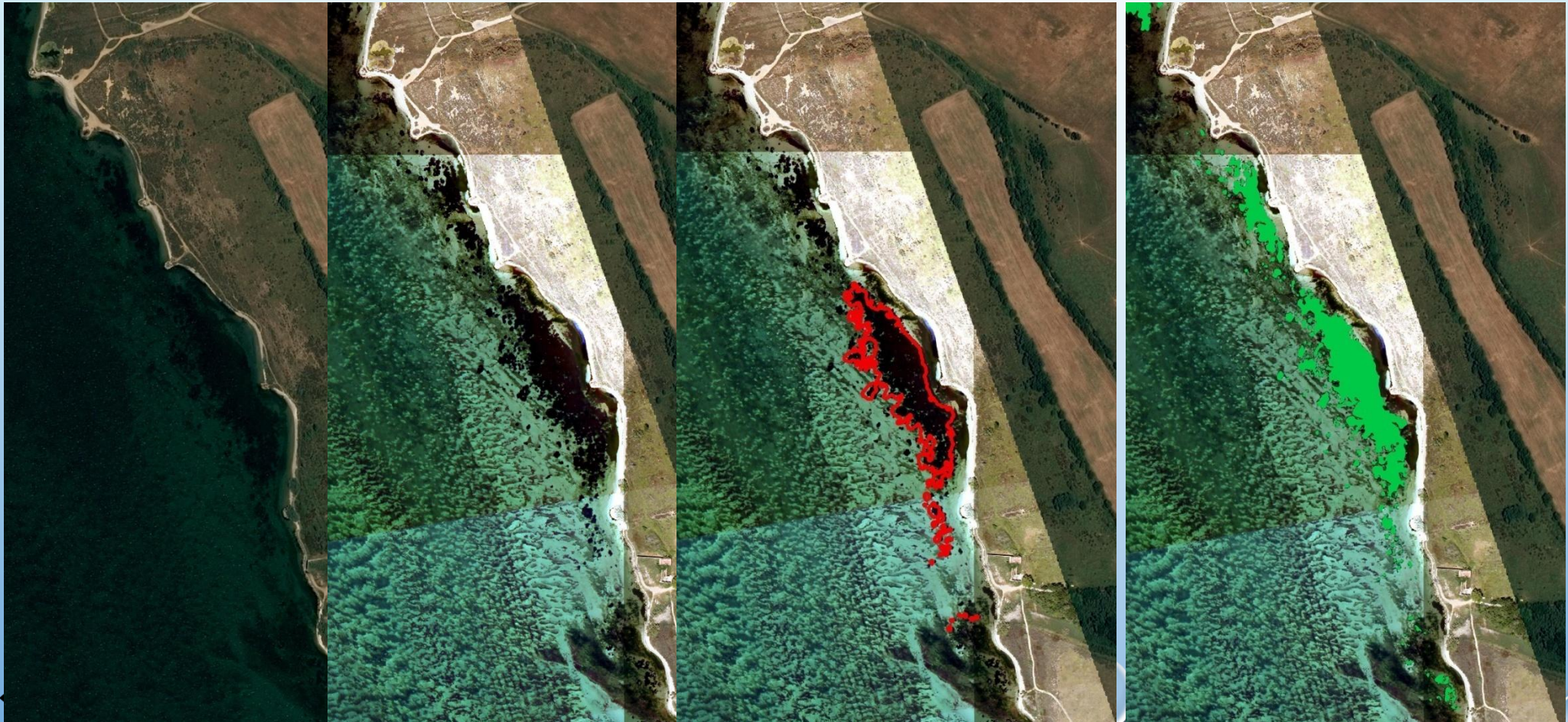
# Etang de Berre : le contexte

- Quasi disparition des herbiers de zostères dans l'étang de Berre dans les années 2000
- Progression de la surface observée sur la frange littorale depuis 2014
- Besoin de connaissance et de suivi des étendues spatiales des herbiers à l'échelle de l'étang pour la compréhension de leur dynamique et la mise en place d'actions de restauration



# Etang de Berre : cartographie sur orthophotos

Les suivis des surfaces d'herbiers sont suivis par le GIPREB par **contourage manuel** d'orthophotos aérienne ou satellite et de **nombreuses plongées « vérité terrain »**



*Photo satellite*

*Photo aérienne*

*Vérités Terrain*

*Cartographie finale*



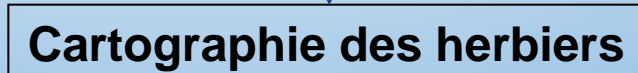
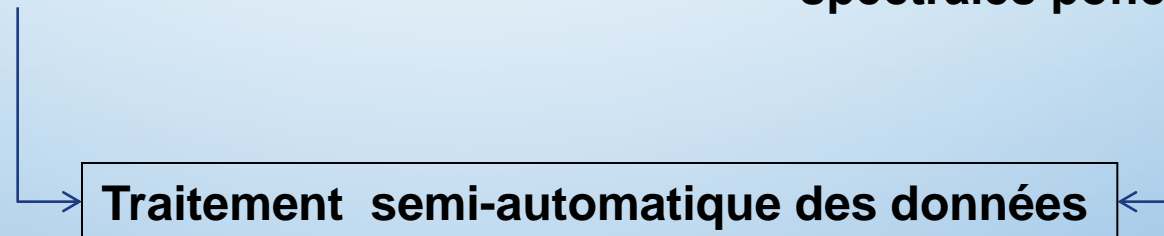
# Méthode proposée HYPERBERRE



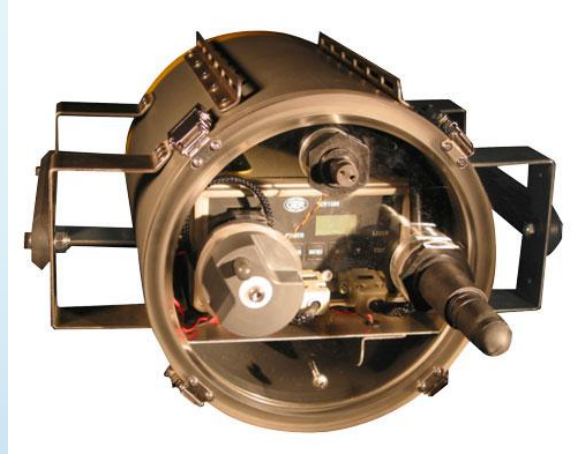
Acquisition d'images spectrales aériennes



Acquisition d'une librairie de mesures spectrales ponctuelles dans l'eau



# Librairie spectrale : instrumentation



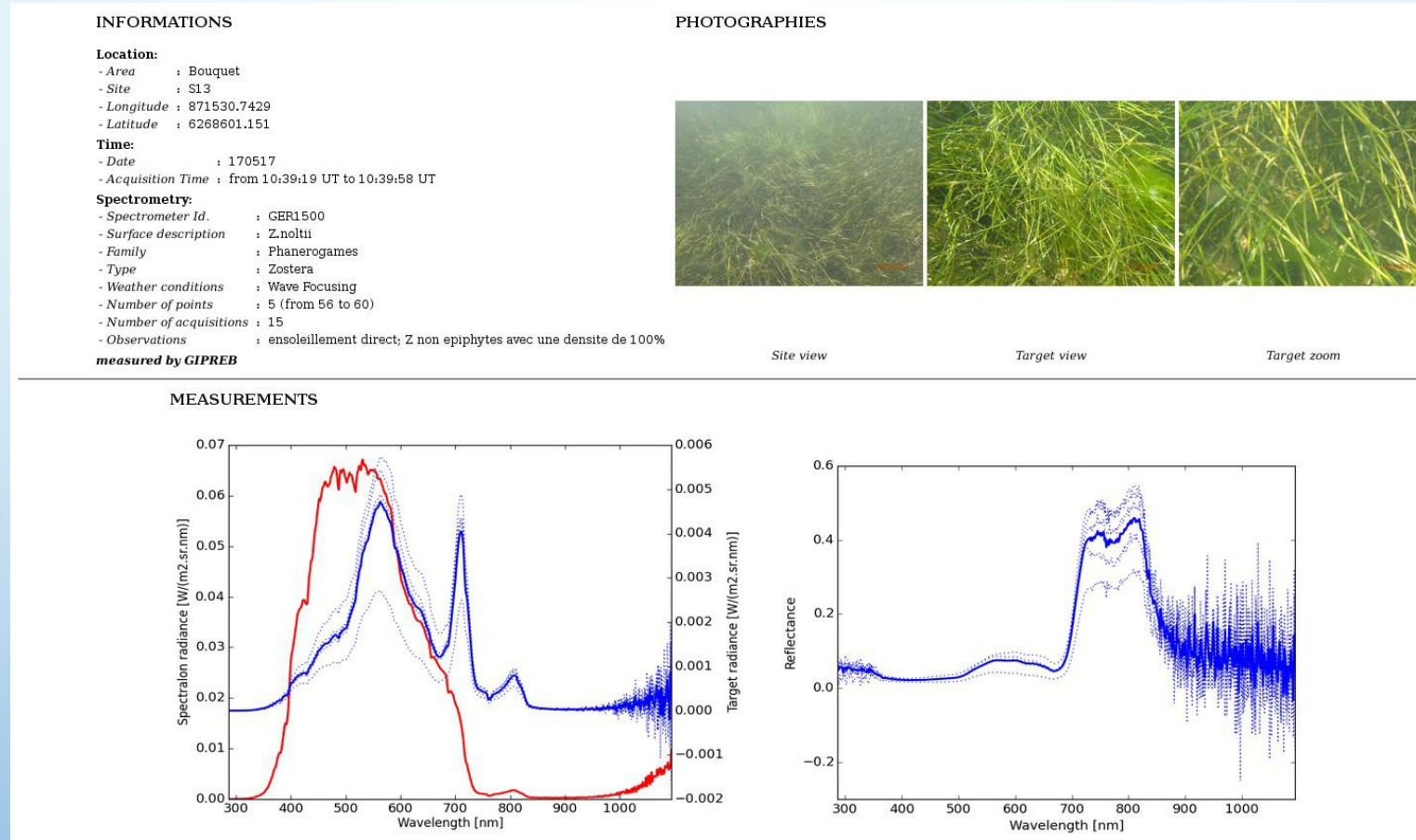
**Spectroradiomètre GER-1500 en caisson étanche**

Module	Détecteur	Gamme spectrale	Résolution spectrale	Nb bandes
GER-1500	Si photo diode	0.35 – 1.05 um	3.2 FWHM	512



**Plongées GIPREB**

# Librairie spectrale : contenu



## Exemple de fiche Zostera noltii

# Librairie spectrale : contenu

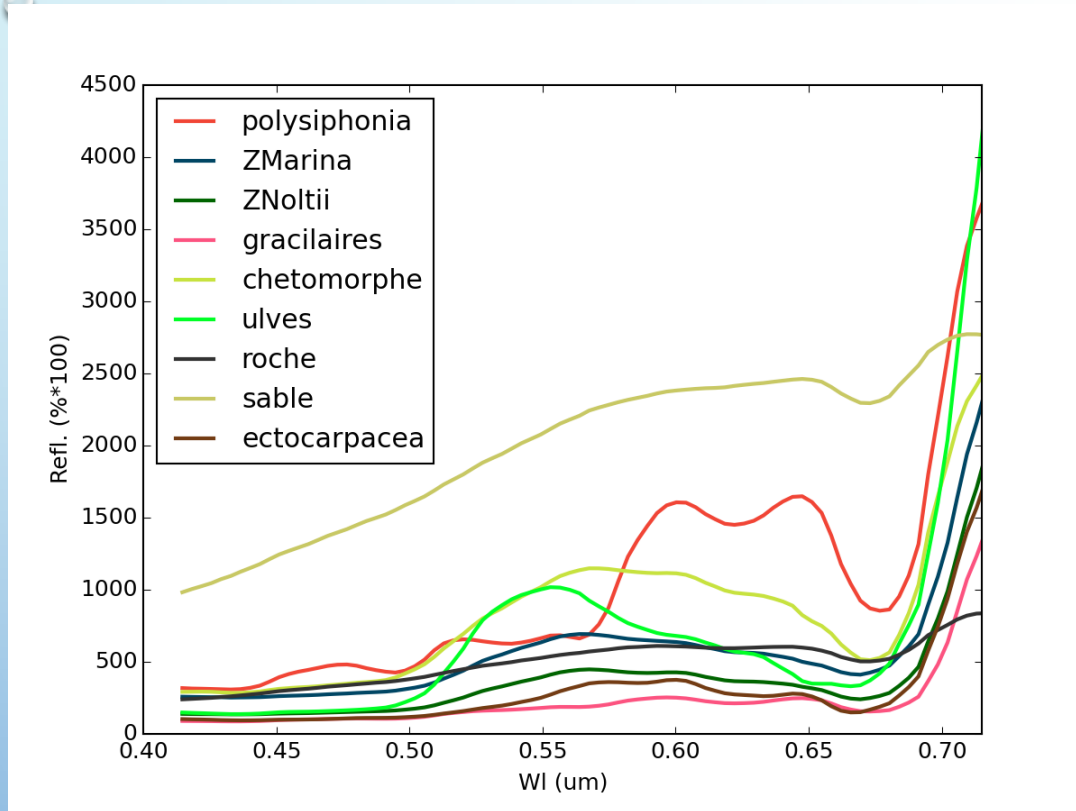
Peuplement/Substrat	Nombre de spectres
Chetomorpe	5
Ectocarpacea	13
Gracilaires	28
Polysiphonia	20
Roche	16
Sable	39
Ulves	22
Zmarina	18
Znoltii	38
<b>TOTAL</b>	<b>199</b>

**60 entrées dont 40 cibles pures**

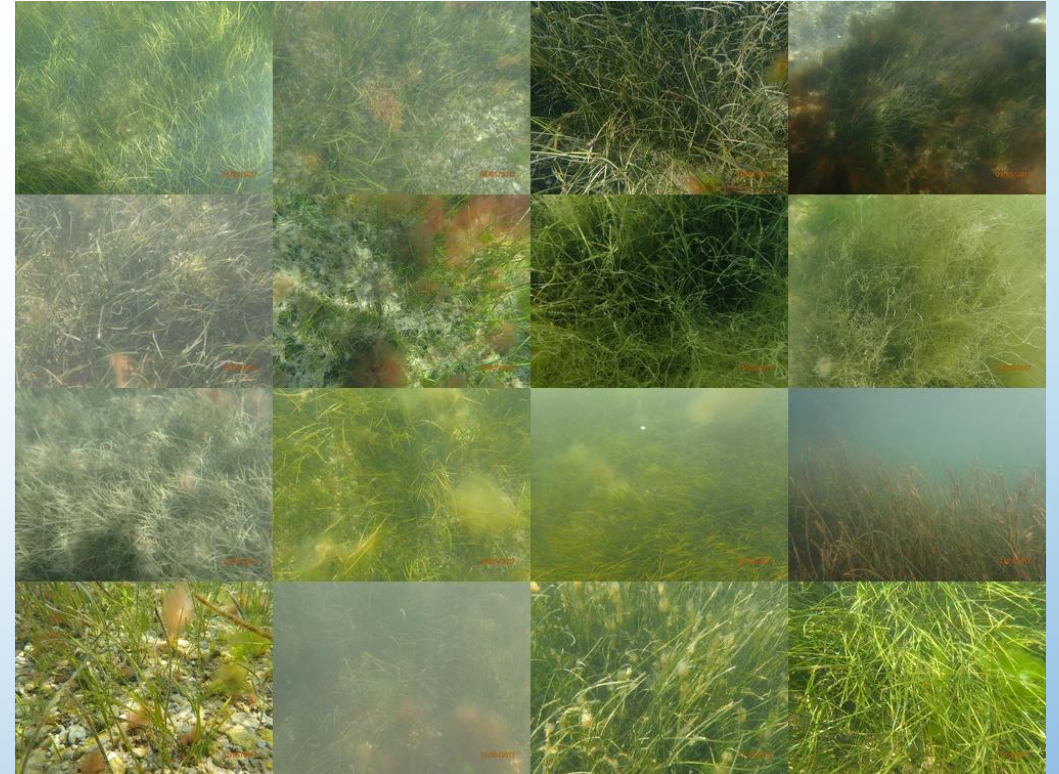
**~200 spectres**

**Substrats, algues (rouges, vertes, brunes), herbier**

# Librairie spectrale : contenu

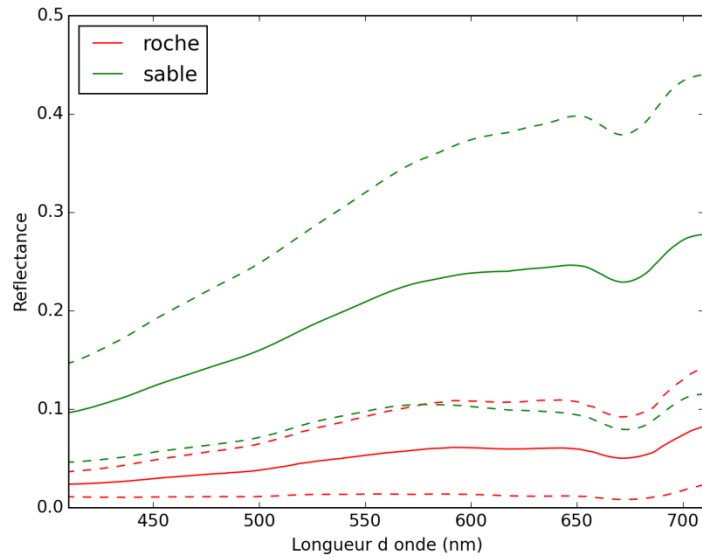


**Spectres moyens**  
**Substrats, algues, herbier**

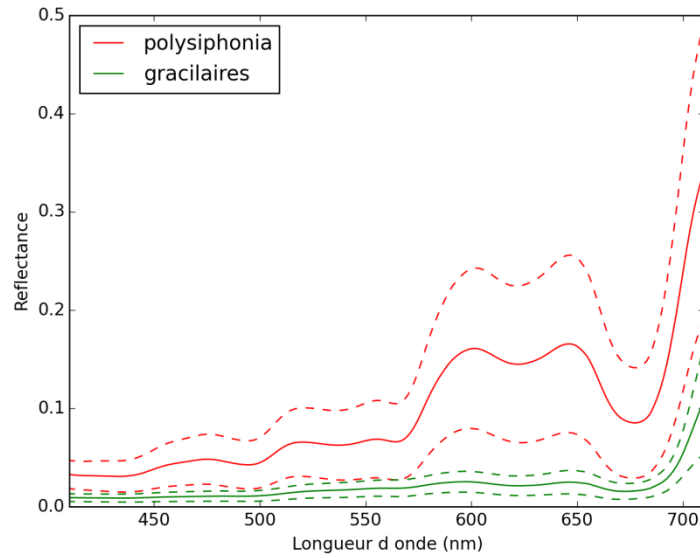


**Diversité observée sur les herbiers**

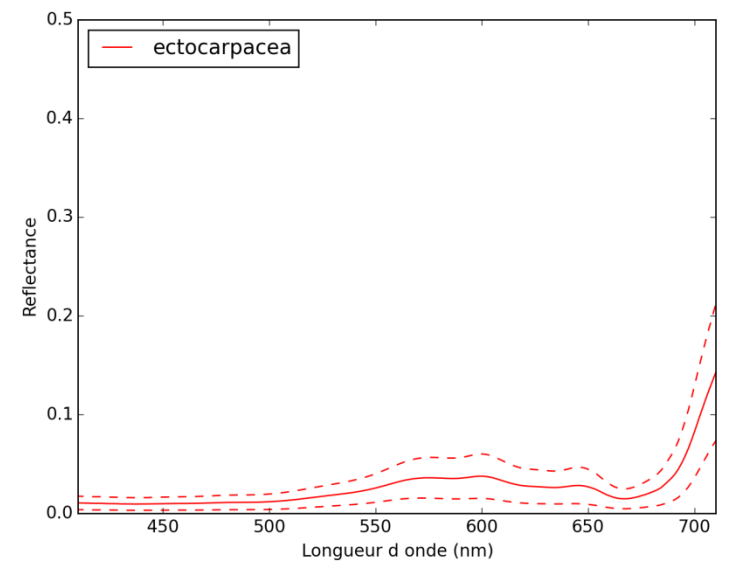
# Librairie spectrale : contenu



**Substrats**



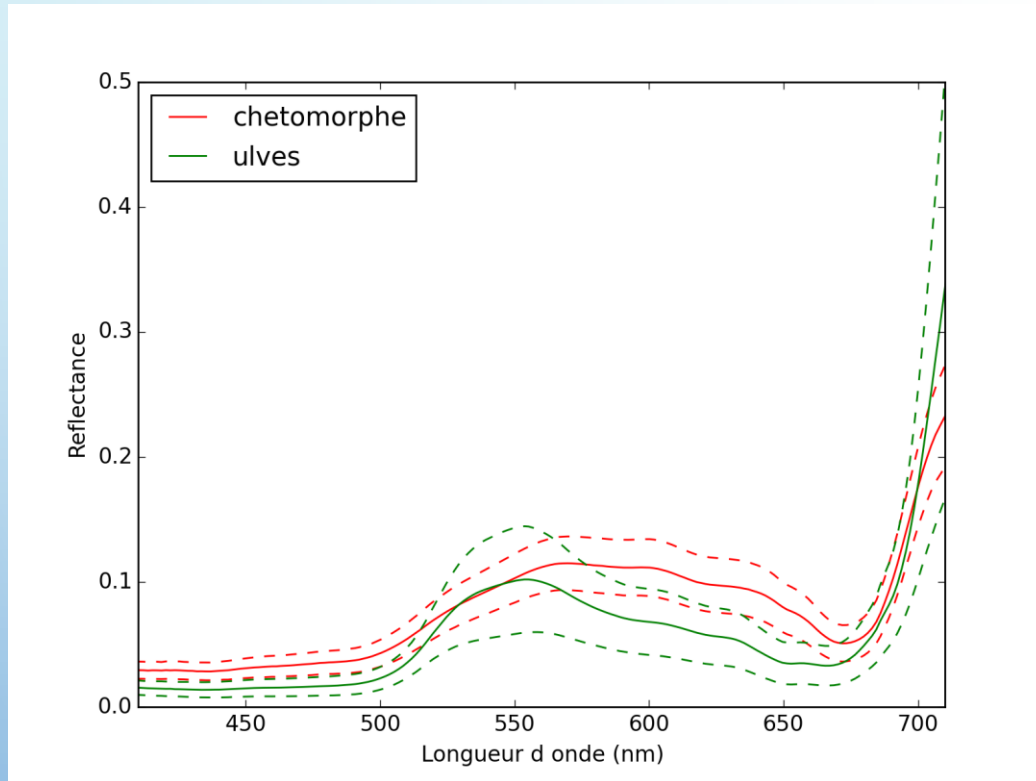
**Algues rouges**



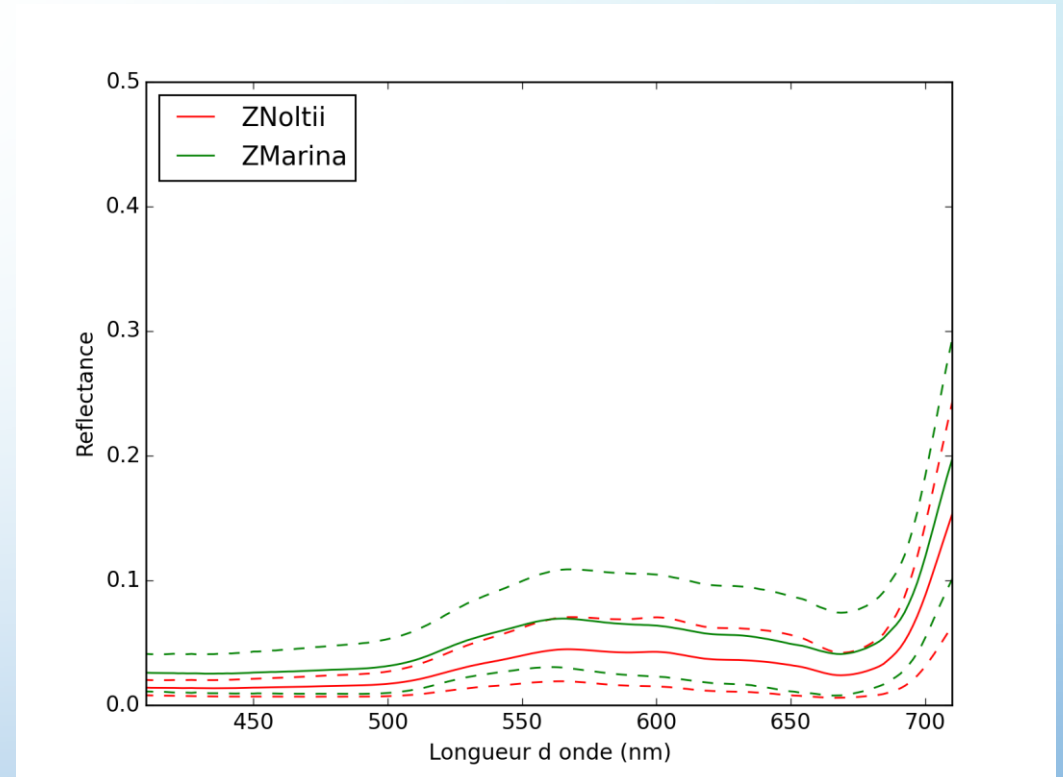
**Algues brunes**



# Librairie spectrale : contenu



**Algues vertes**

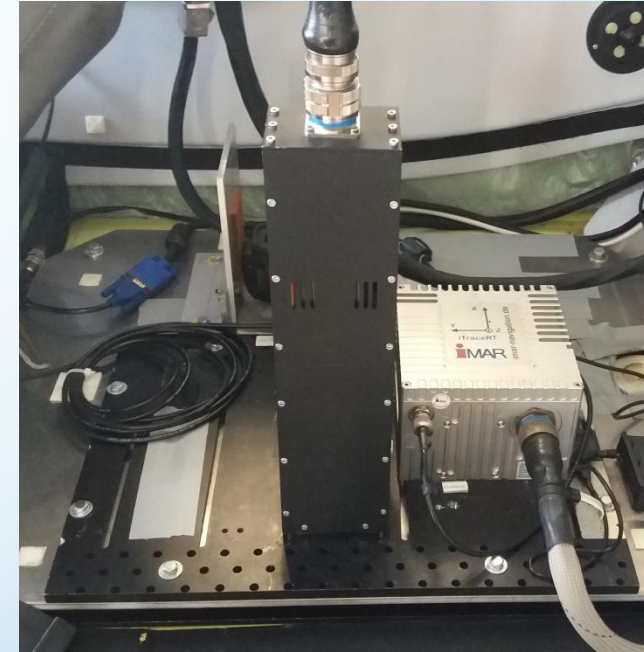


**Herbiers**

# Levés aériens : instrumentation



Vols Hytech



Capteur imageur hyperspectral  
Hypsplex-VNIR1600

Module	Détecteur	Pixels spatiaux	FOV across-track	iFOV across / along-track	Gamme spectrale	Résolution spectrale	Echantillonnage spectral	Nb bandes spectrales	Dynamique	Vitesse acquisition max.
VNIR-1600	Si CCD	1600	17°	0.18 / 0.36 mrad	0.4 – 1 um	4.5 FWHM	3.7 nm	160	12 bit	120 fps

# Levés aériens : plans de vol Zone 0-3m

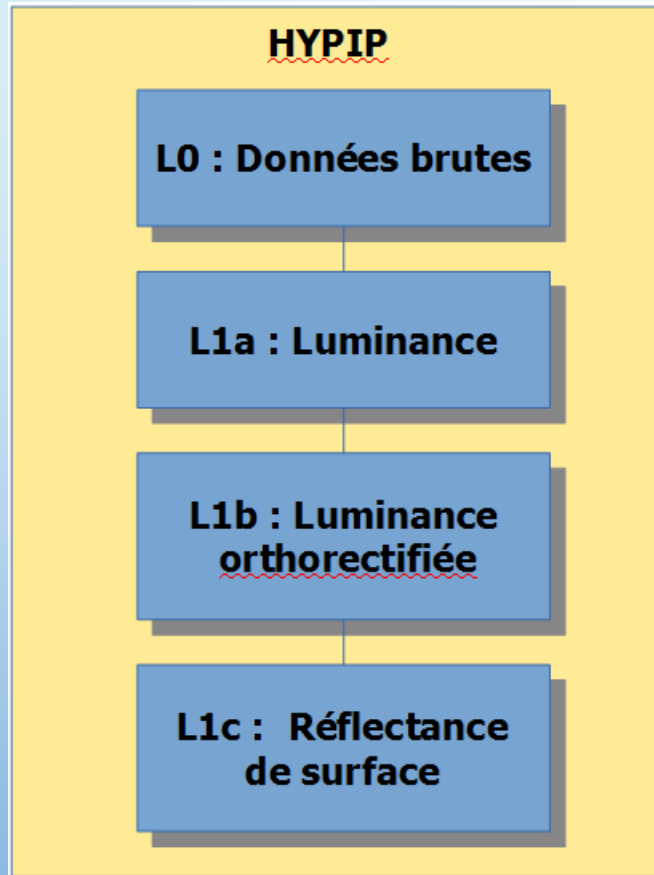


**Levés à 1m de résolution  
08 et 09 juin 2017**



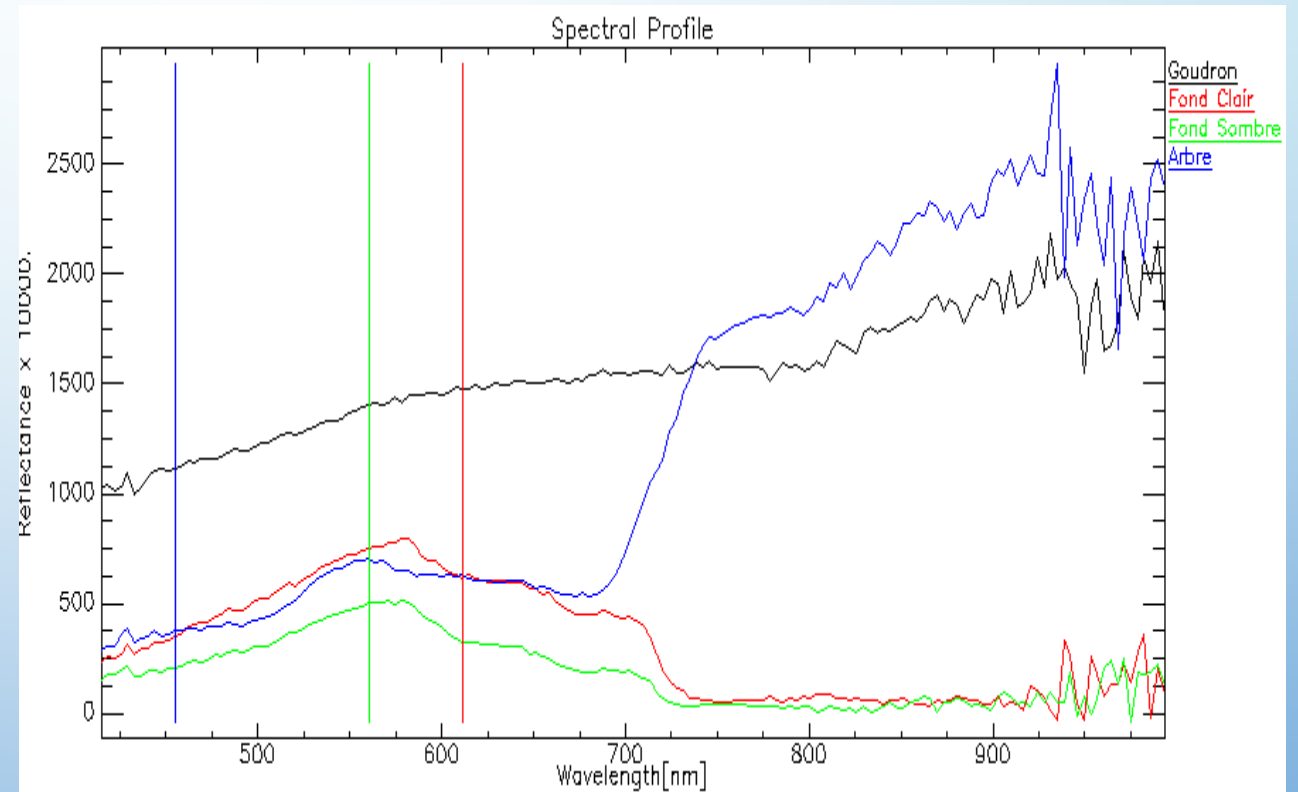
**Levés à 0,5m de résolution  
09 et 10 juin 2017**

# Traitement des données : HYPIP®

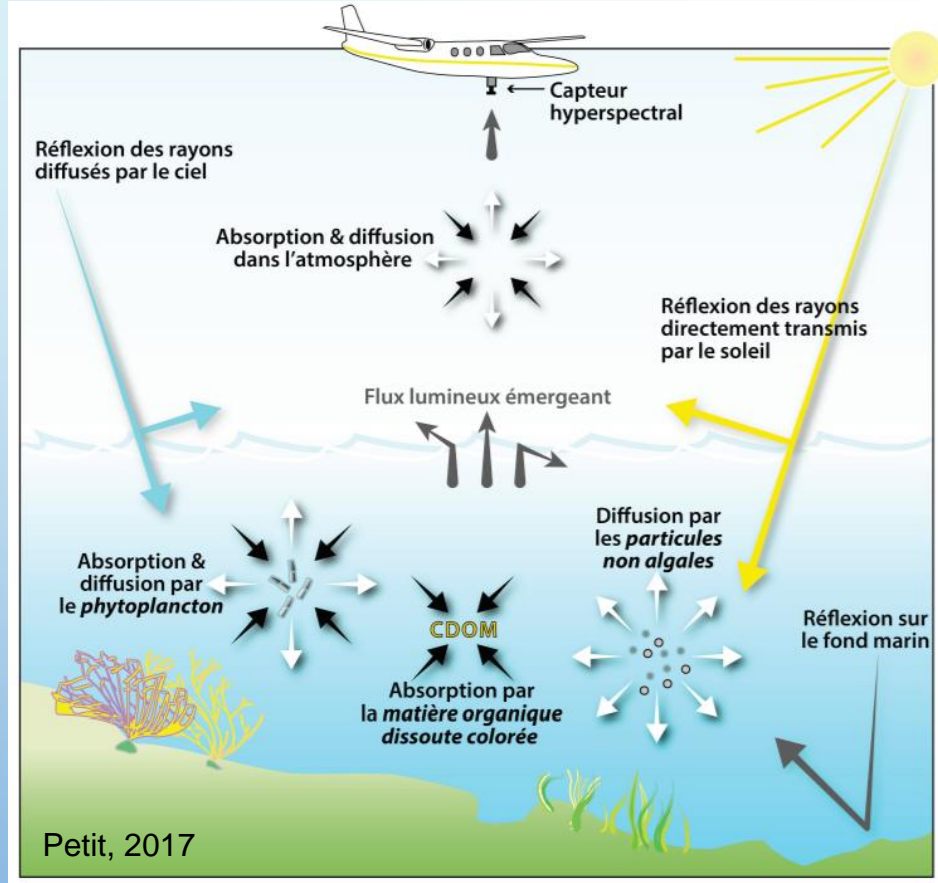


## Passage en Réflectance de surface

**HYPIP®**



# Traitement des données : SWIM<sup>®</sup>

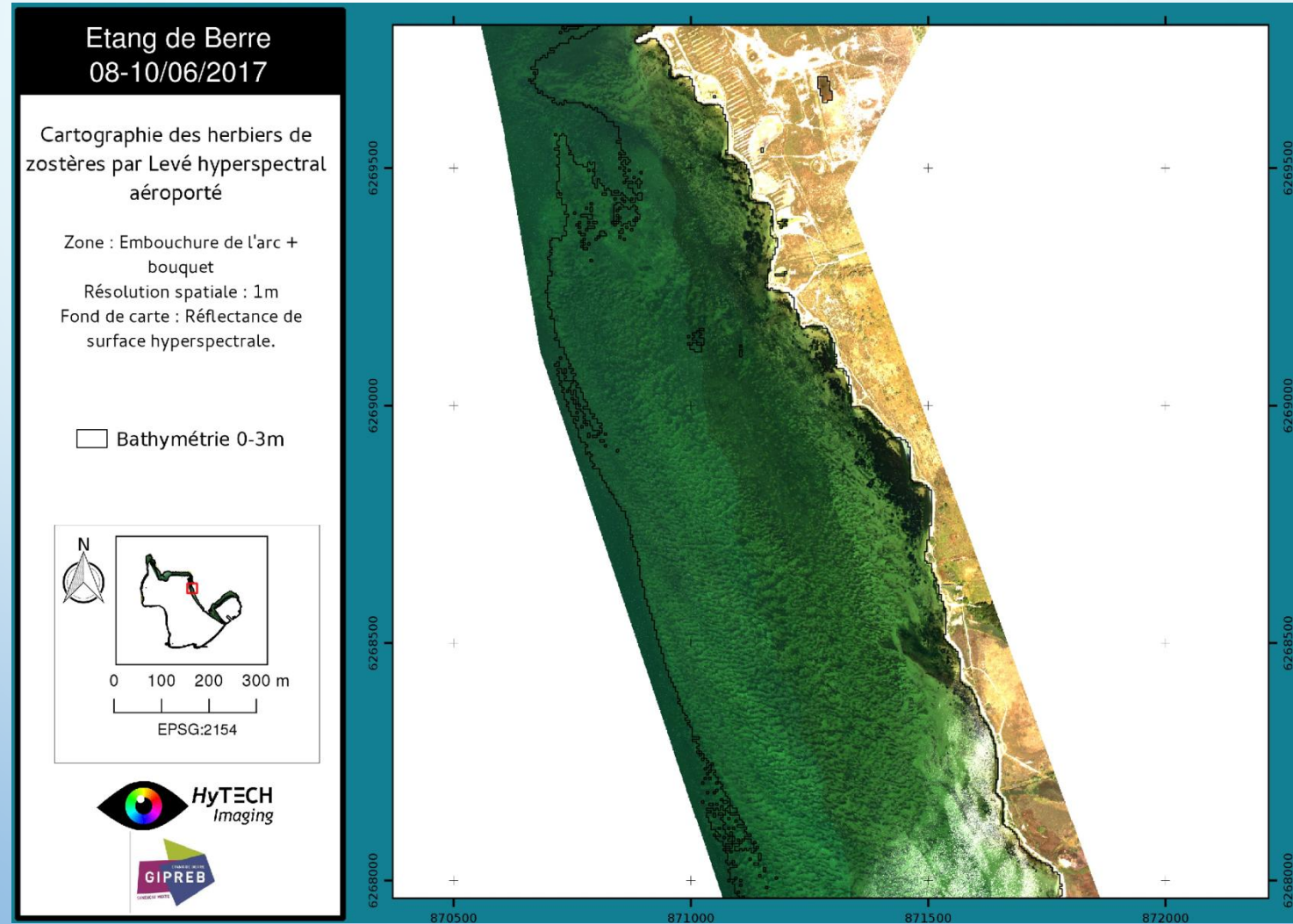


Inversion du modèle de transfert radiatif dans la colonne d'eau

SWIM<sup>®</sup>

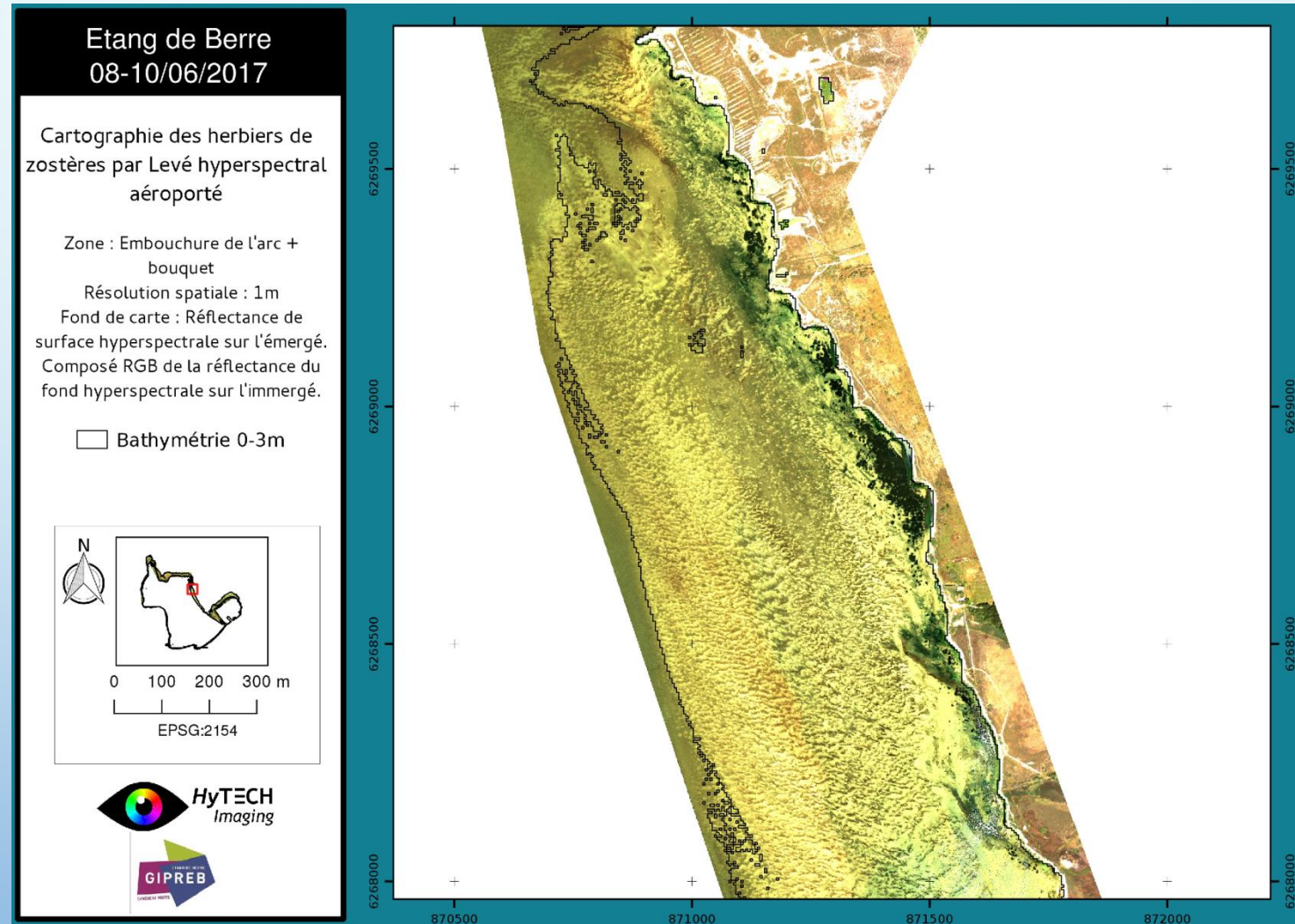
Estimation z + rfond

# Traitement des données : exemple Rfond



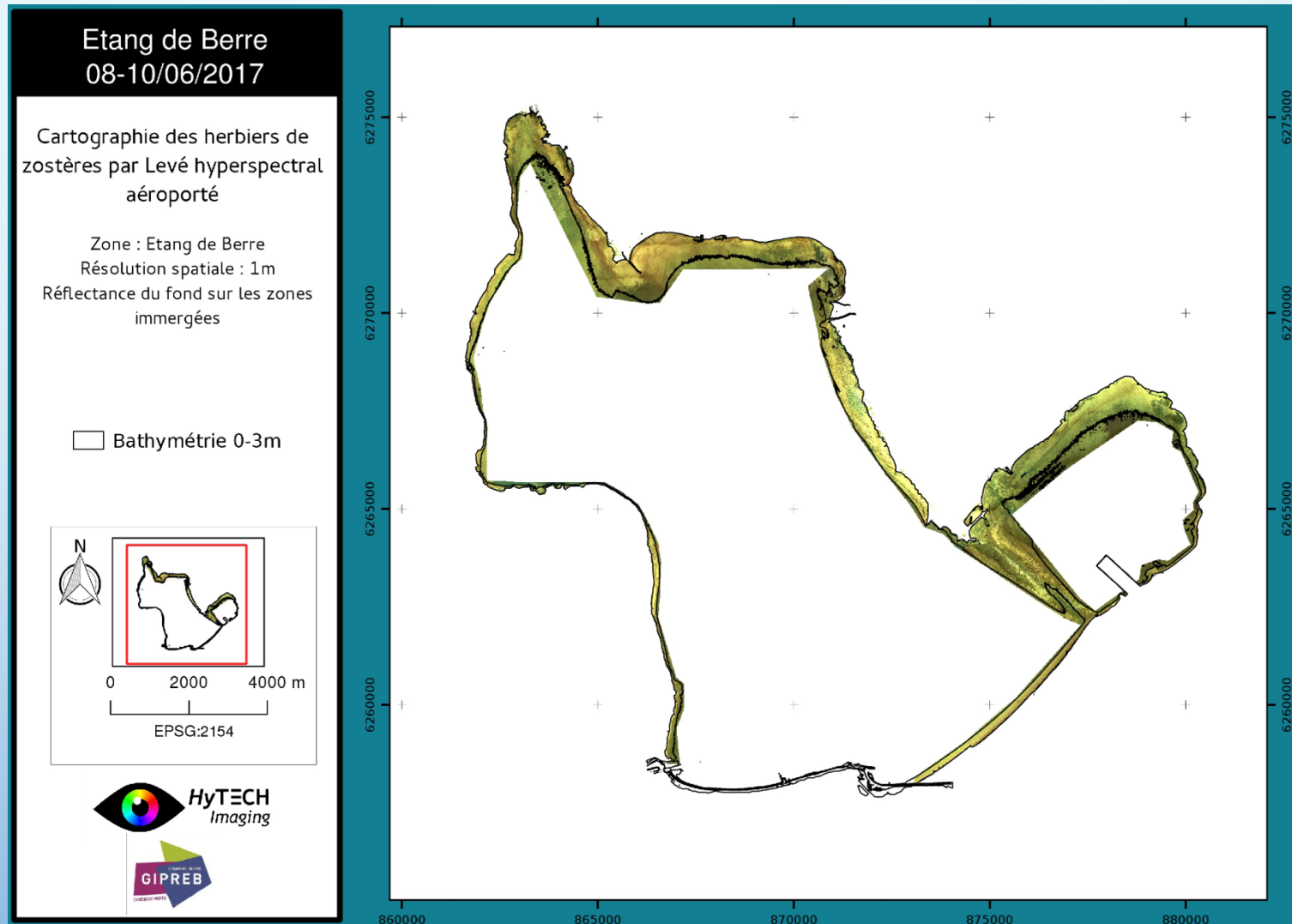
R surface – Traitement HYPIP®

# Traitement des données : exemple Rfond



R fond – Traitement SWIM®

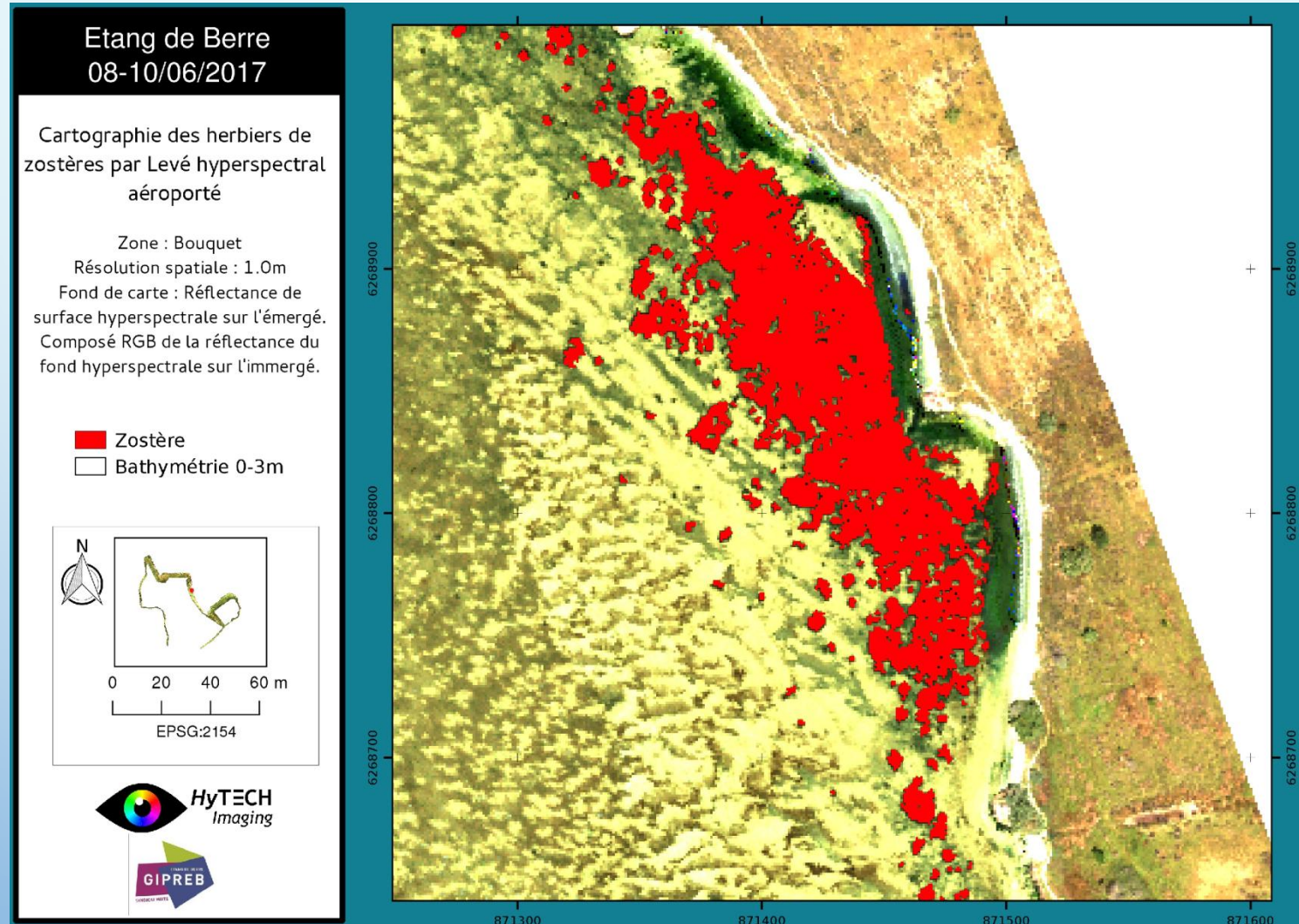
# Traitement des données : Rfond



R fond – Traitement SWIM®

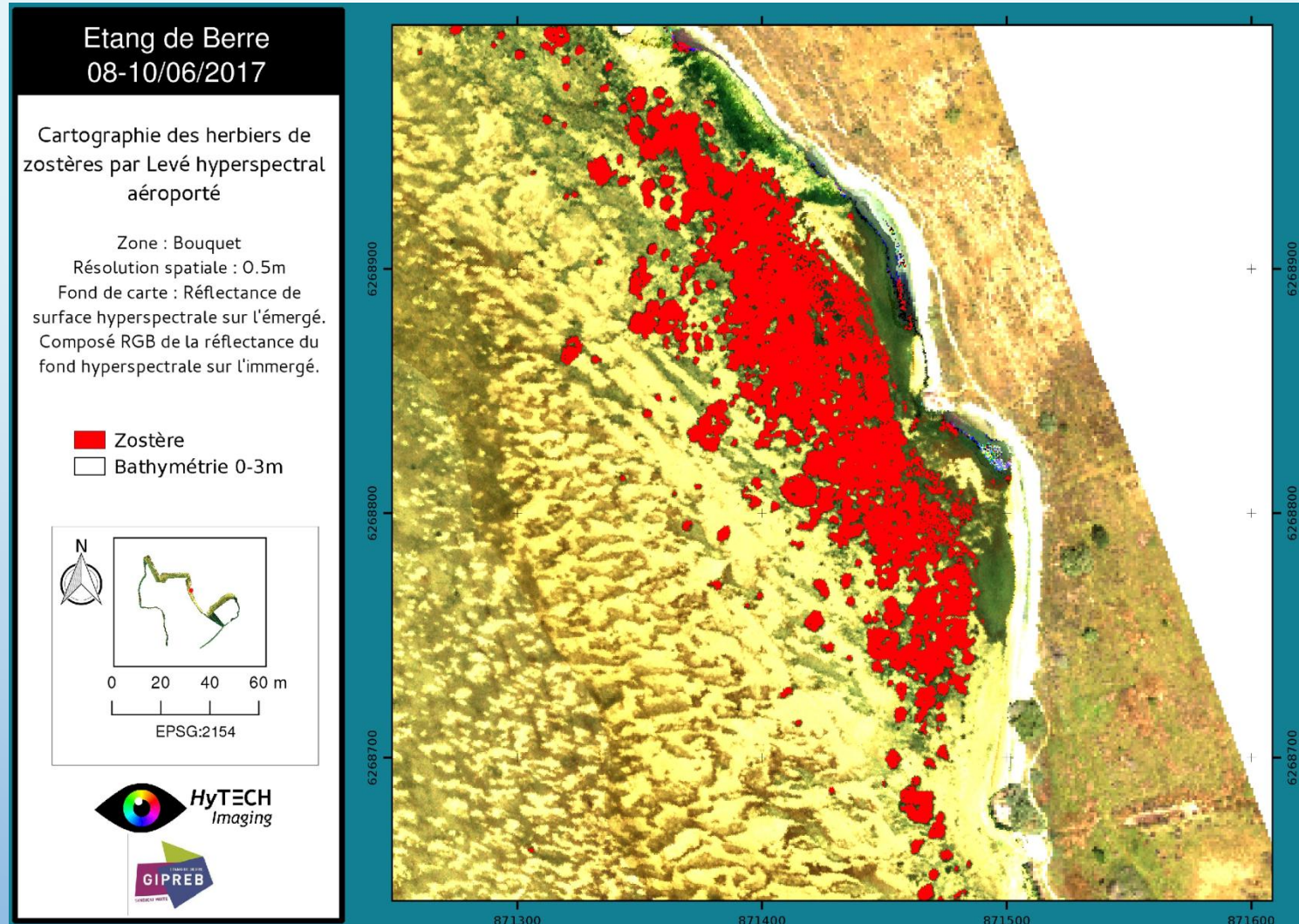


# Traitement des données : ex. Cartographie



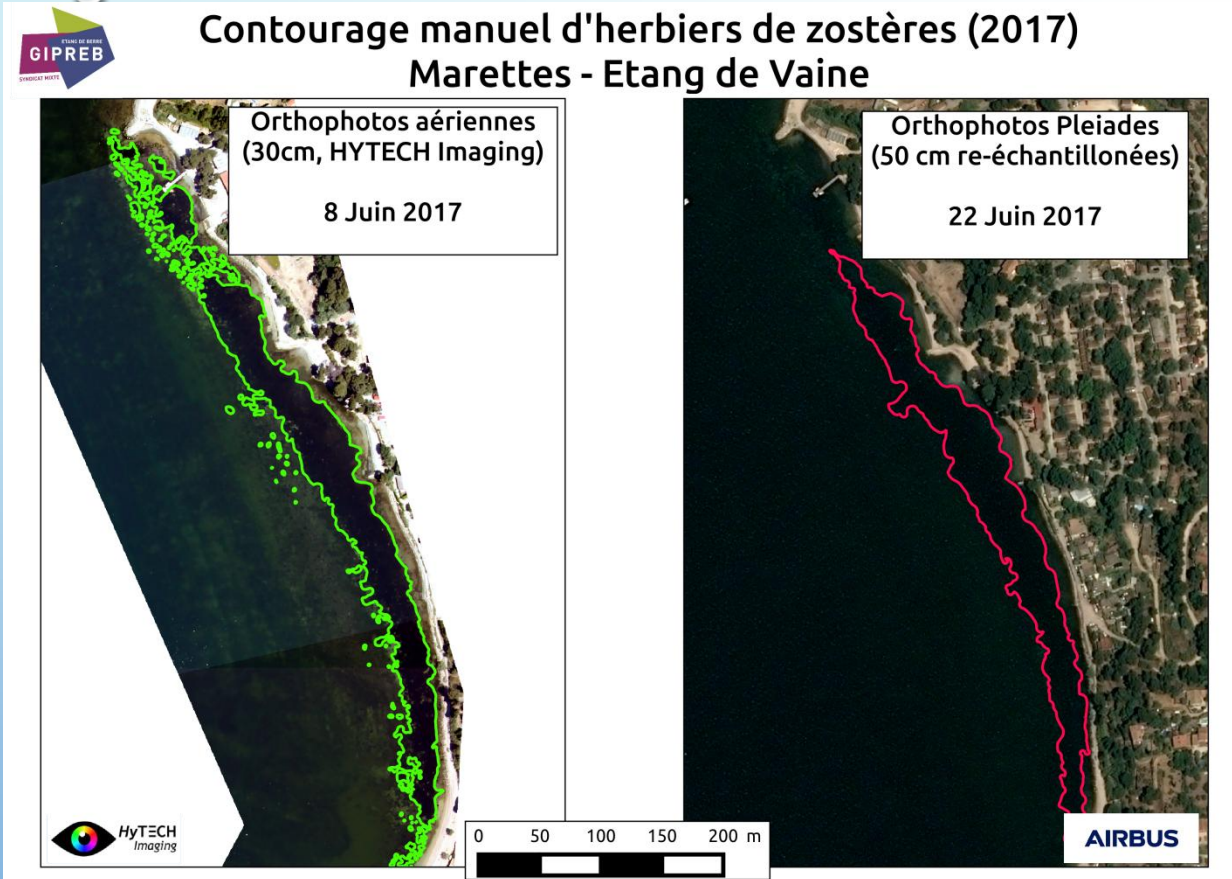
Exemple Bouquet – résolution 1m

# Traitement des données : ex. Cartographie

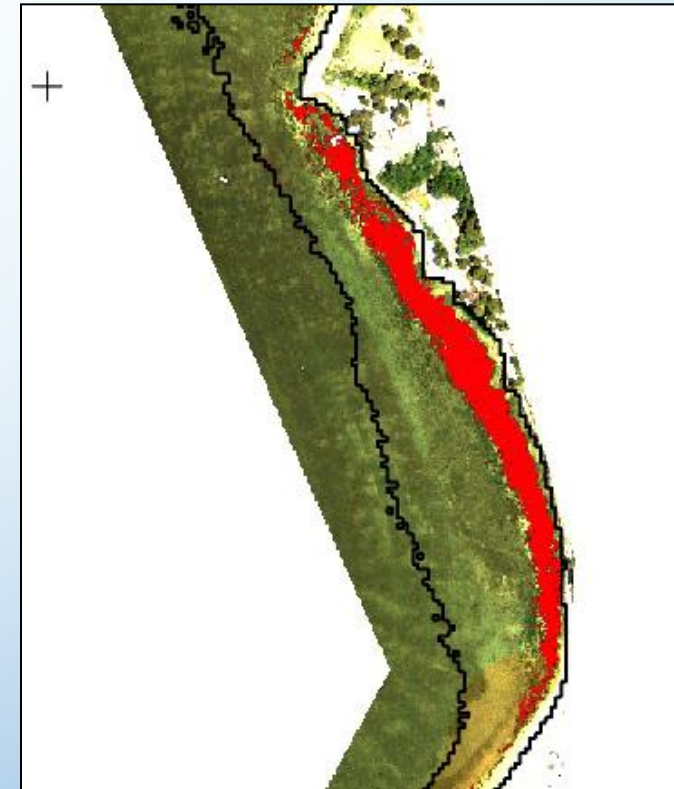


Exemple Bouquet – résolution 0,5m

# Traitement des données : Validation

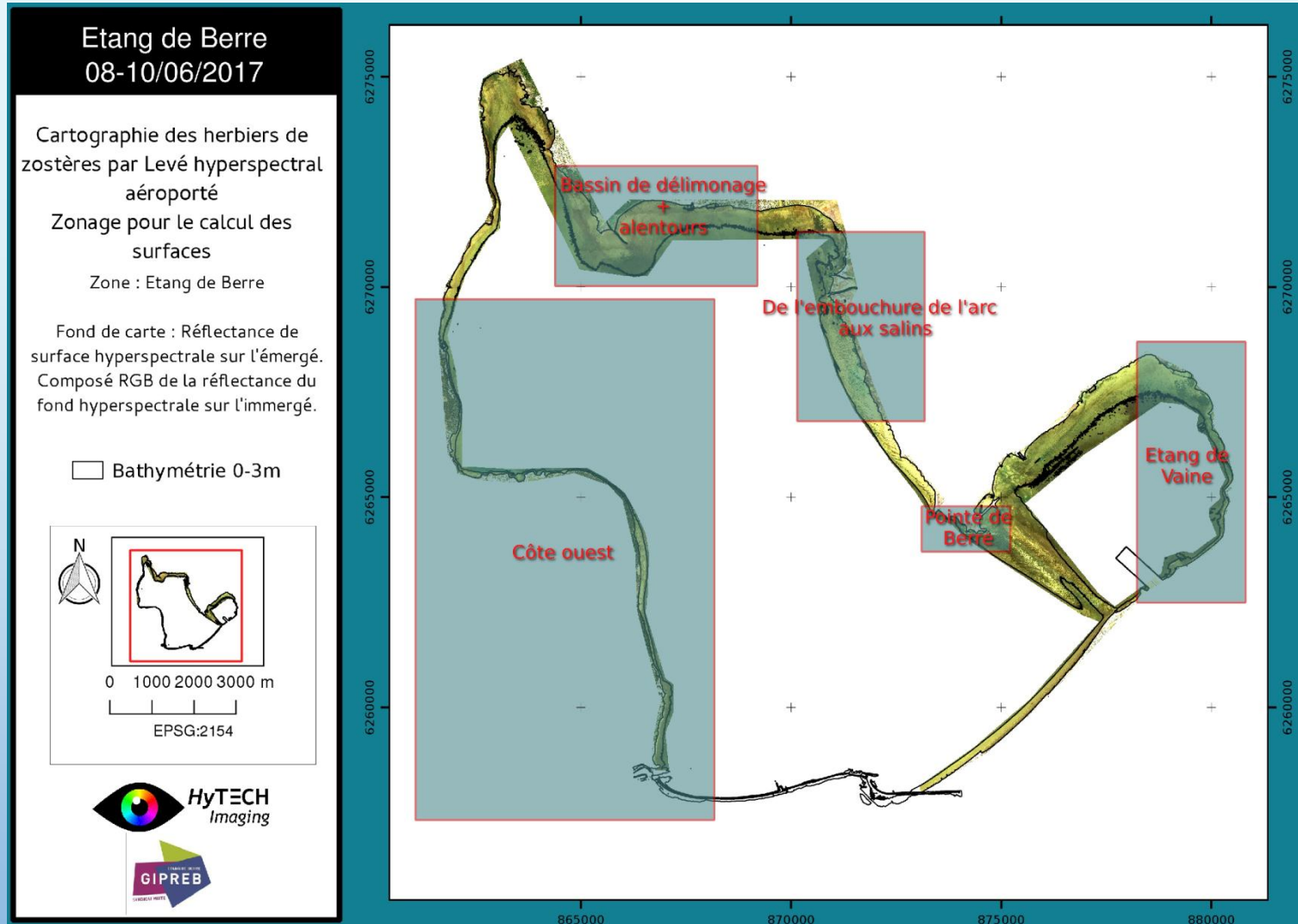


**Contourage automatique sur images hyperspectrales**



**Comparaison des surfaces avec cartographie manuelle orthophotos aériennes / satellitaires**

# Traitement des données : Cartographie



Découpage cartographie en zones

# Traitement des données : Cartographie


**Etang de Berre**  
08-10/06/2017


Cartographie des herbiers de zostères par Levé hyperspectral aéroporté

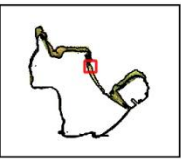
Zone : Embouchure de l'arc + bouquet

Résolution spatiale : 0.5m

Fond de carte : Réflectance de surface hyperspectrale sur l'émergé.  
Composé RGB de la réflectance du fond hyperspectrale sur l'immérgé.

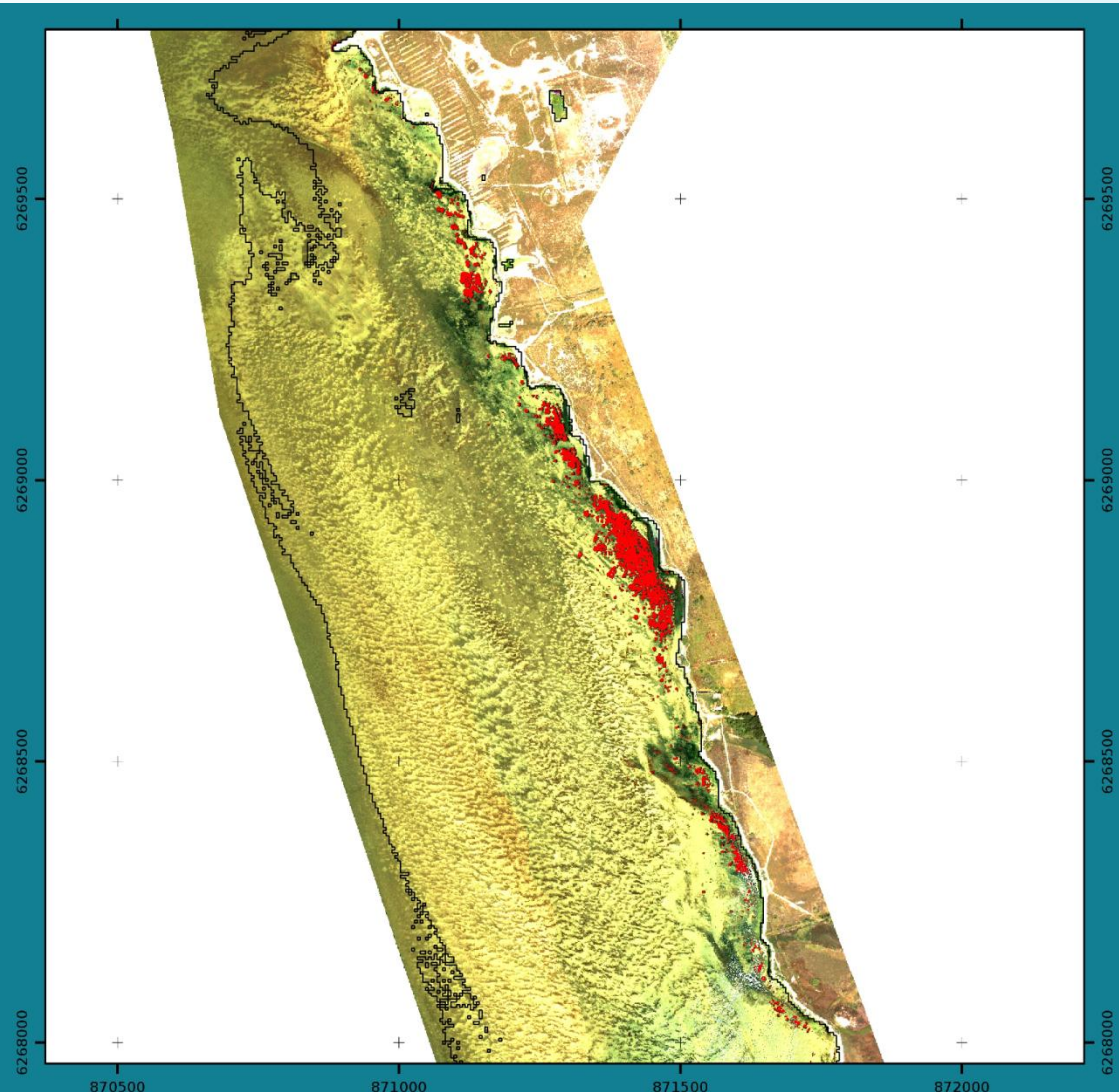


 Zostère

 Bathymétrie 0-3m



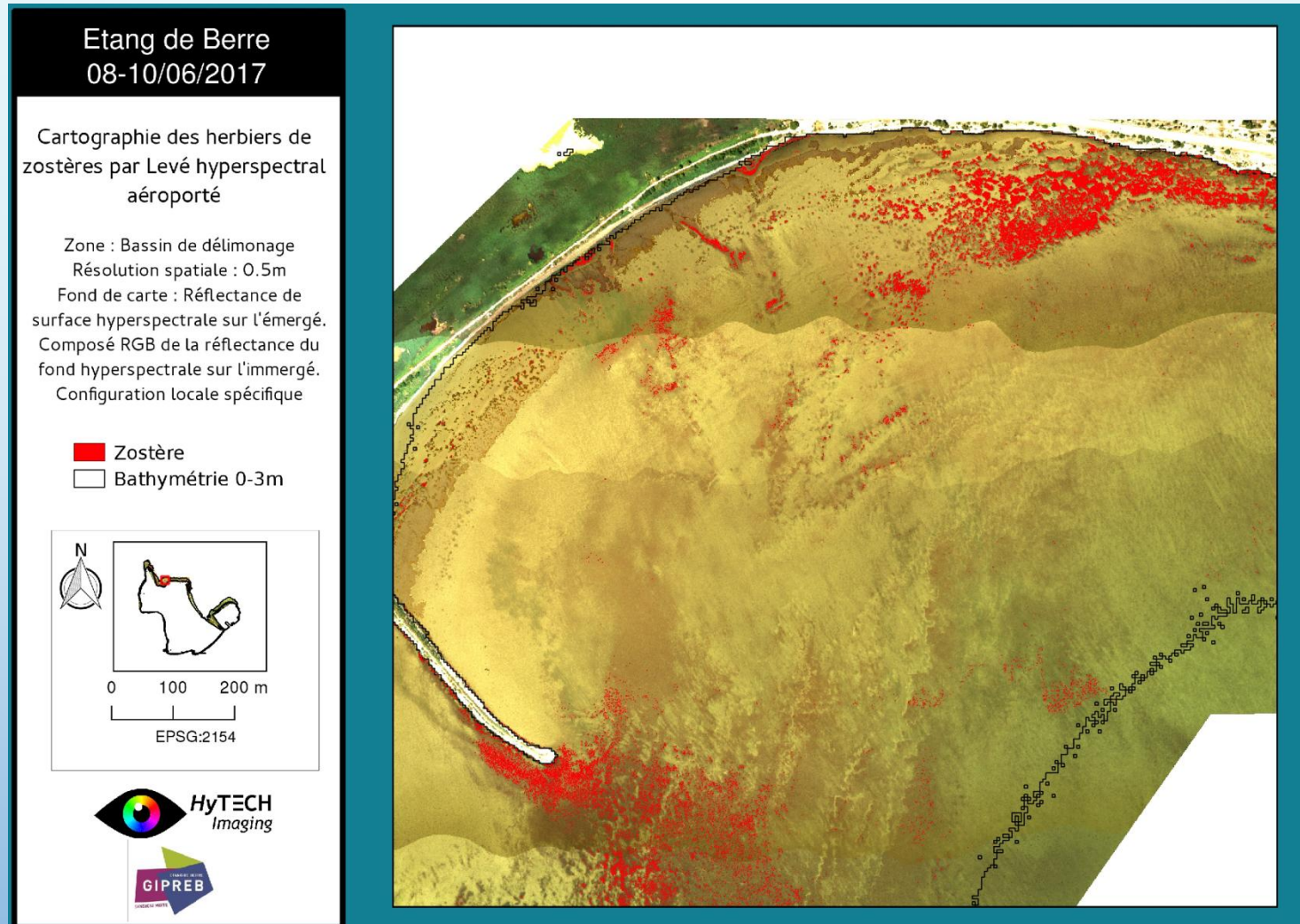
0 100 200 300 m

EPSG:2154

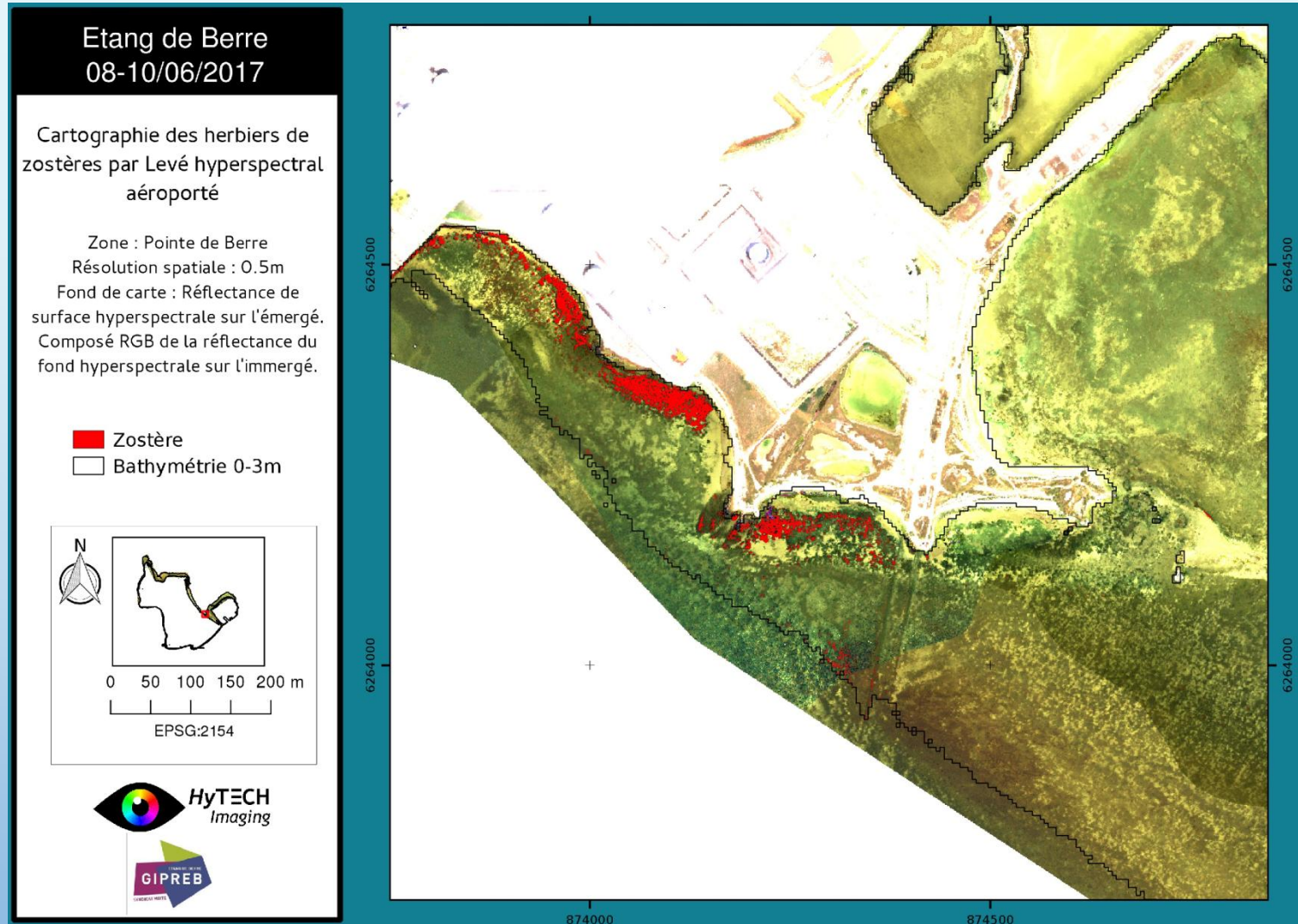


**Embouchure de l'Arc + Bouquet**

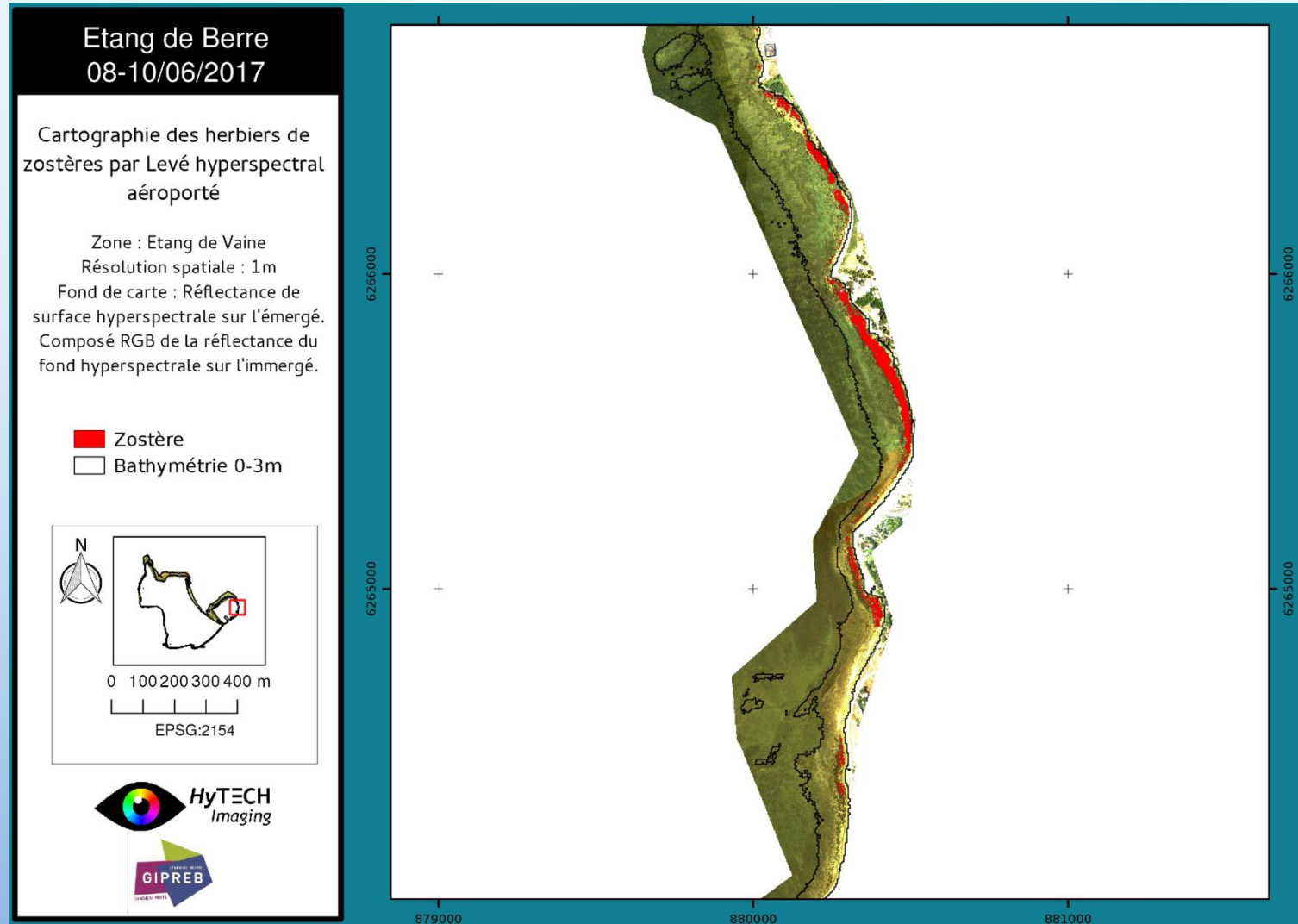
# Traitement des données : Cartographie



# Traitement des données : Cartographie



# Traitement des données : Cartographie



Etang de Vaine



# Cartographie : analyse des résultats

- **Grands ensembles d'herbiers cartographiés avec un détournage précis**  
notamment sur les zones « Etang de Vaine » et « De l'embouchure de l'Arc aux Salins »
  - **Sous-détections sur la partie la plus à l'Est de la zone « Pointe de Berre »**  
Signatures spectrales des zostères différentes du fait d'un état écologique particulier (présence d'épiphytes et de macroalgues).
  - **Quelques fausses alarmes sur la zone « bassin de délimonage et alentours »**  
dues à l'ajustement du seuil de l'algorithme de cartographie
  - Zone « Côte ouest » : certains types de fond ou éclairagements particuliers (ombres, glint...) génèrent **localement des sur-détections**
- ⇒ **Bonne concordance globale sur les principaux herbiers**  
**Quelques disparités locales sur zones difficiles**

# Cartographie : cas difficiles



©Vincent Guidotti/GIS Posidonie

**Epiphytes**



**Glint**



**Limon**

# Conclusions

- **Démonstration de la faisabilité** de l'approche de cartographie semi-automatique par imagerie spectrale à l'échelle d'une lagune comme l'étang de Berre

*Bonne performance globale avec une stratégie de détection*

*Difficultés sur zones épiphytées ou en présence de limons sur herbiers*

*Difficultés sur les zones à forts effets de surface (glint)*

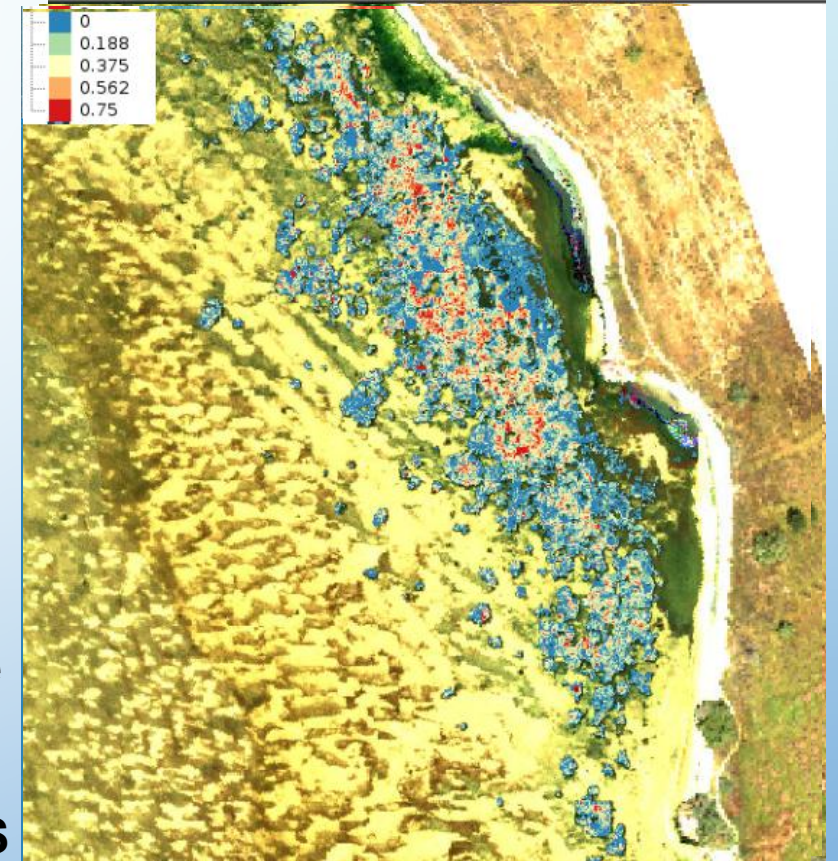
*Ajustement du seuil (mode semi-automatique) permet de pallier localement ces difficultés*

- Les développements méthodologiques et la bibliothèque de spectres constituée dans cette étude **faciliteront la cartographie des zostères sur d'autres lagunes.**
- Les cartes ainsi produites serviront de **référence pour les futurs suivis** de la dynamique des herbiers de zostères dans l'étang de Berre.

⇒ **L'Hyperspectral ouvre la voie de la cartographie semi-automatique des herbiers en petits fonds (aujourd'hui cartographie petits fonds est manuelle : sat ou ortho + plongées intensives)**

# Perspectives 1/2

- AHB / Double capacité Rfond( $\lambda$ ) + z ouvre de nouvelles perspectives :
  - Cartographies autres types d'habitats
  - Volumes
  - Biomasses
  - Indicateurs d'état physiologique / état de santé
  - Monitoring



**Rsurface**

**Rfond**

**z = MNS**

**MNS – MNT = hauteur / volume herbier**

# Perspectives 1/2

- AHB / Double capacité Rfond( $\lambda$ ) + z ouvre de nouvelles perspectives :

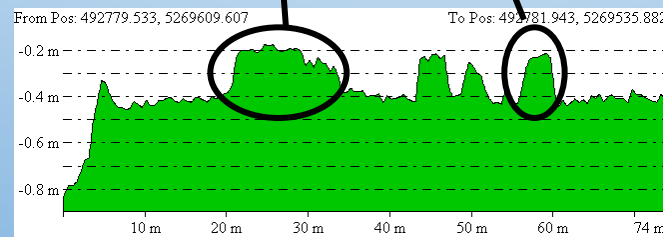
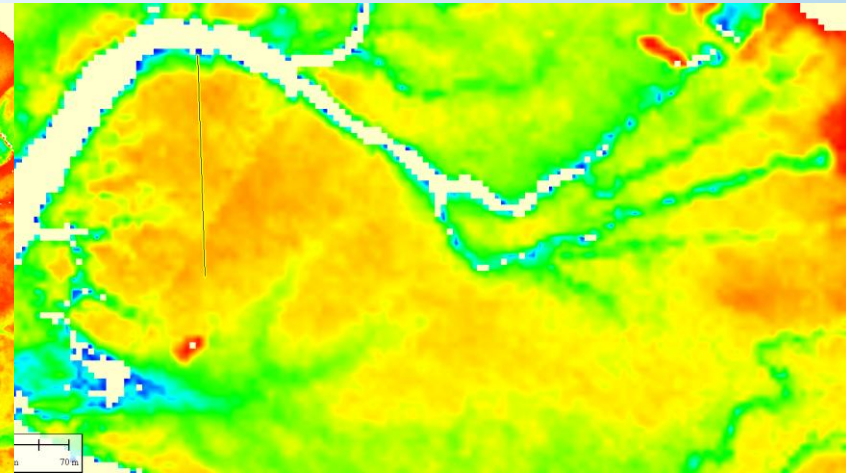
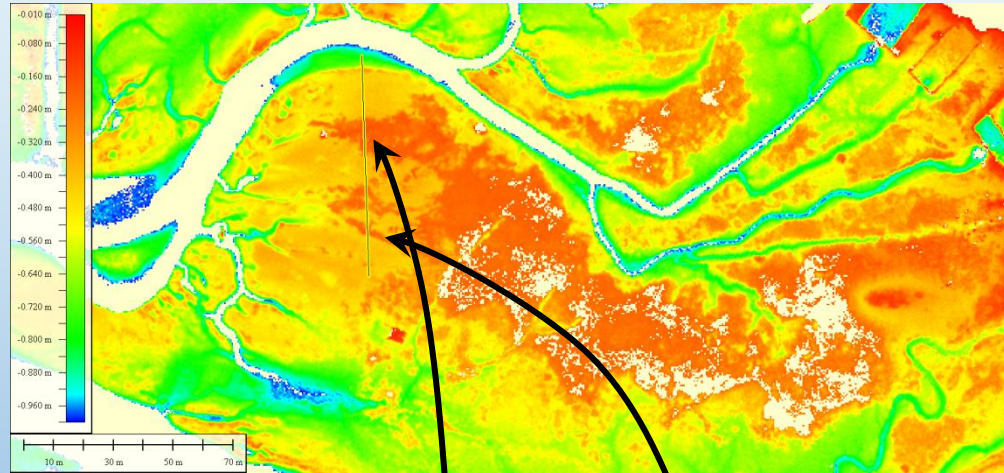
- Volumes
- Biomasses
- Monitoring



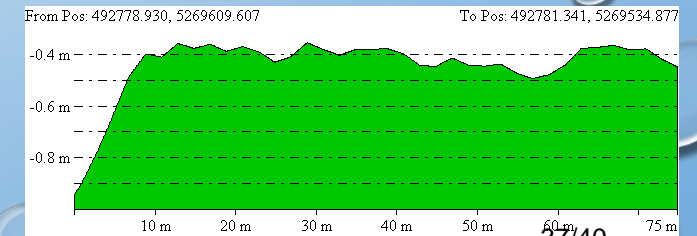
Image hyperspectrale

MNS AHB (immergé)

MNT lidar topo (émergé)



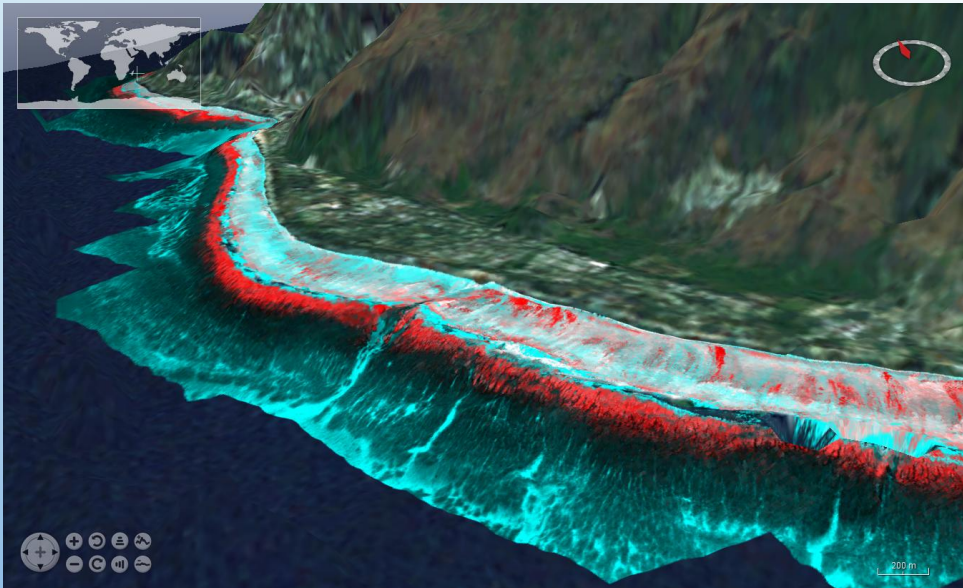
Algues dressées: ~10 to 20cm



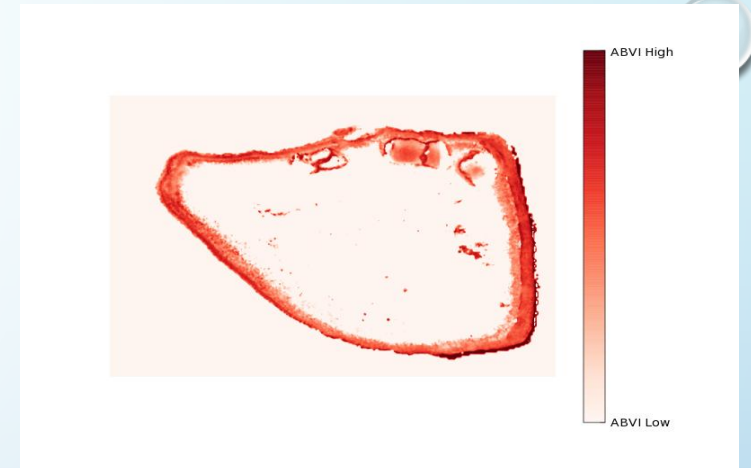
Algues couchées

# Perspectives 1/2

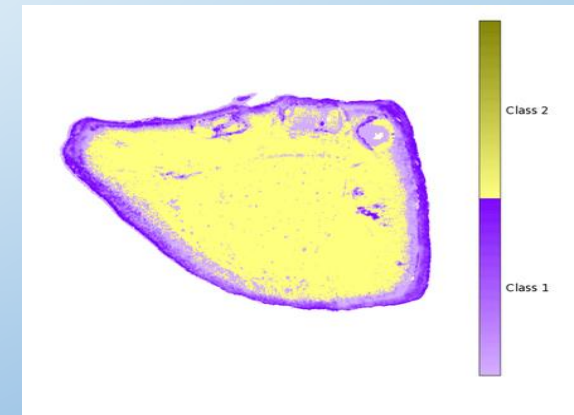
- AHB / Double capacité Rfond( $\lambda$ ) + z ouvre de nouvelles perspectives :
  - Cartographies autres types d'habitats
  - Indicateurs d'état physiologique / état de santé



Indice de Végétation sous-marin



Indice de Végétation sous-marin ('Etat de santé')



Intégration du type d'habitat et de son état de santé

# Perspectives 2/2

- **Monitoring Etang de Berre par hyperspectral ?**
- **Extension sur d'autres sites ?**
- **Extension sur posidonies, cystoseires, ... ?**
- **Monitoring multiéchelles avion, drone, ULM**

# Merci de votre attention

