





Article

Full-Waveform LiDAR Pixel Analysis for Low-Growing Vegetation Mapping of Coastal Foredunes in Western France

Patrick Launeau ^{1,*} , Manuel Giraud ¹, Antoine Ba ¹, Saïd Moussaoui ², Marc Robin ³,
Françoise Debaine ³, Dimitri Lague ⁴  and Erwan Le Menn ¹

- Matériel
 - Hyperspectral (HSI)
 - LiDAR topo-bathymétrique Nantes Rennes
- Couplage HSI LiDAR infrarouge et végétation dunaire
- LiDAR vert et turbidités de plages sableuses

Patrick Launeau, Manuel Giraud, Marc Robin et Agnès Baltzer

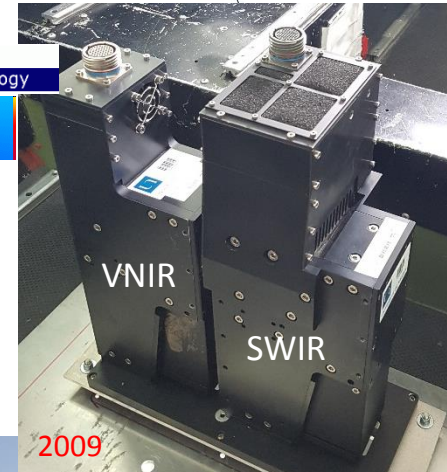


Caméras hyperspectrales & spectromètre de terrain pour l'analyse des compositions chimiques des surfaces



2008

Norsk Elektro Optikk AS
specialists in electro optic technology



2009



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
D'AMÉNAGEMENT
ET DE DÉVELOPPEMENT
DU TERRITOIRE



VNIR-1600
CCD (Si)
1600 x 1200
0.4 – 1.0 μm
1600
17°

SWIR-320m-e
MCT (HgCdTe)
320 x 256
1.0 – 2.5 μm
320
14°

ASD FieldSpec 3 1.0 – 2.5 μm

2017



CPER 2007-2013

GÉNIE CIVIL, ENVIRONNEMENT ET
GESTION DURABLE DE LA VILLE

R51_p6

Axe 3 : Application de la télédétection au
génie civil environnemental et à la
gestion durable de la ville



CPER 2014-2020

MER – ENVIRONNEMENT – VILLES ET
TERRITOIRES

RI6

Action : Suivi et Surveillance de
l'Environnement en Pays de la Loire

2017 complément pour le terrain
2019 renouvellement caméras
aéroportées



Antoine Ba



Manuel Giraud



Lidar 532nm
et 1064 nm

TITAN DW 60

Enregistreur de retours
d'ondes complets

100% UN

100% UR1



TELEDYNE OPTECH
Everywhere you look

Avion de GEOFIT Expert

*La plateforme lidar Nantes-Rennes fait l'objet d'une
CONVENTION GENERALE DE COOPERATION DE RECHERCHE
entre
GEOFIT Expert, l'Université de Nantes, l'Université Rennes 1,
l'Université Rennes 2 et le CNRS*



En cours de
renouvellement
jusqu'en 2022

50% OSUNA 50% OSUR

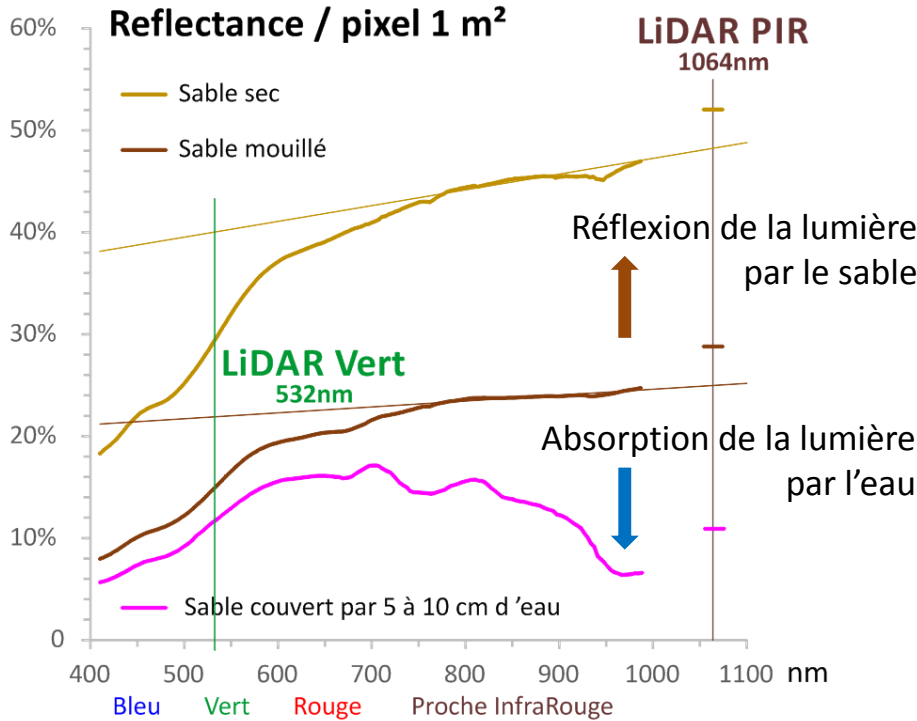


Pixair

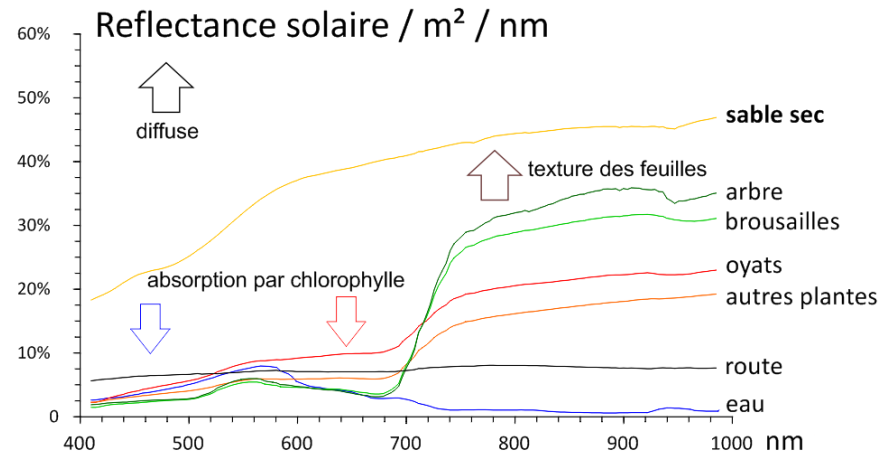
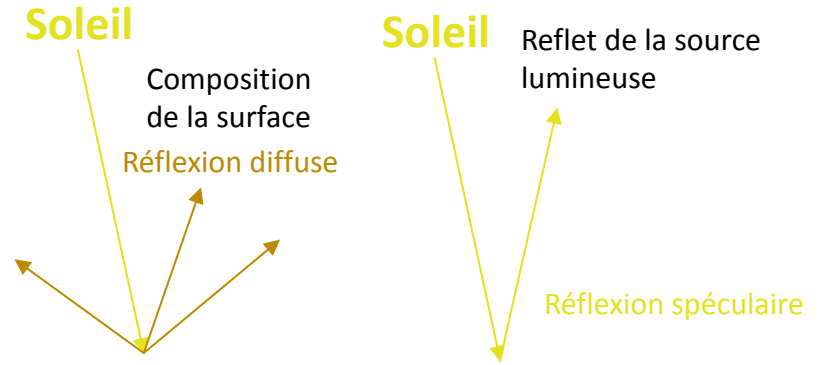


LiDAR à double longueurs d'ondes
pour l'analyse des propriétés
physiques des surfaces

Téledétection hyperspectrale basée sur l'échantillonnage spectral du terrain



Multispectral à 4 canaux
Hyperspectral à 160 canaux ($\leq 10\text{nm}/\text{pxl}$)



La végétation se caractérise par une association de pigments absorbants dans le visible et une texture de feuille réfléchissante dans le proche infrarouge (PIR)

Acquisition panoramique sur le terrain

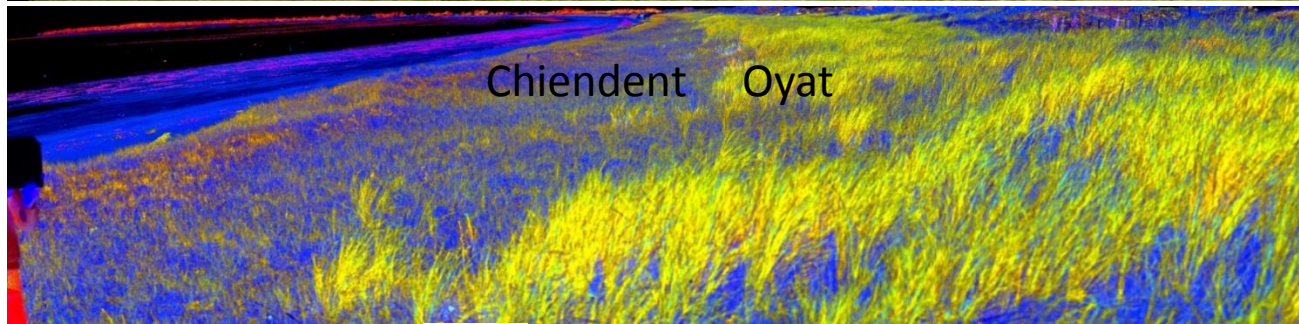
Réflectance
440
546
597



Chiendent Oyat

1) Prospection rapide par calcul d'indices de formes spectrales

NDRLI
NDGLI
NDVI



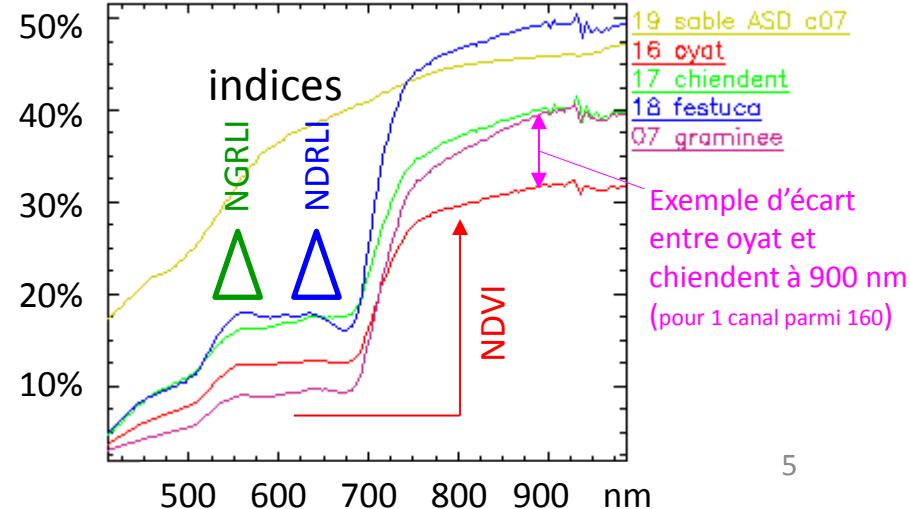
Chiendent Oyat

Intensité de la teinte verte
Intensité de la teinte rouge
Intensité du saut infrarouge

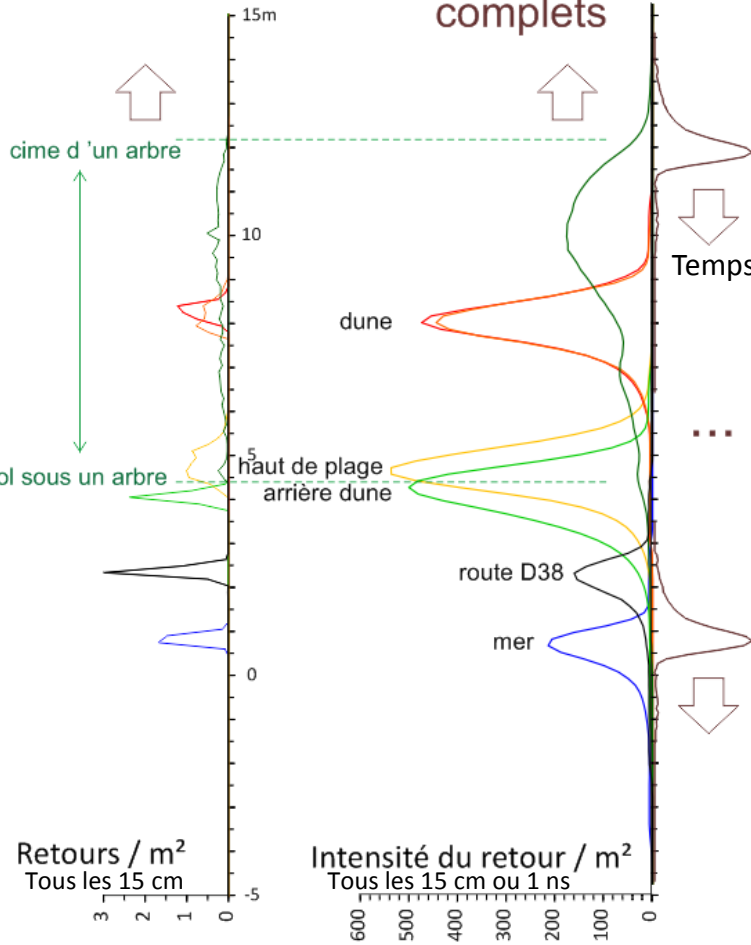
2) Spectrométrie par recherche de bandes d'absorption ou par calcul d'écarts entre spectres de référence et spectres des images moyennés sur 160 canaux



Mais parfois, en fonction de leur état physiologique, les deux graminées ont la même signature spectrale



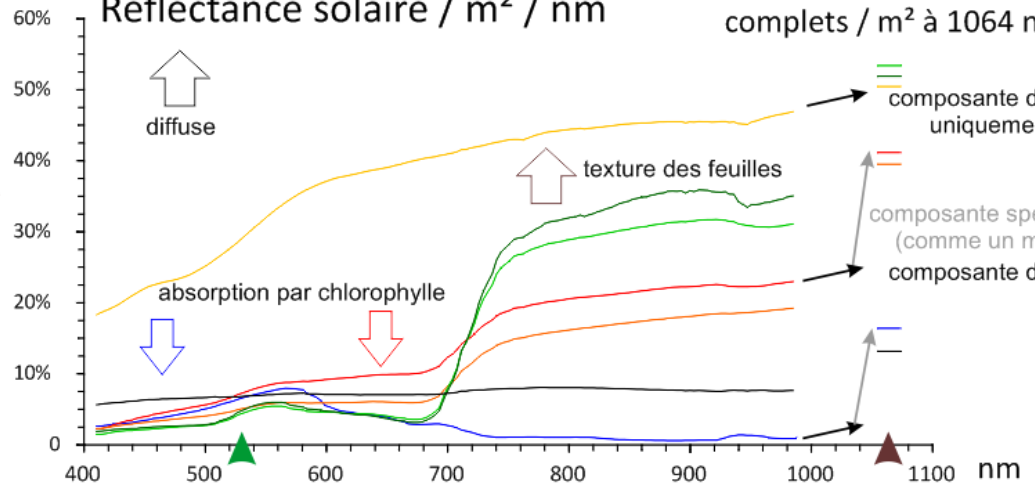
échos / m_{altitude} / m² retours d'ondes / m_{altitude} / m² à 1064 nm complets



forme de l'impulsion laser PIR émise depuis l'avion (pas à l'échelle)
Temps aller-retour → distance → altitude

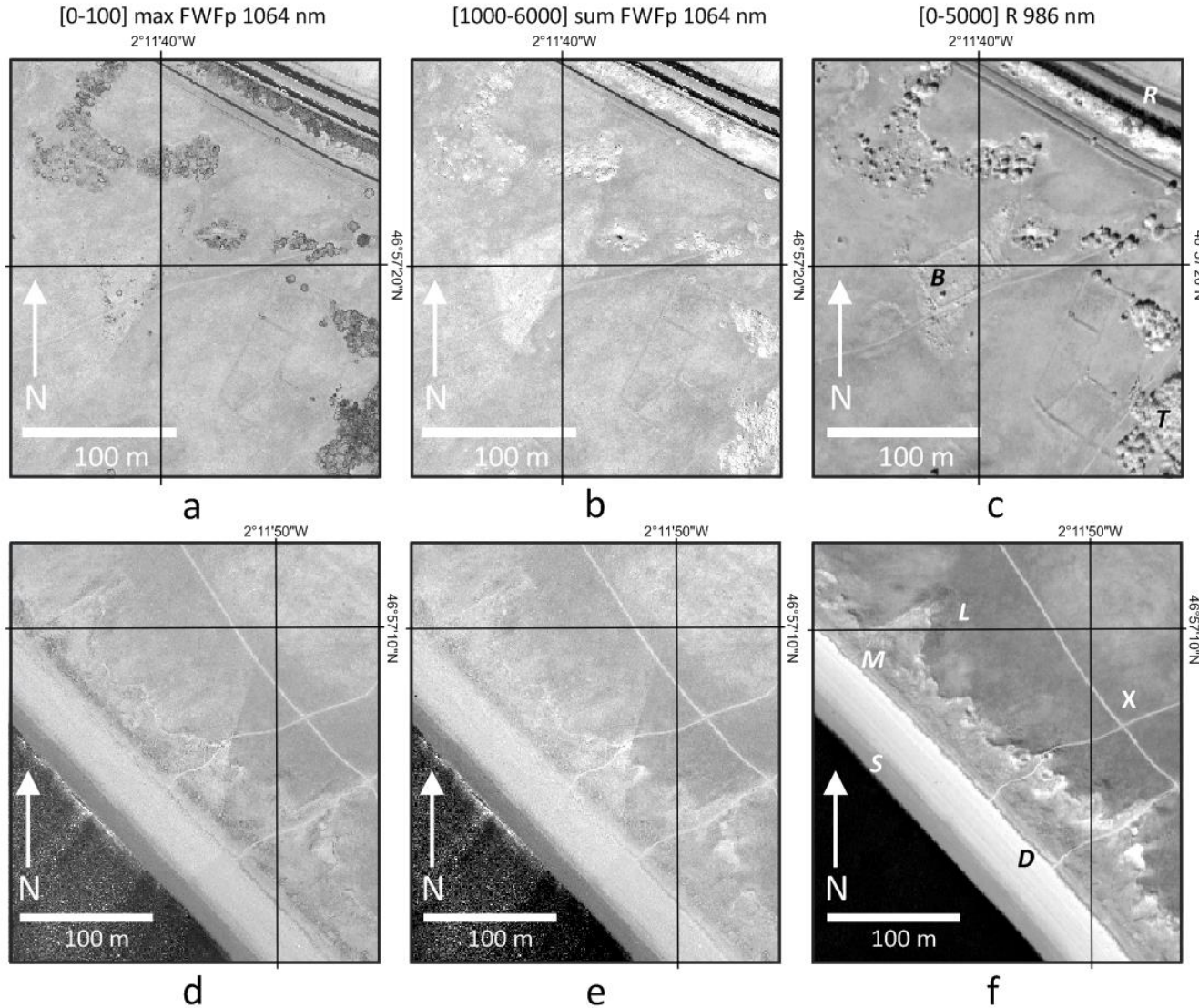
flux solaire continue

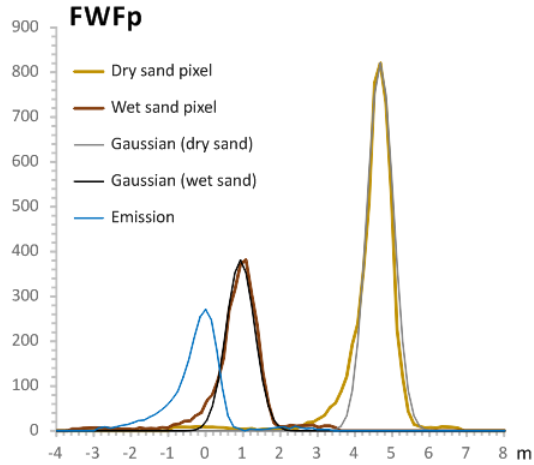
Reflectance solaire / m² / nm



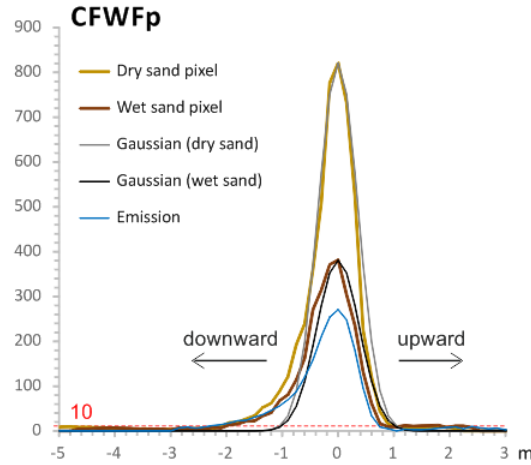
LiDAR 2 canaux

Hyperspectral 160 canaux

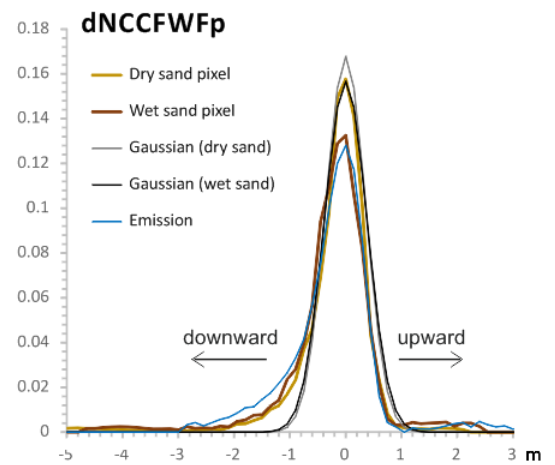




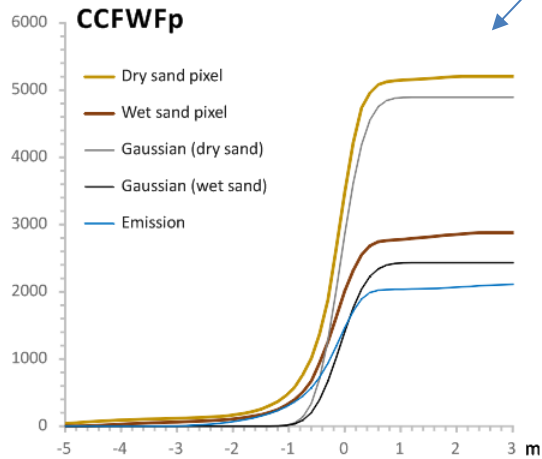
a



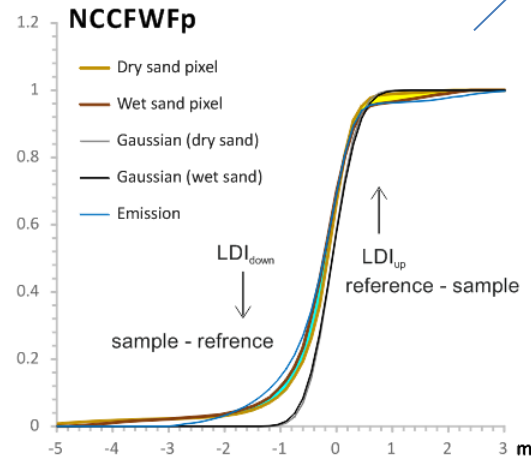
b



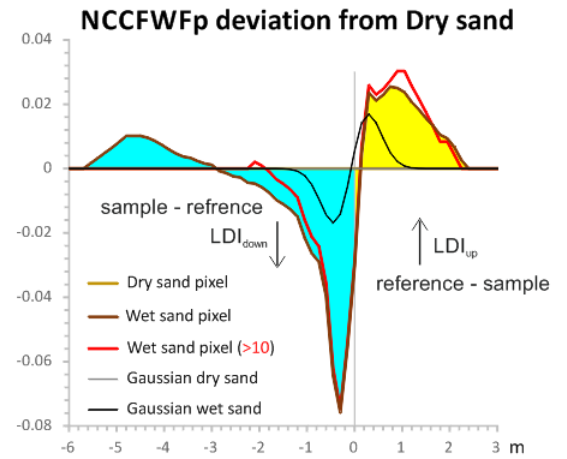
h



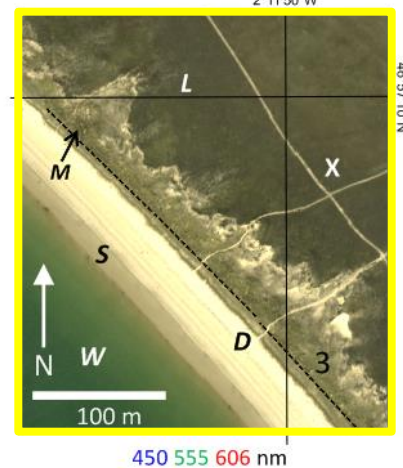
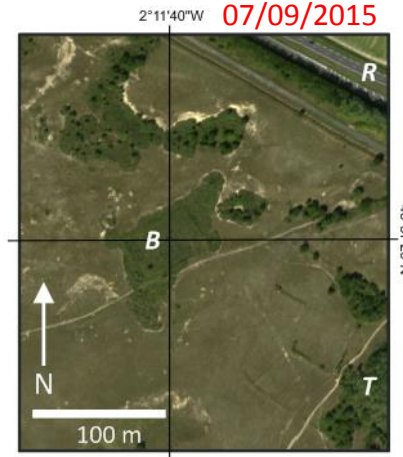
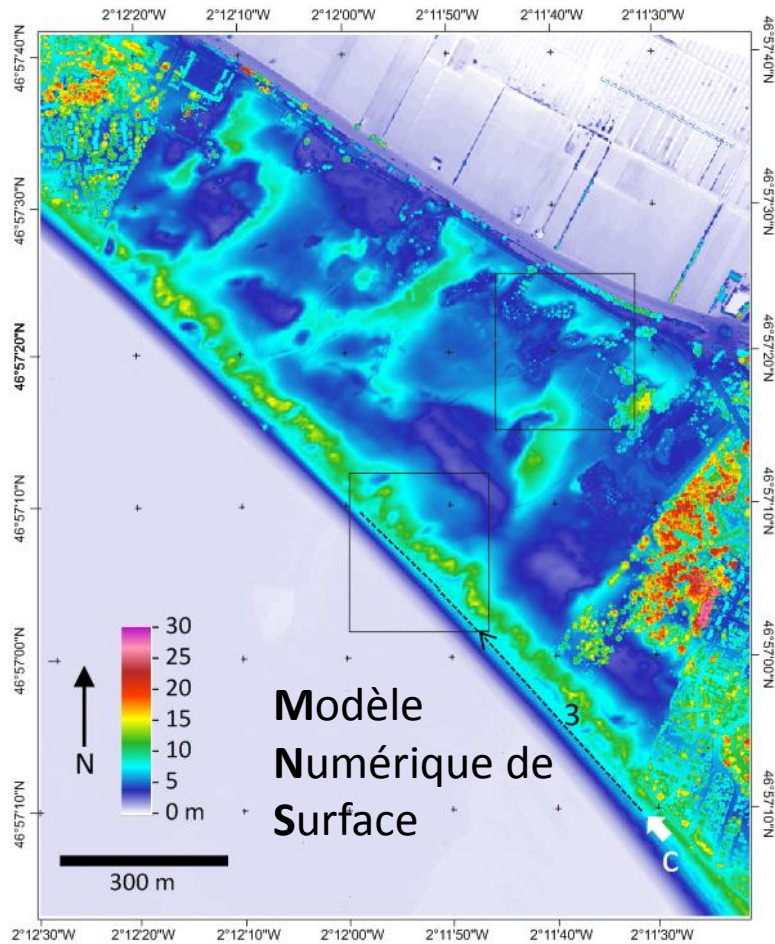
d



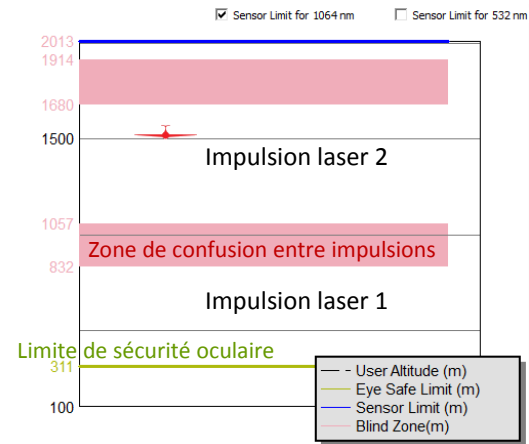
e



f



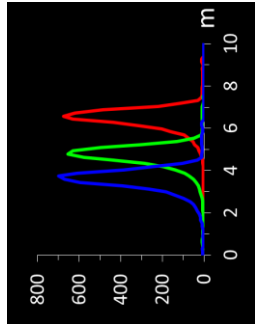
Mode topographique 1064 nm et hyperspectral à 1500 m



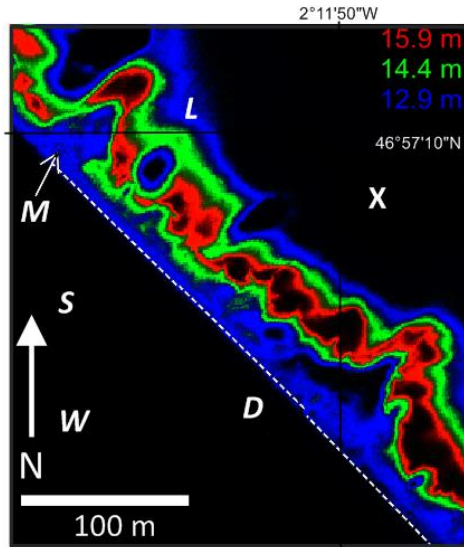
- User Altitude (m)
 - Eye Safe Limit (m)
 - Sensor Limit (m)
 - Blind Zone(m)
- W: eau
 - D: sable sec
 - M: oyats
 - L: autres plantes
 - B: broussailles
 - T: arbre
 - R: route

1 Chiendent (Elymus)
2 Oyat (Ammophila)

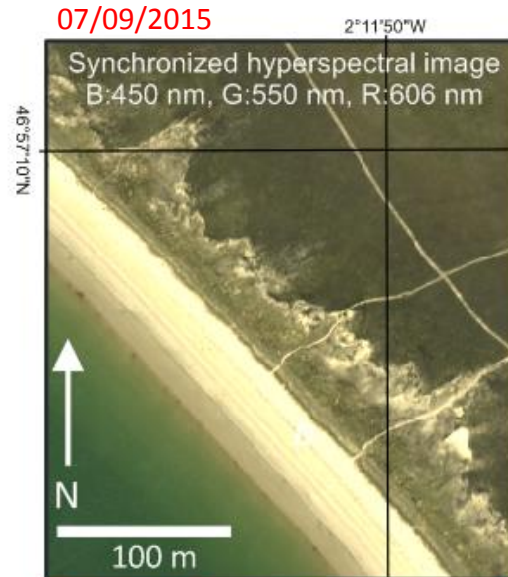




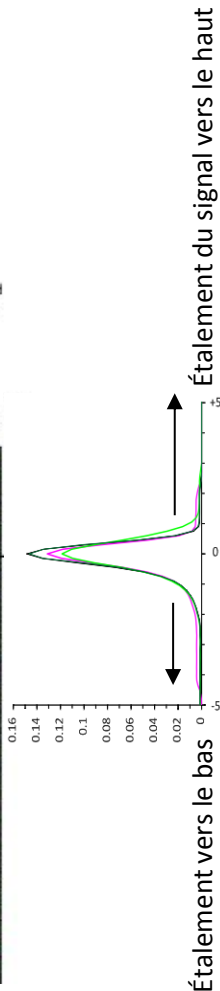
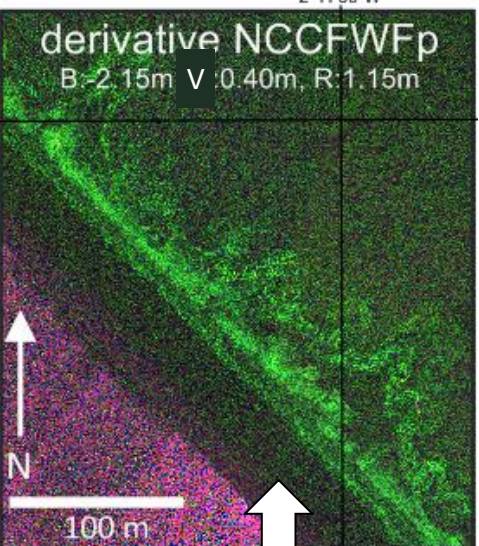
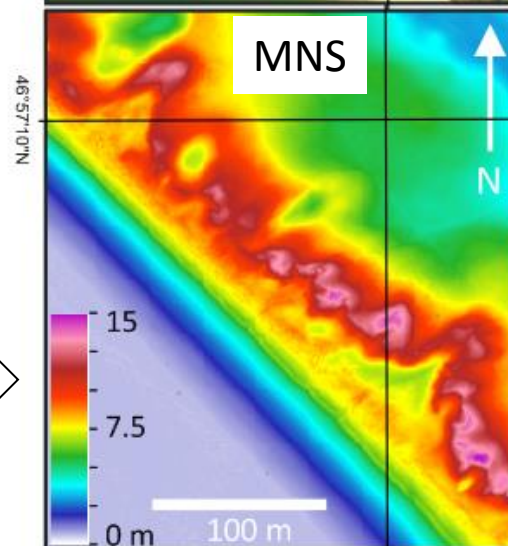
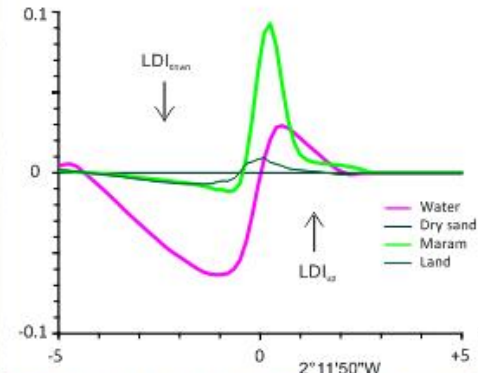
Affichage brut des retours d'ondes complets variables avec l'altitude



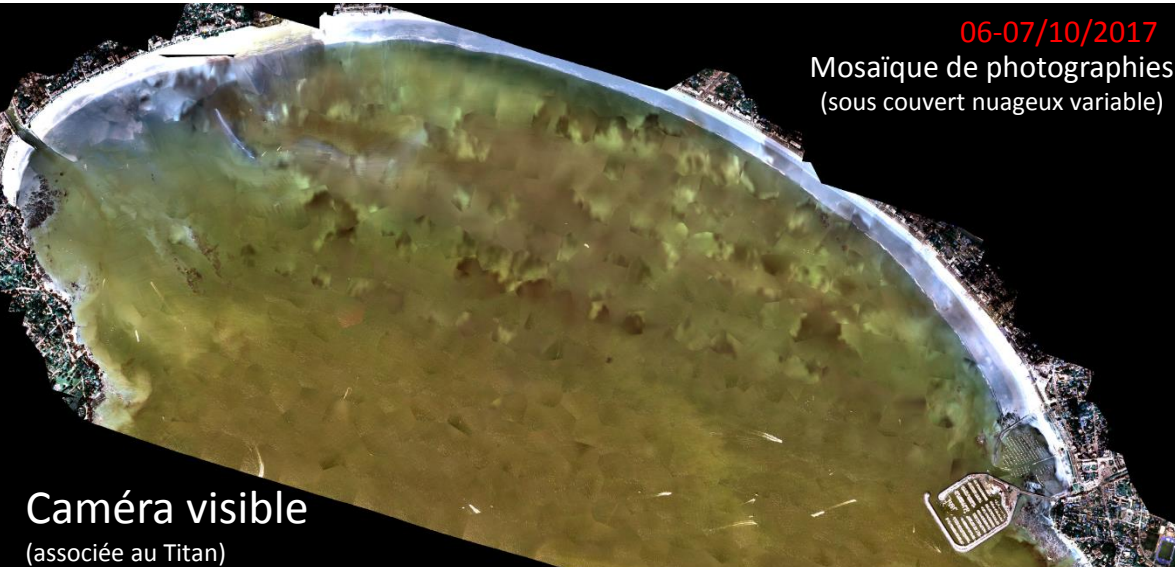
L'altitude des maximum des retours d'ondes ou des échos permet d'extraire un Modèle Numérique de Surface (MNS)



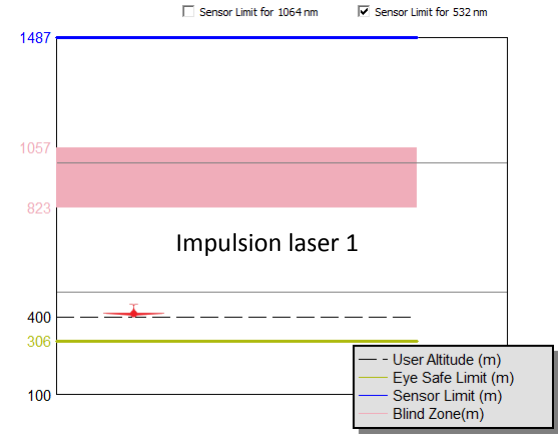
Normalized Cumulative Centered LiDAR FWF ray tracing pixel deviation from dry sand



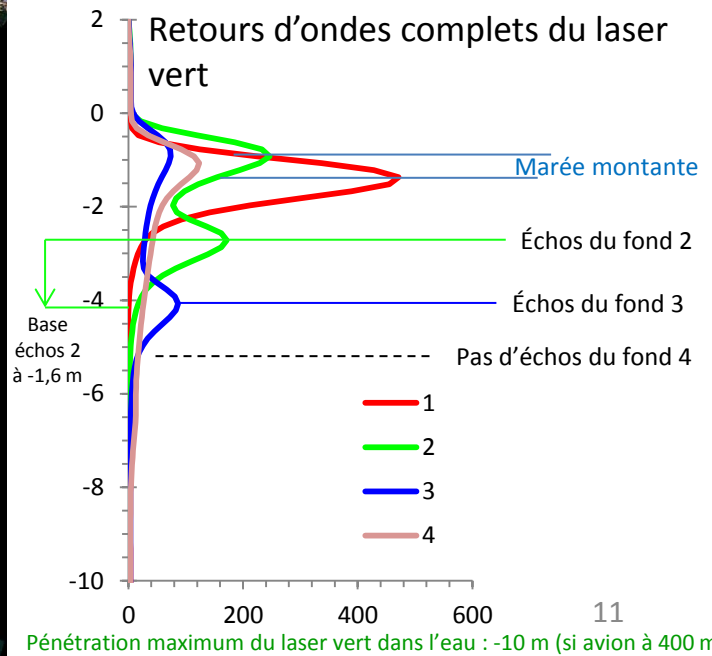
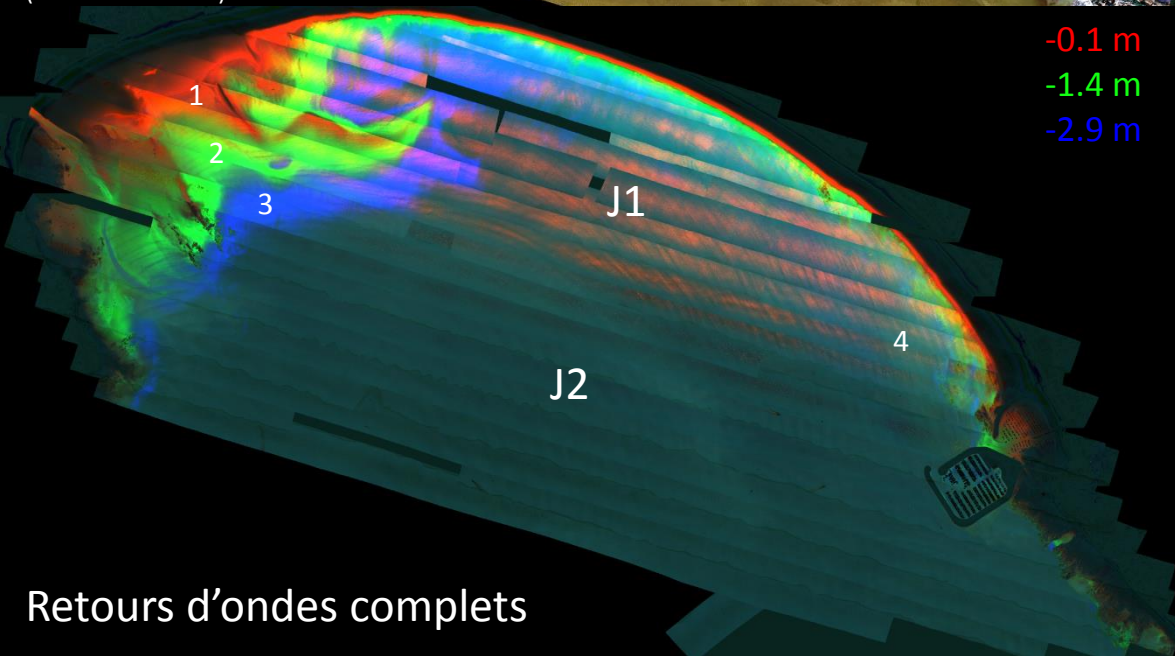
Le centrage d'un retour d'onde annule l'effet du relief et fait apparaître les propriétés physiques de diffusion des surfaces



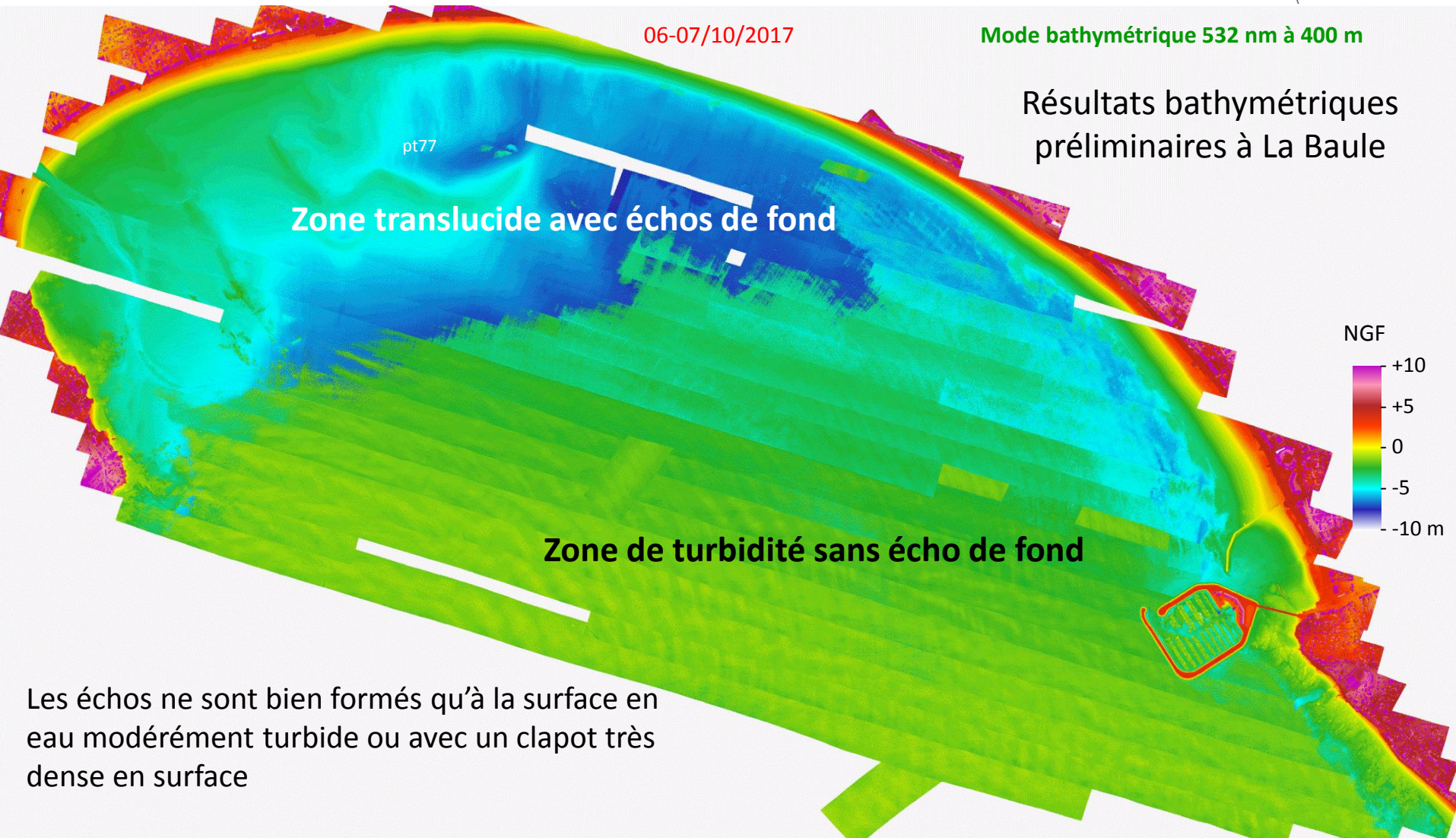
Mode bathymétrique 532 nm à 400 m



Caméra visible
(associée au Titan)



Retours d'ondes complets

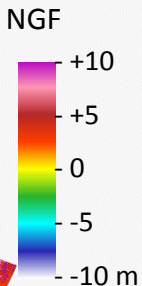
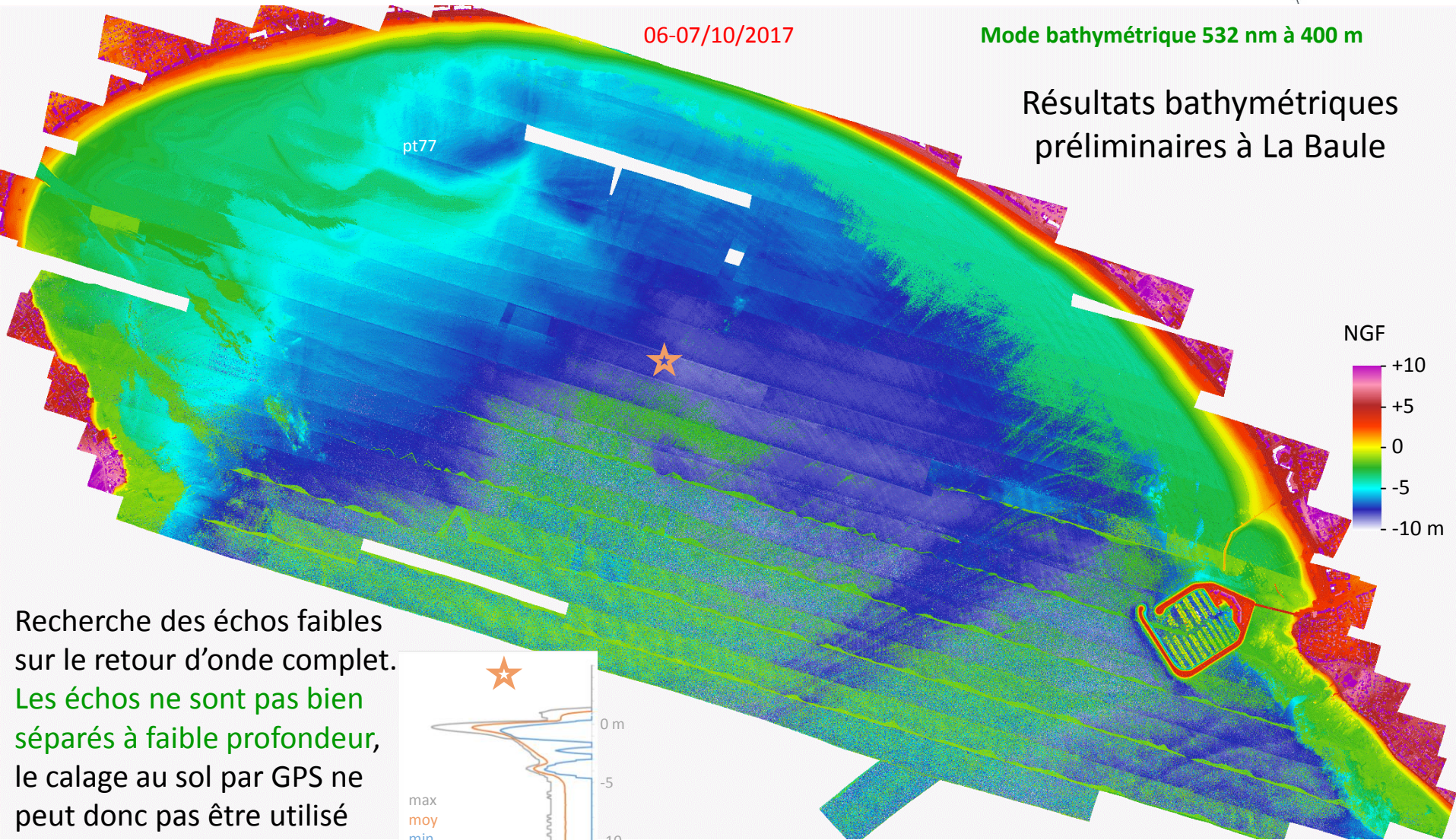


Les échos ne sont bien formés qu'à la surface en eau modérément turbide ou avec un clapot très dense en surface

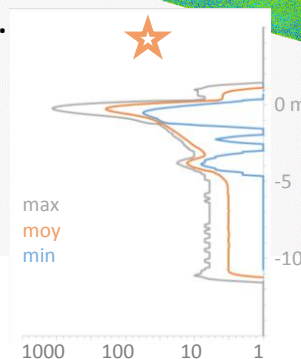
06-07/10/2017

Mode bathymétrique 532 nm à 400 m

Résultats bathymétriques
préliminaires à La Baule



Recherche des échos faibles
sur le retour d'onde complet.
Les échos ne sont pas bien
séparés à faible profondeur,
le calage au sol par GPS
ne peut donc pas être utilisé
dans ce cas.

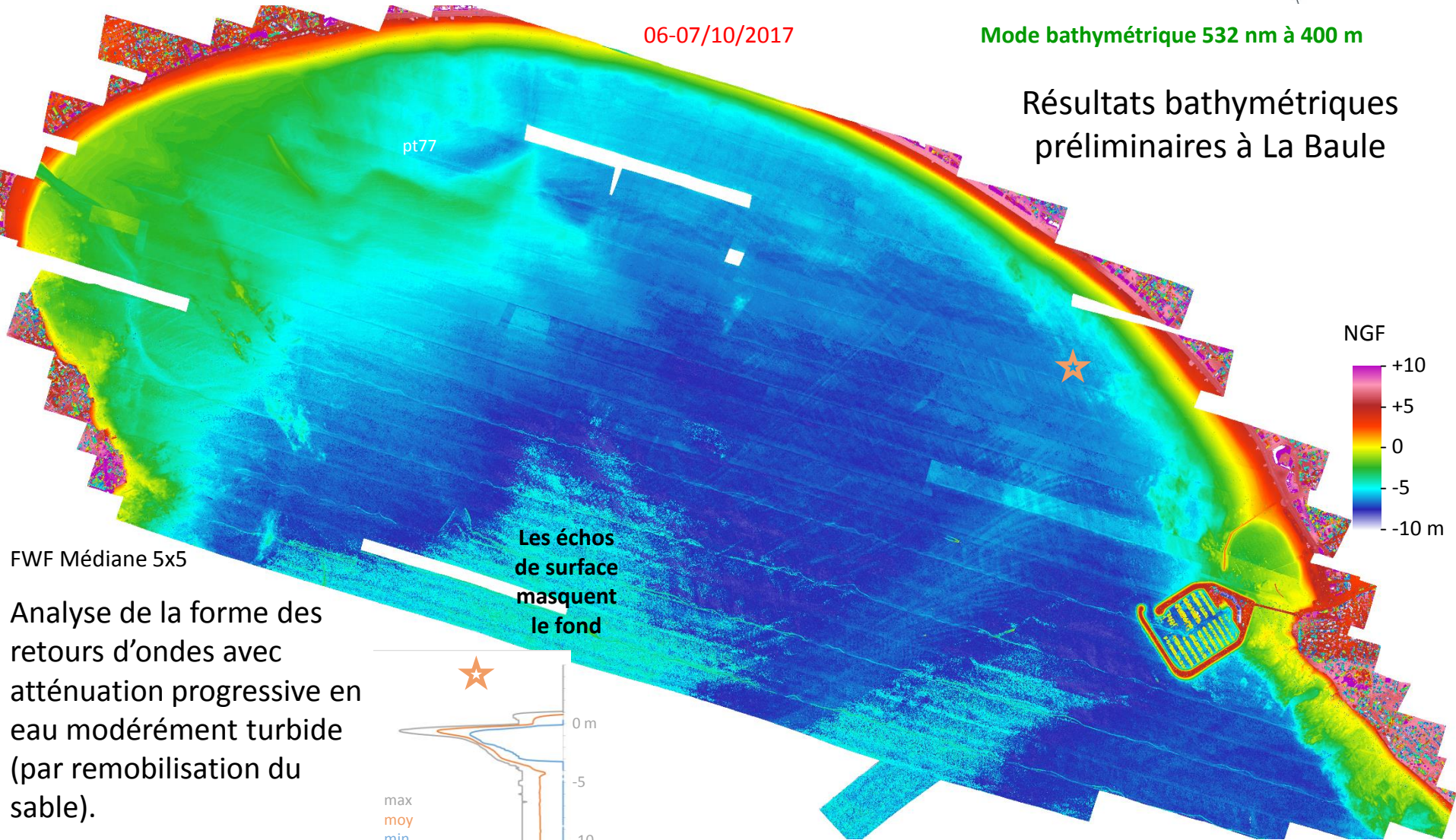


Bathymétrie corrigée avec un indice d'eau de mer de 1.34

06-07/10/2017

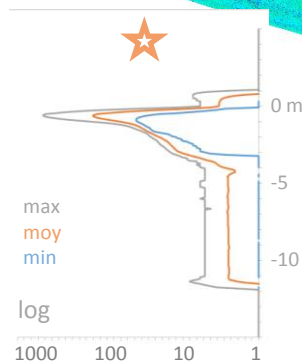
Mode bathymétrique 532 nm à 400 m

Résultats bathymétriques
préliminaires à La Baule



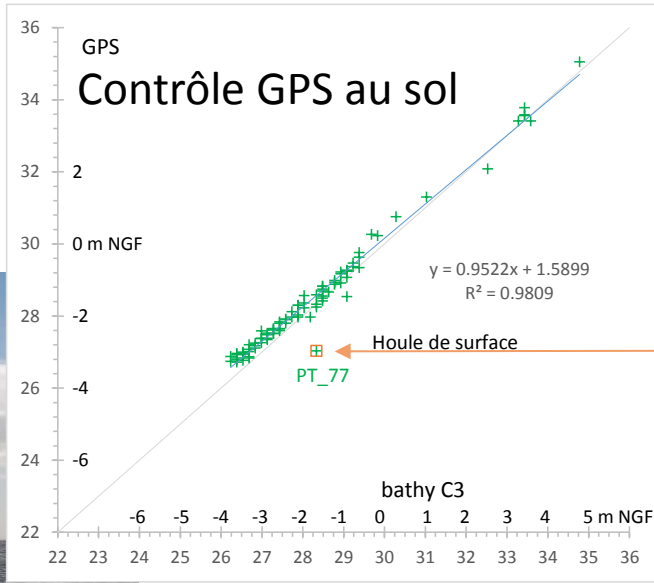
FWF Médiane 5x5

Analyse de la forme des retours d'ondes avec atténuation progressive en eau modérément turbide (par remobilisation du sable).

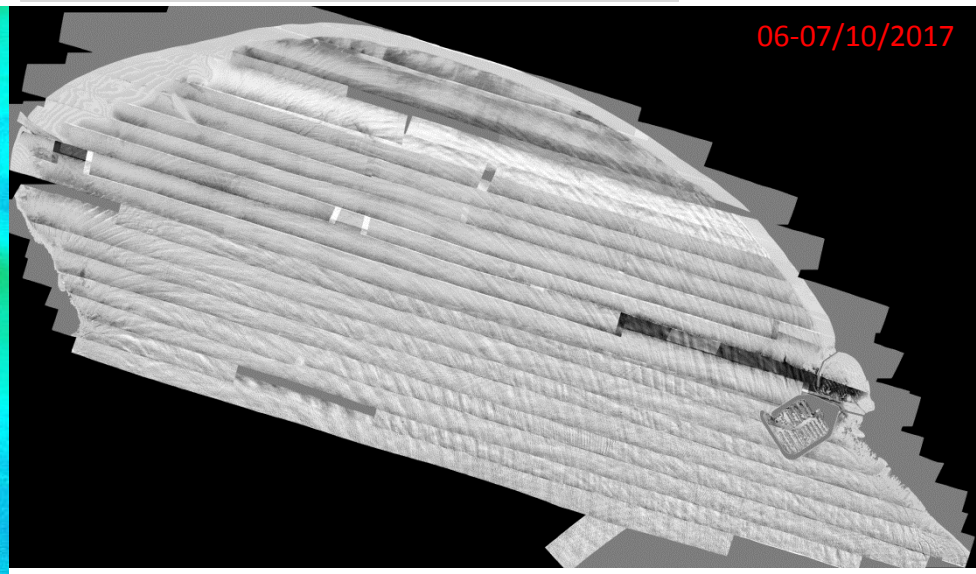
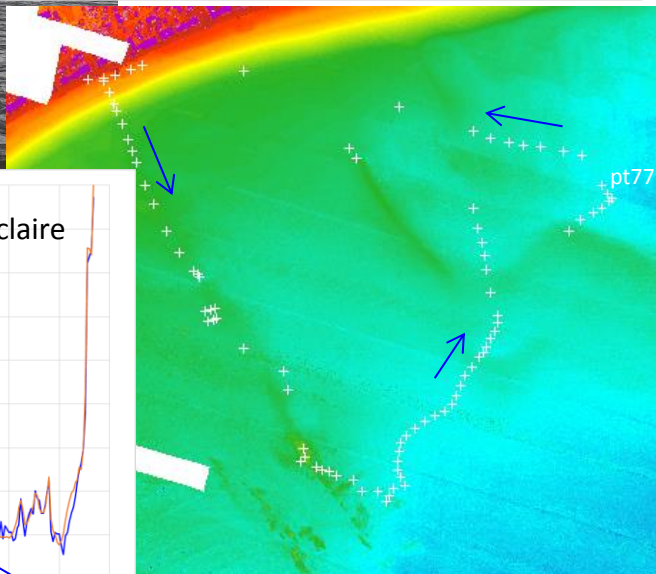
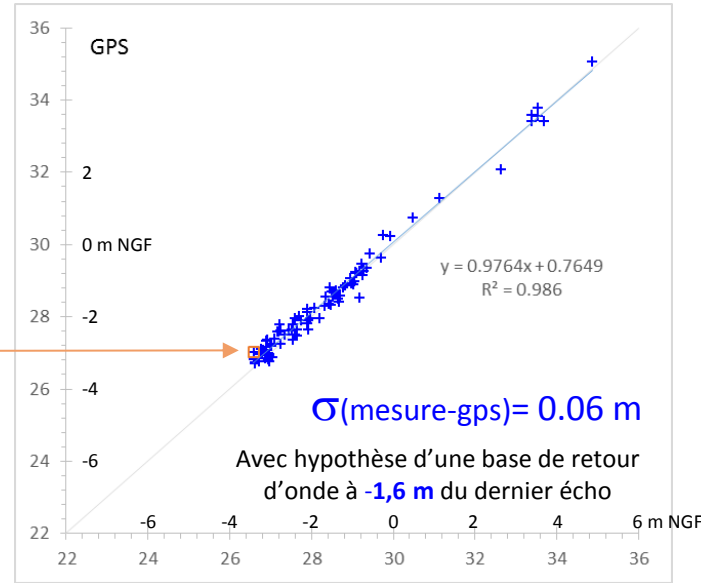


Bathymétrie corrigée avec un indice d'eau de mer de 1.34

Modèle
échos eau
claire

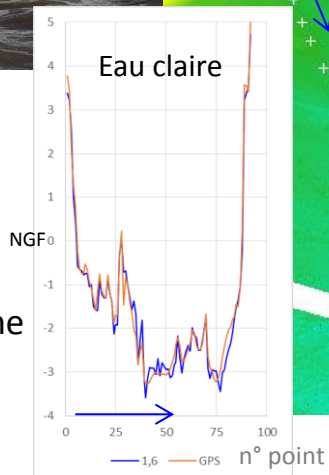


Modèle
retours
d'ondes
complets eau
modérément
turbide



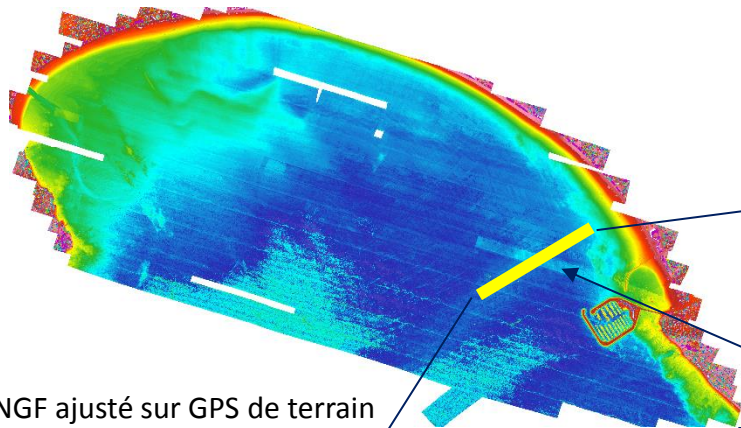
06-07/10/2017

Martin
Juigner,
Marc
Robin
et
Morgane
Audère



Ajustement du haut des retours d'ondes complets du Vert sur les échos des réflexions spéculaires de l'IR marquant bien l'interface air eau

Mode bathymétrique 532 nm à 400 m



06/10/2017

200 jours plus tard

24/04/2018
Bathymétrie
Agnès Baltzer



Ifremer

07/10/2017

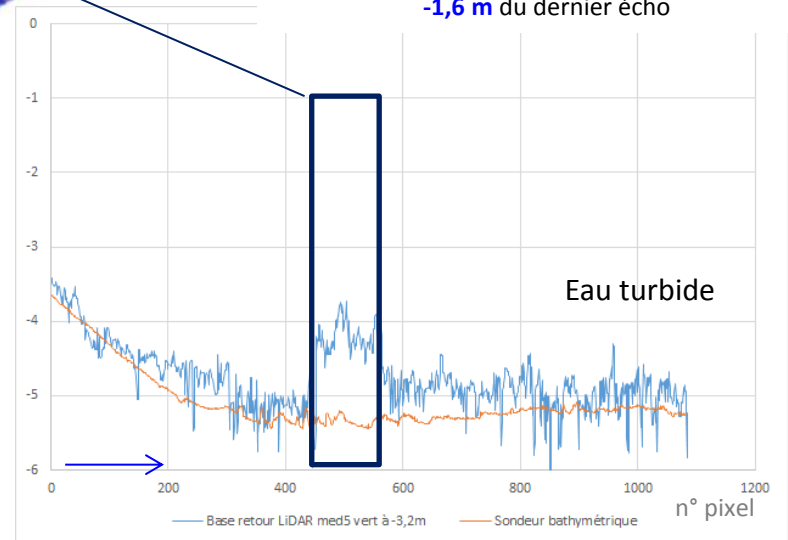
Avec hypothèse d'une base de retour d'onde à
-1,6 m du dernier écho

NGF

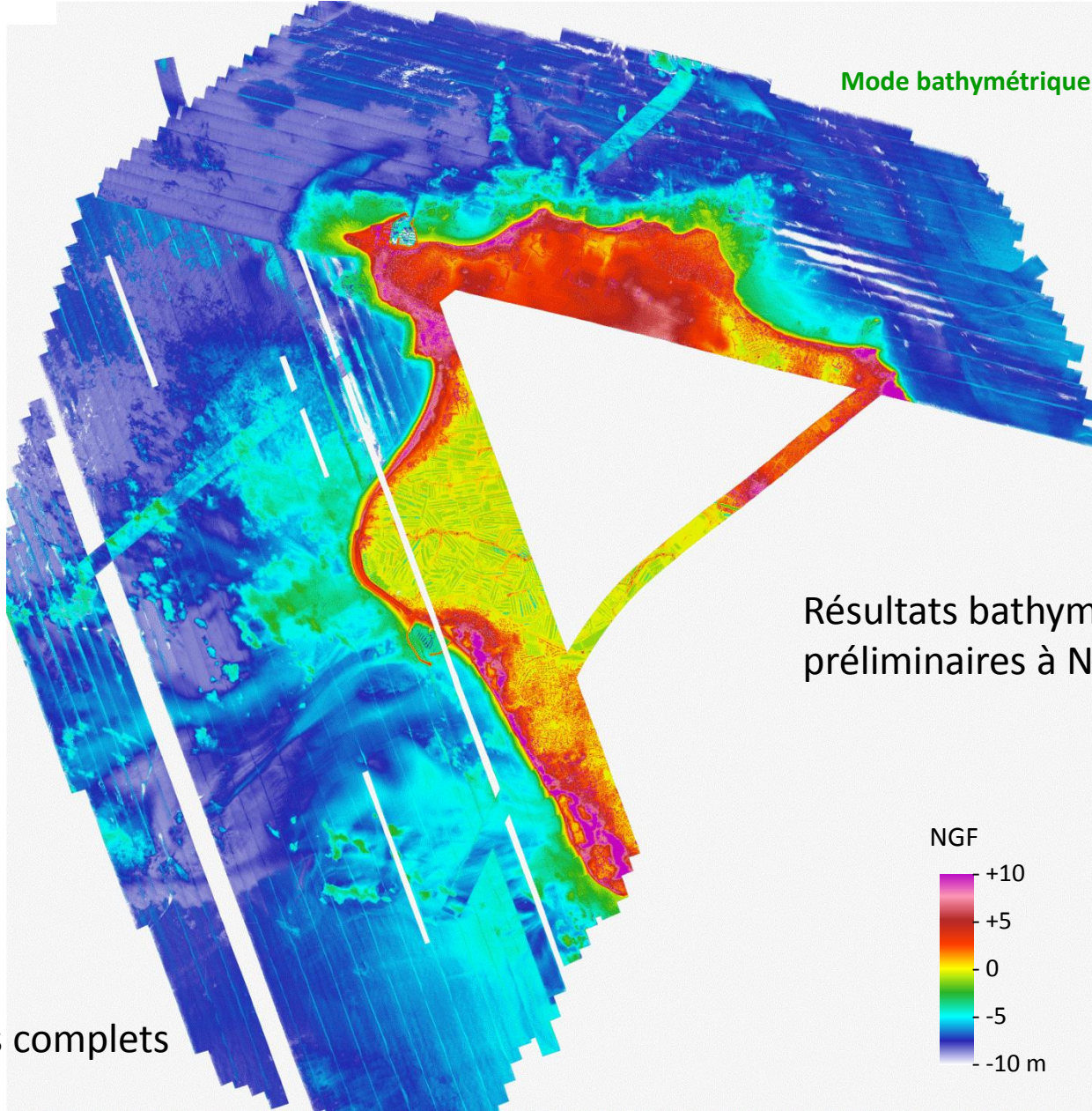
Eau turbide avec
clapot sous rafales
de vent

Eau turbide

Palette [-5.5 à -4 m]



Merci pour
votre
attention



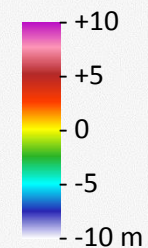
Mode bathymétrique 532 nm à 400 m

13/04/2017

14/04/2017

Résultats bathymétriques
préliminaires à Noirmoutier

NGF



Retours d'ondes complets