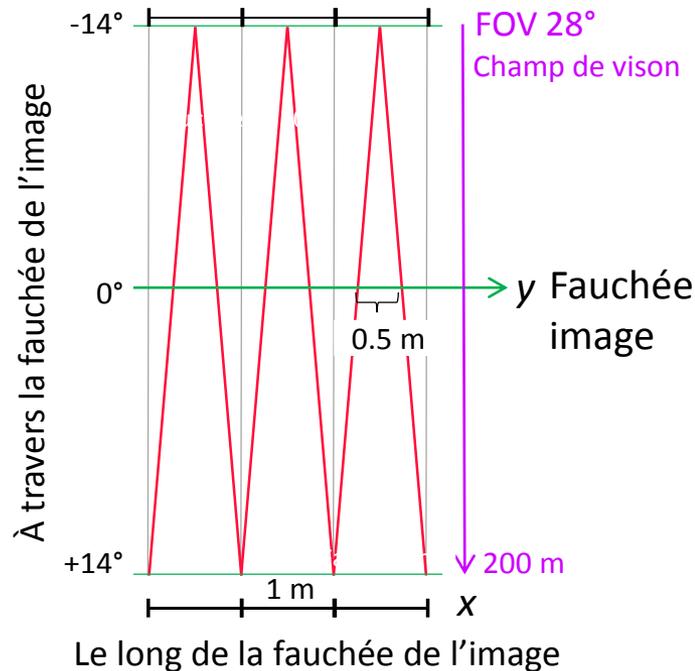


Campagne LiDAR aéroportée

Balayage du laser avec une densité de points
 4.5 m^{-2} pas trop élevée mais plus de puissance
 pour mieux pénétrer l'eau à 532 nm

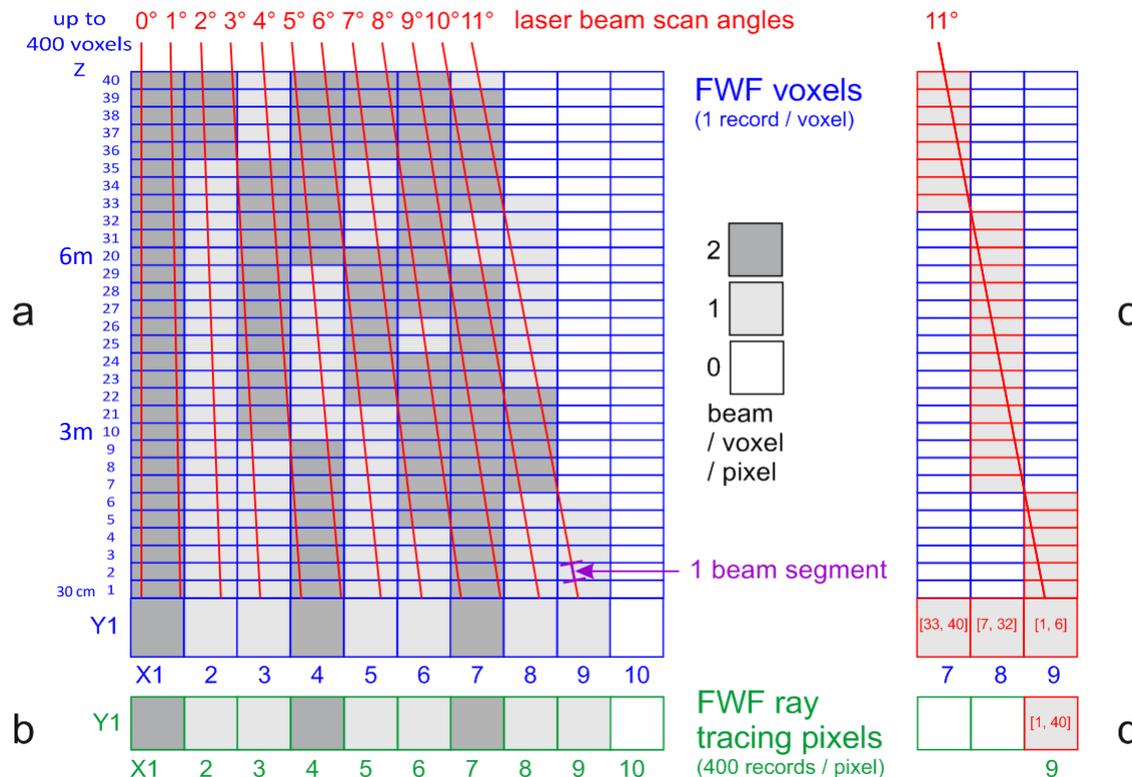
Vitesse avion entre 210 et 240 km/h



En bordure de bande d'acquisition ou fauchée, la distance entre les points de mesure au sol ou à la surface de l'eau est de 1m. Il faut donc construire des pixels de $1\text{m} \times 1\text{m}$ pour assurer un échantillonnage homogène (à pixel carré) de toute la scène.

Une augmentation de la densité de points ne change pas l'espace entre les lignes de balayage. Une diminution de cette densité de points augmente la puissance du laser en chaque point et favorise sa pénétration dans l'eau.

Un aller-retour laser enregistré en 1 nanoseconde parcourant 15 cm la résolution le long de ce parcours appelé **Range (R)** d'un faisceau LiDAR est de 15 cm sur chaque vecteur d'angle de balayage.



Manuel Giraud

Une voxelisation (1m × 1m × 0.15m) implique un rééchantillonnage avec une redistribution des enregistrements entre pixels (ou colonnes de voxels).

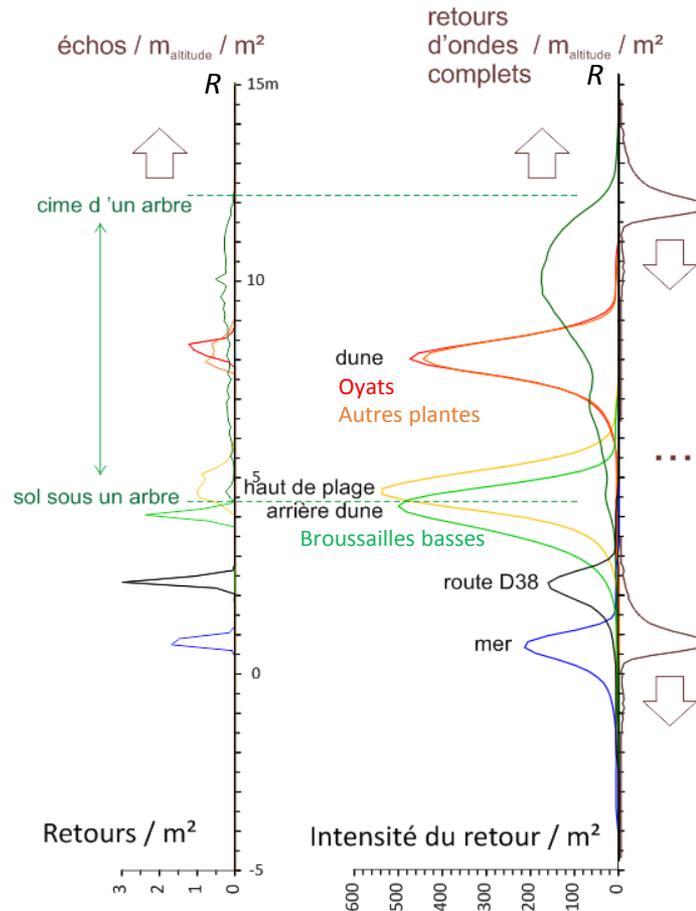
Une analyse par lancé de rayon préserve la géométrie initiale mais chaque **pixel (1m × 1m)** de **résolution R de 0.15m** doit donc être associé à un **angle d'incidence**.

Les intensités relatives des retours LiDAR étant dispersées sur toute la hauteur (Range R) de la végétation, l'intensité maximum retournée par un arbre haut est plus faible que celle d'une broussaille basse

L'approche LiDAR classique par comptage de points (échos) permet de différencier une végétation par la dispersion verticale de ses échos dans un volume alors qu'une route présentera des échos concentrés sur une surface.

Des classifications de dispersion des points peuvent ainsi permettre d'identifier une végétation.

Des classifications de formes géométriques planes sont elles utilisées pour identifier des bâtiments.



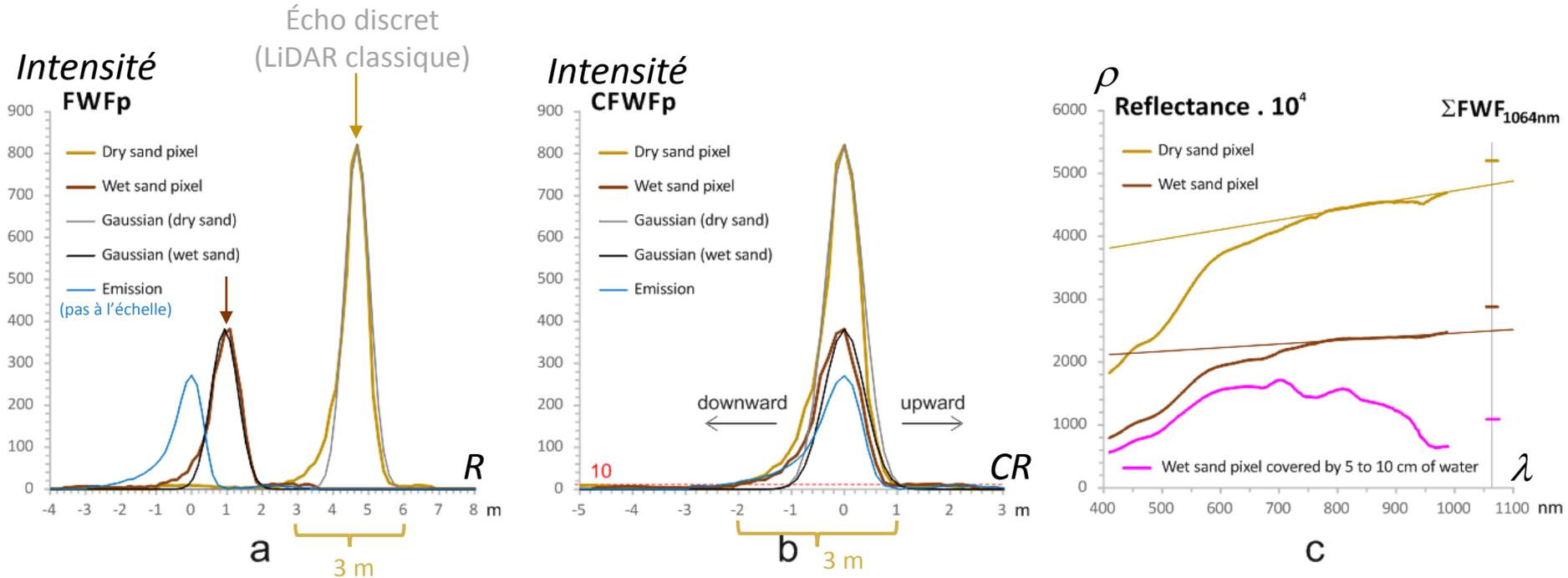
L'approche LiDAR par retour d'onde enregistre toutes les nanosecondes l'intensité d'une impulsion (pulse) LiDAR. La forme exacte émise à la sortie du LiDAR étant mal connue (car enregistrée avant optique et miroir) l'emploi de références au sol est commune.

En mode retour d'onde chaque surface est représentée par une fonction d'interaction entre le signal émis et une diversité de matériaux traversés.

Cette fois les surfaces des retours d'onde (à 1064 nm) de l'arbre haut et de la broussaille basse sont comparables.

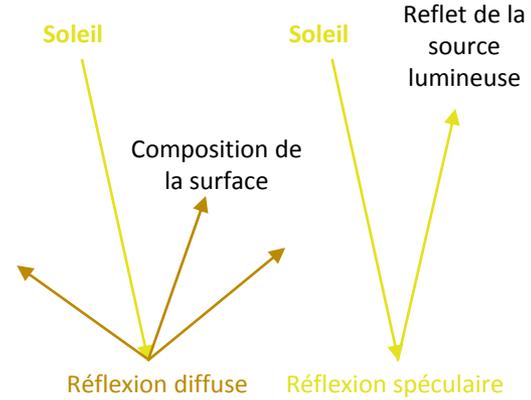
Remarquez la forme asymétrique du pulse d'émission

Le retour d'onde complet FWF (Full Wave Form) d'un pixel p n'est ni instantané ni gaussien puisque l'amplitude (*Intensité relative*) de son émission (à 1064 nm dans cet exemple) présente une base avec une longue fonction d'atténuation de 3 m.

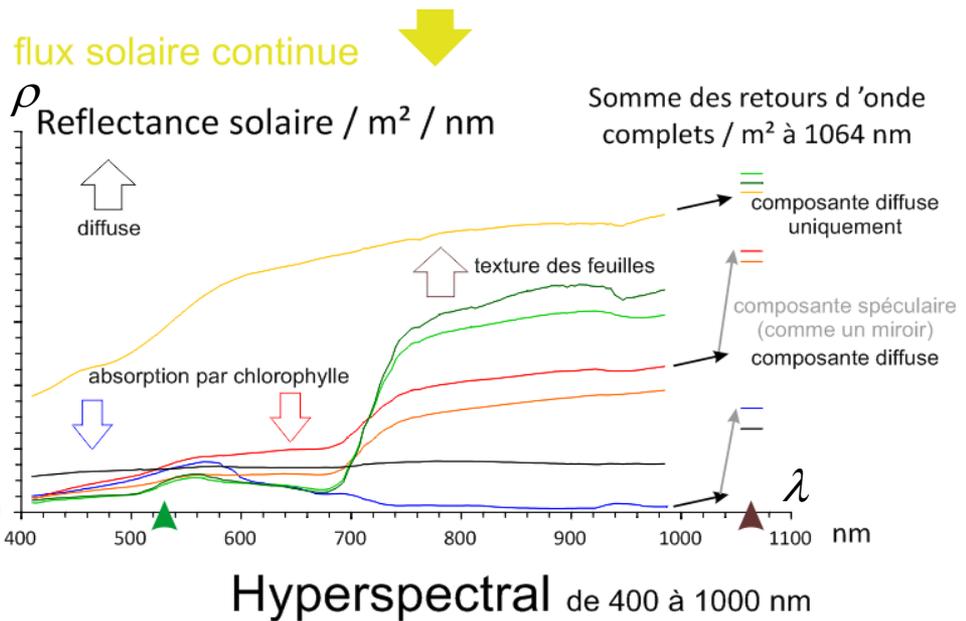


Le centrage des FWF de sables de plage sur leur maximum correspondant à leurs *échos discrets* permet de constater que les retours LiDAR déforment l'amplitude des intensités relatives. Il faut faire la somme des retours pour retrouver une intensité relative proportionnelle à la réflectance des mêmes pixels.

Un sable sec présentant des grains libres aux nombreuses interfaces favorisant la réflexion de la lumière il apparaît clair. La sable mouillé aux grains maintenus entre eux par une pellicule d'eau favorisant un allongement du parcours lumineux il apparaît relativement plus sombre sans que l'absorption de l'eau soit détectable. Une épaisseur d'eau plus conséquente est nécessaire pour qu'elle puisse être détectée spectralement.



Si la réflexion diffuse nous renseigne sur la composition d'une surface, le reflet d'une source d'éclairement par réflexion spéculaire ne nous renseigne que sur la source lumineuse (soleil, laser, ...)

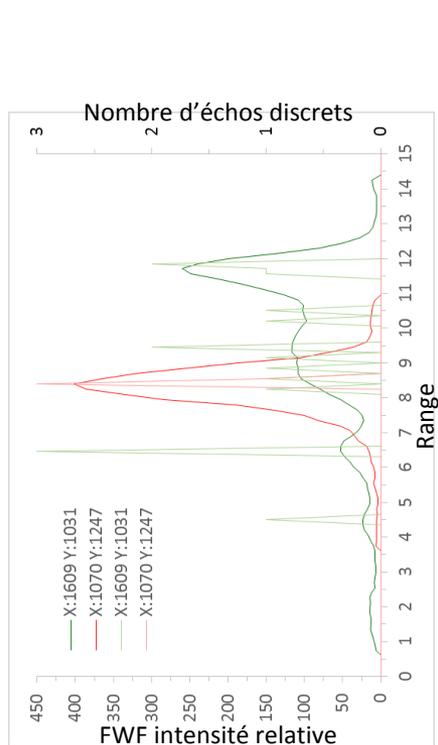


Seul le sable sec diffusant bien la lumière sans reflet présente une somme de retour d'onde équivalente à l'intensité de réflexion solaire mesurée sur une même longueur d'onde

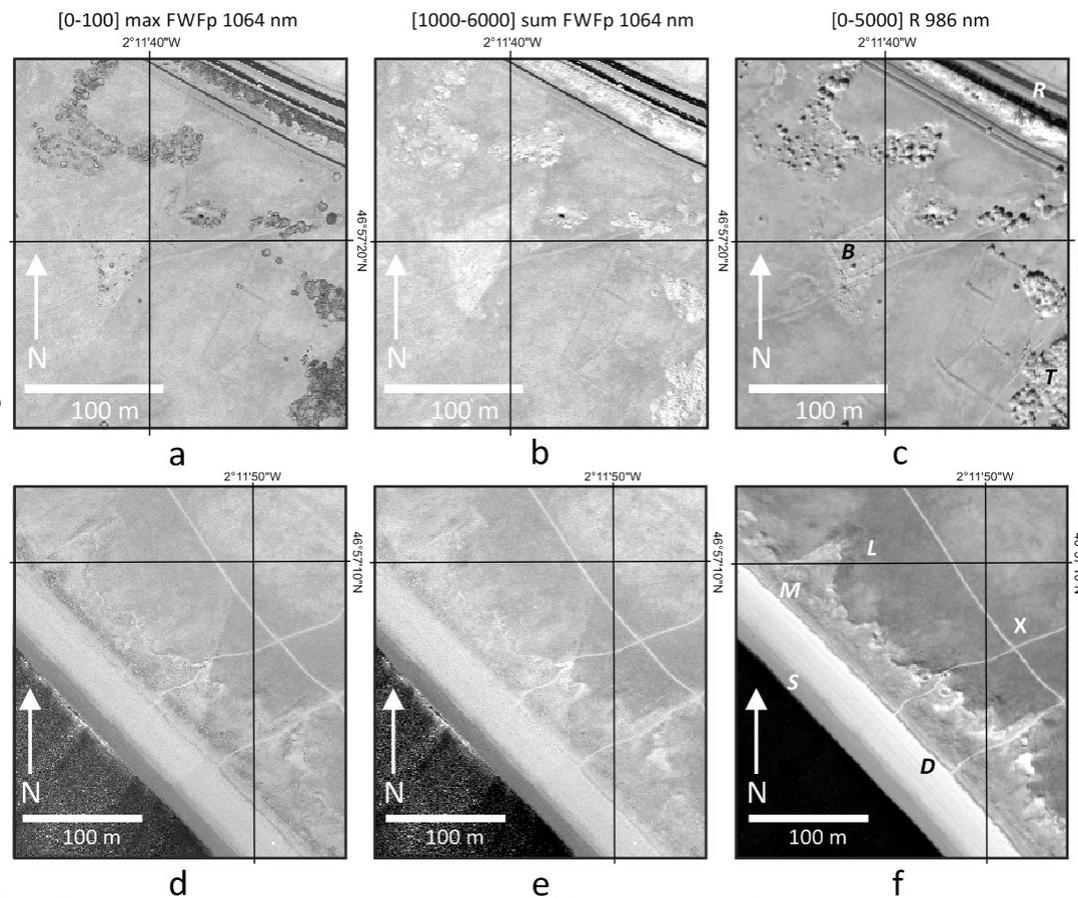
L'eau, l'asphalte et la végétation se caractérisent par des reflets ou retours spéculaires fréquents amplifiant l'intensité de leurs retours d'ondes.

Alors que l'eau absorbe la lumière à 1064 nm des reflets sur des rides de vent suffisent à créer des retours à la surface de l'eau

Sur cet exemple de la Tresson à **Noirmoutier** les intensités relatives des maximums de FWF font apparaître les arbres plus sombres que le sol alors que leur somme les fait apparaître plus clairs comme le font les images hyperspectrales de réflectances



FWF et échos discrets d'un pixel d'arbre et de **végétation basse** d'arrière dune



Des effets d'ombrage caractérisent l'image des réflexions solaires

Les retours d'onde LiDAR à 1064 nm présentent localement de fortes composantes spéculaires comme on peut le remarquer ci-dessus en mer.

Apport de l'imagerie hyperspectral (voir aussi intérêt du HSI)

22/09/2017

Réflectance
440
546
597

Acquisition
panoramique sur
le terrain

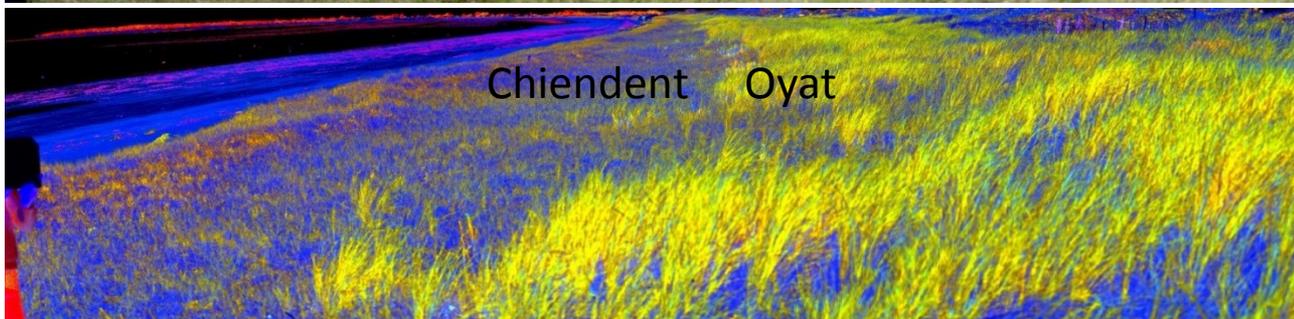


Chiendent / Oyat
plantes pionnières / plantes de stabilisation

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

NDRLI
NDGLI
NDVI

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

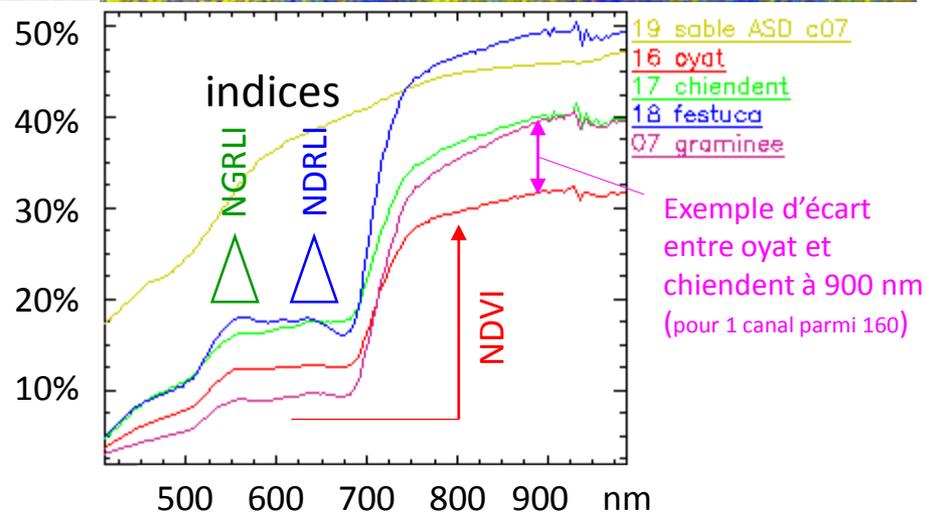


2) Spectrométrie par recherche de bandes d'absorption ou par calcul d'écart entre spectres de référence et spectres des images moyennés sur 160



09/02/2017

« comparaisons de signatures spectrales »

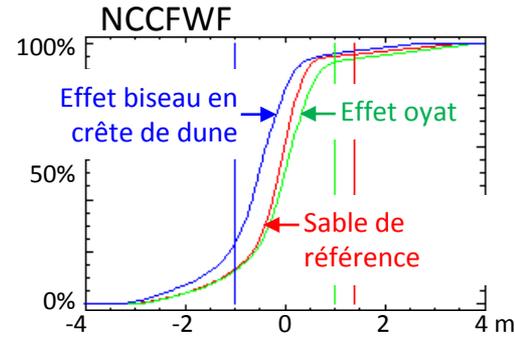
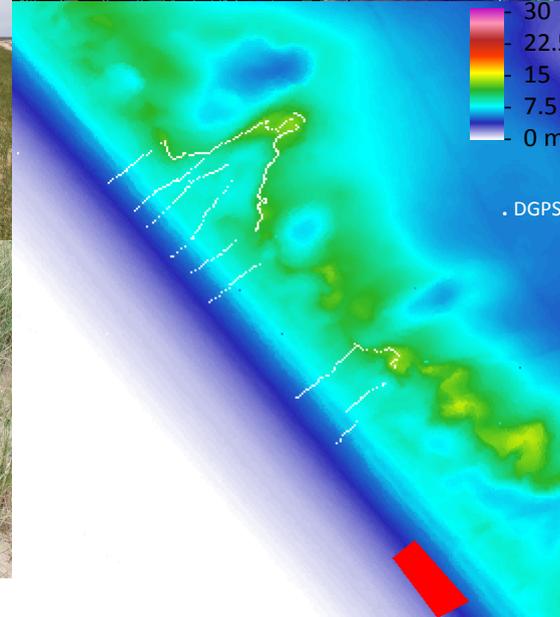
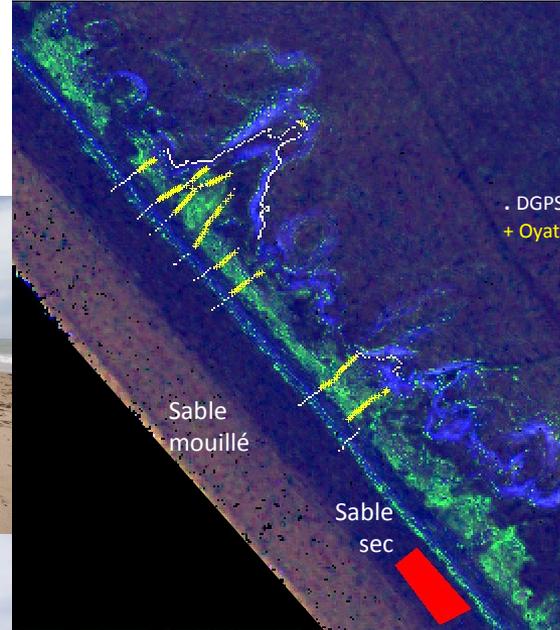


Thèse Giovanni Frati

Validation par DGPS à 1 an d'écart en 2018
(à 1 semaine d'écart en 2019)



Intensité (-1m 1m 1.4m) dNCCFWF 1064 nm



La distorsion du retour d'onde est plus facile à mesurer sur une fonction normée, cumulée et centrée NCCFWF

