

3D SOBLA

3D Simulation Of Bathymetric Lidar Acquisitions



Contexte

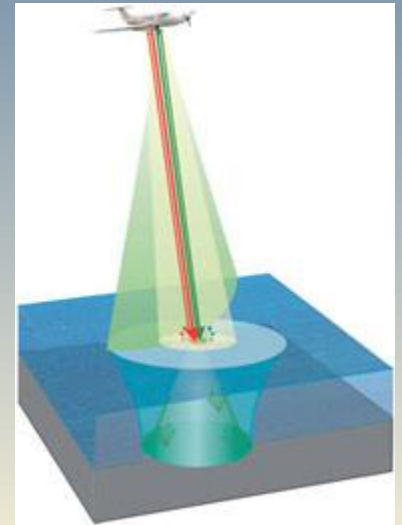
1. **Etude préliminaire** sur la faisabilité d'un lidar bathymétrique spatial , centrée autour de la question de la turbidité, paramètre principal conditionnant l'acquisition lidar.

➔ Autres facteurs limitant l'acquisition lidar:

- Etat de surface de mer
- Réflectance du fond
- Stratification de la colonne d'eau
- Taille des diffuseurs dans la colonne d'eau

↳ Mais aussi facteurs intrinsèquement intéressants:

- Caractérisation des habitats benthiques via la réflectance
- Quantification des blooms de phytoplancton via l'analyse des paramètres physiques.
- Quantification des transports hydro-sédimentaires via la turbidité.
- etc...



- ↓
2. **Simulateur d'acquisitions lidar sur données réelles :**

1ere phase: modèle direct pour comprendre l'impact de chaque paramètre sur la mesure lidar

2ieme phase: modèle inverse pour possiblement remonter du fullwave form aux paramètres physiques.

Agenda de 3D SOBLA

2012: Recueil des données Lidar aéroportées Litto3D, en simultané de données in situ radiométriques(éclairage, luminance), optiques(turbidité, fluorimétrie, granulométrie, diffusion), physiques(conductivité, température, salinité) . Dépouillement des données. Bibliographie. Essais sur simulateur IRSTEA.

2013: Réalisation d' un simulateur d'acquisition Lidar 3D intégrant des paramètres environnementaux réalistes :

- un modèle d'état de surface de mer 2D réaliste, basé soit sur un modèle déterministe non linéaire, soit sur un modèle aléatoire linéaire.
- une cartographie 2D des réflectances du substratum, établie à partir d'une bibliothèque spectrale et de données hyperspectrales.
- un modèle de transfert radiatif dans la colonne d'eau intégrant la taille des particules diffusantes et la stratification de la colonne d'eau.

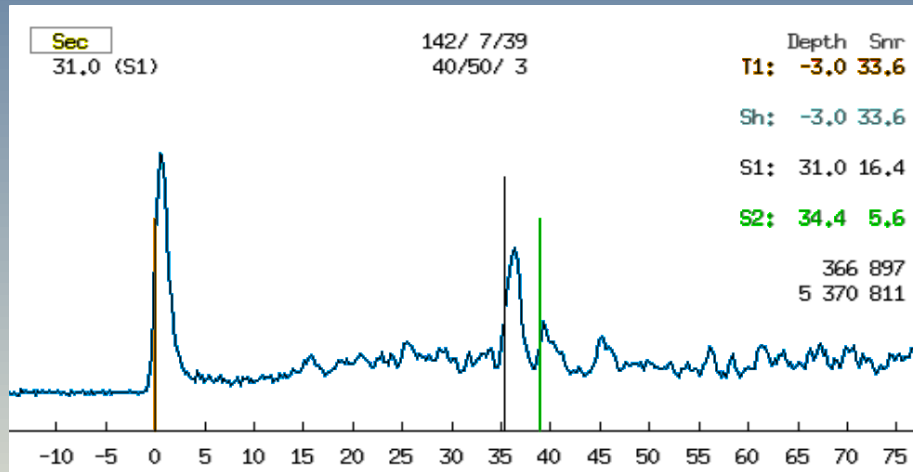
Application et validation du modèle direct dans deux contextes littoraux spécifiques (tempéré et tropical).

2014: Perspectives

- Intégration un modèle de transfert radiatif atmosphérique adapté au milieu côtier.
- Analyse de l'impact des phénomènes hydrodynamiques sur la mesure lidar (courants) et aussi la structure de la colonne d'eau (thermocline, front thermo-halin).
- Modélisation inverse.

Acquisitions des données

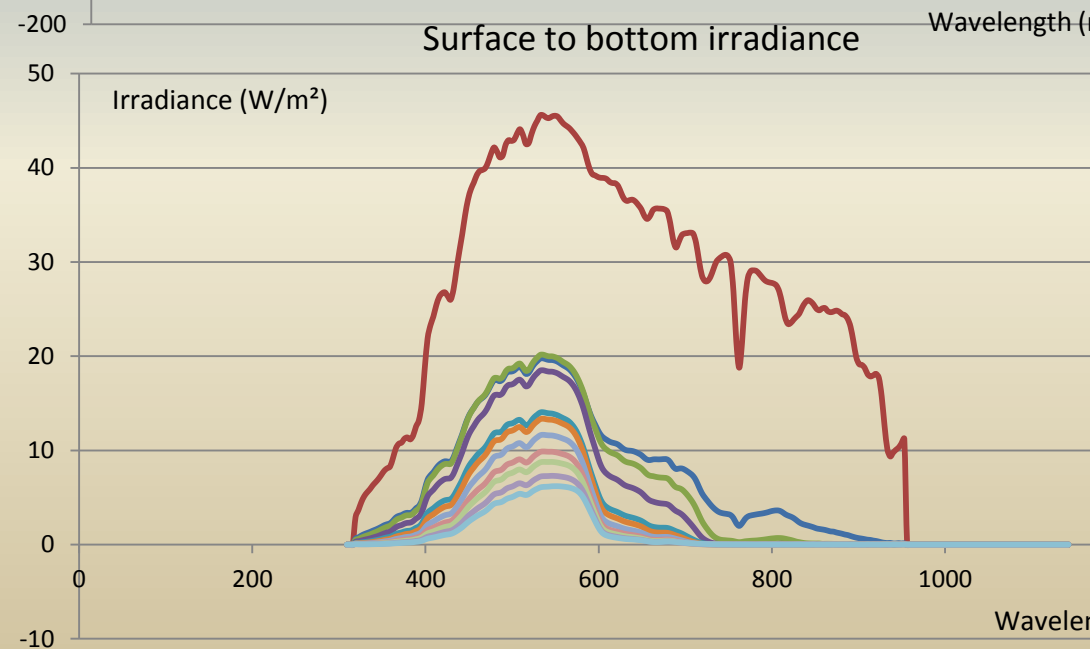
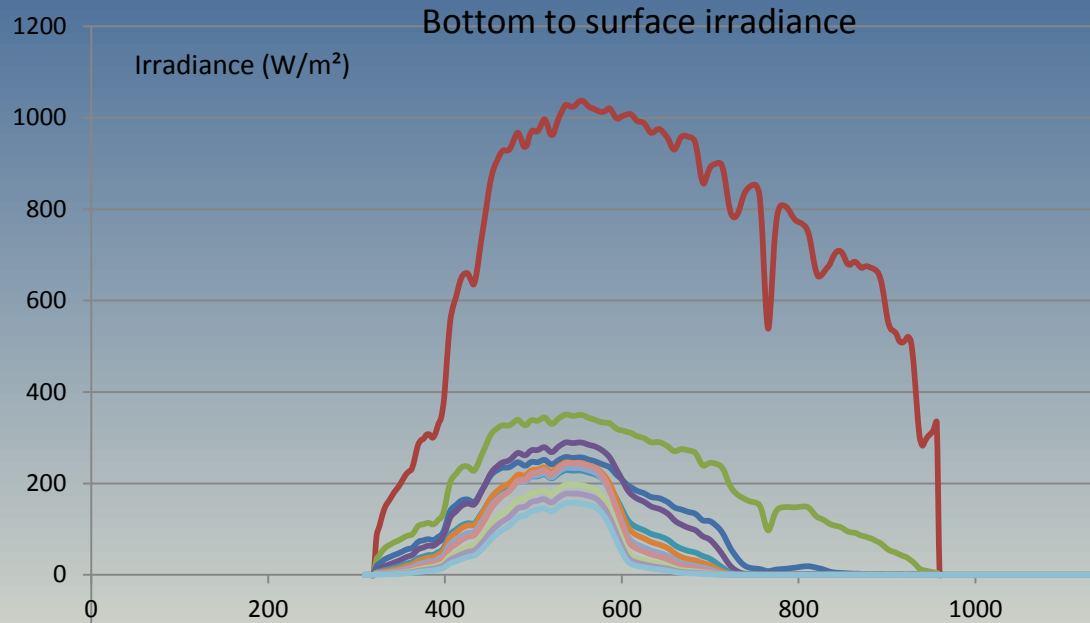
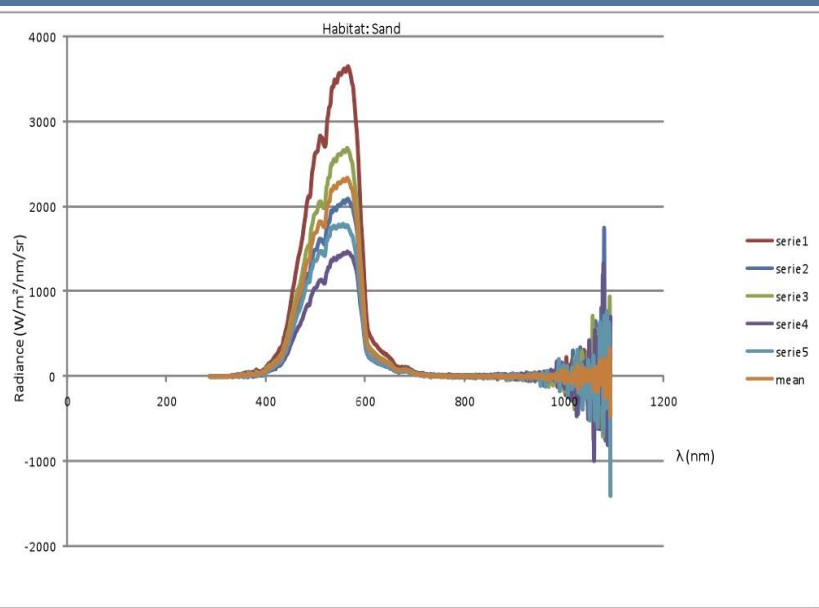
- Données Lidar LADS MK III en full wave form à partir de Litto3D®



- Données in situ acquises en simultané:
 - radiométriques (éclairage, luminance)
 - optiques (turbidité, fluorimétrie, granulométrie, diffusion)
 - physiques (conductivité, température, salinité)

Ces données sont acquises pour caractériser au mieux les paramètres physiques et biologiques de la colonne d'eau, et fournir une vérité terrain. Cette donnée servira à recalibrer les données lidar d'une part et constituera une entrée du simulateur d'autre part.

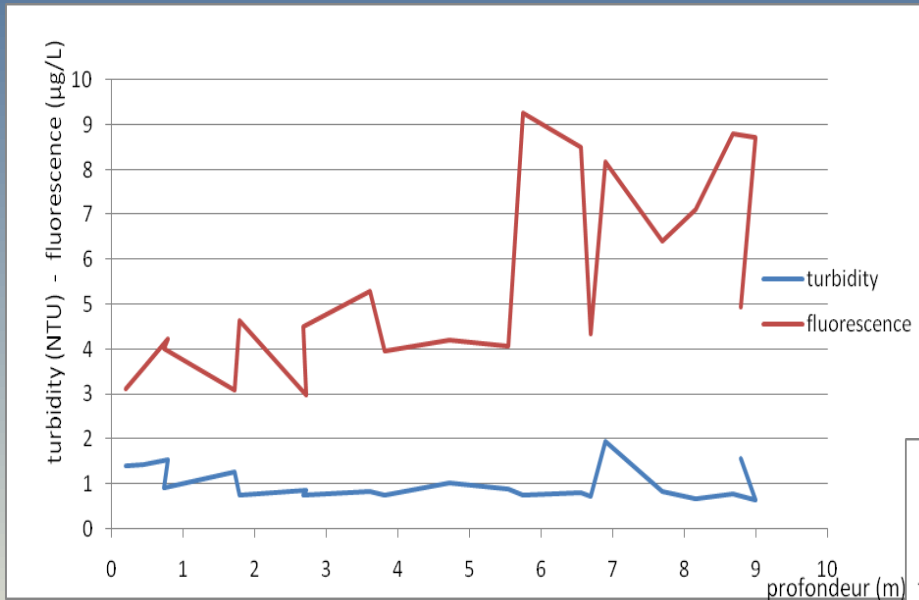
Données radiométriques



Relevés de luminance sur l'habitat de sable de Lanvéoc, 06/03/2012, à 10m, acquis à différentes stations par le spectro-radiomètre GER 1500.

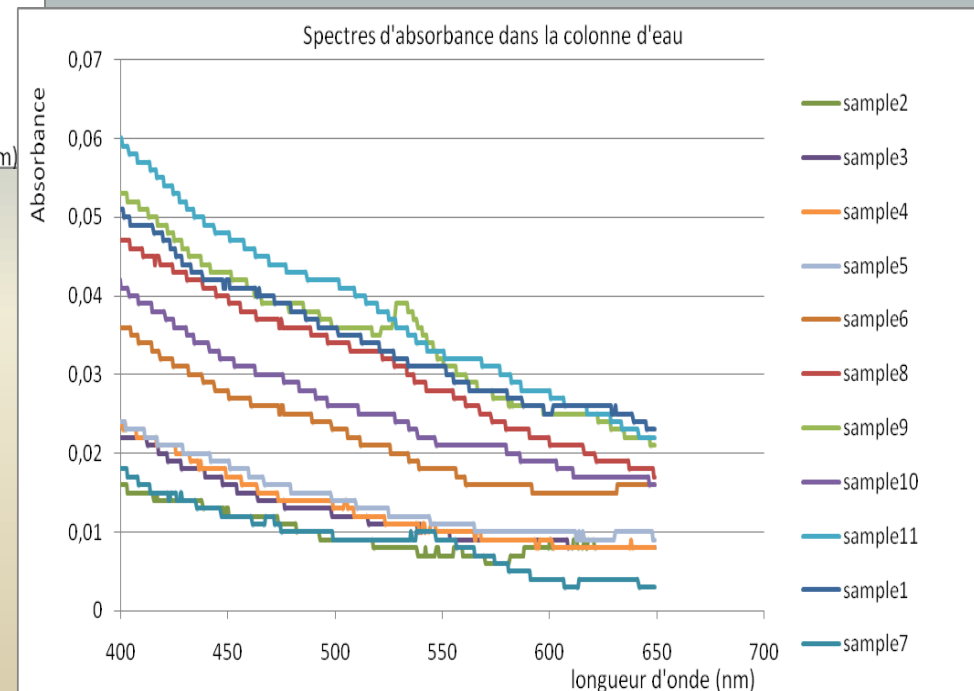
Eclairement (W/m^2) ascendant et descendant relevé par la sonde Ramsès Trios sur l'Anse de Bertheaume, le 28/03/2012, à 10m.

Données optiques

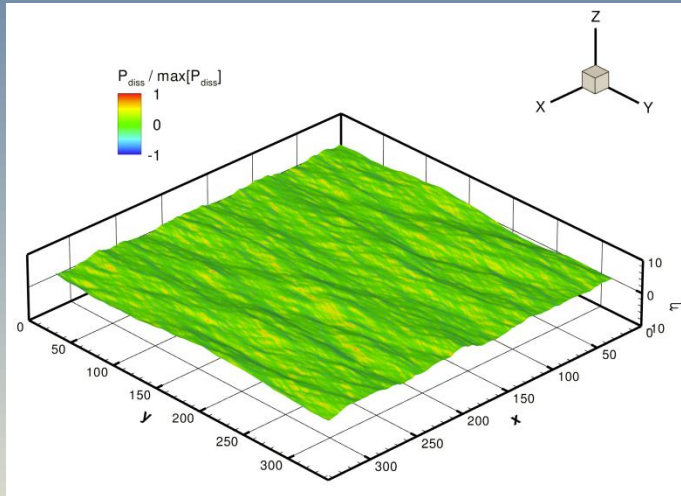


Profils de turbidité et fluorescence relevés dans la colonne d'eau dans l'Anse de Bertheaume, le 28/03/2012 au point 48°20.317'N / 4°41.730'W. Entre 7 et 8m se trouve un pic de turbidité à 2 NTU qui coïncide avec le pic d'absorbance à 529 nm

Spectres d'absorbance de différents échantillons d'eau prélevés à diverses immersions dans la colonne d'eau. Anse de Bertheaume, 28/03/2012 au point 48°20.317'N / 4°41.730'W. A la profondeur de 7-8m (sample9), un pic d'absorbance à la longueur d'onde 529 nm (vert) signale la présence d'un bloom de phytoplancton (identifié a priori comme l'espèce phytoplanctonique Rhizosolenia)



Modélisation: Etat de surface de mer



Extrait de thèse *Perrignon 2011*

Modèle déterministe non linéaire intègre:
-répartition des pentes des vagues capillaires (vagues de petites longueurs d'onde)
-vagues dites de gravité (vagues de grandes longueurs telles que la houle)

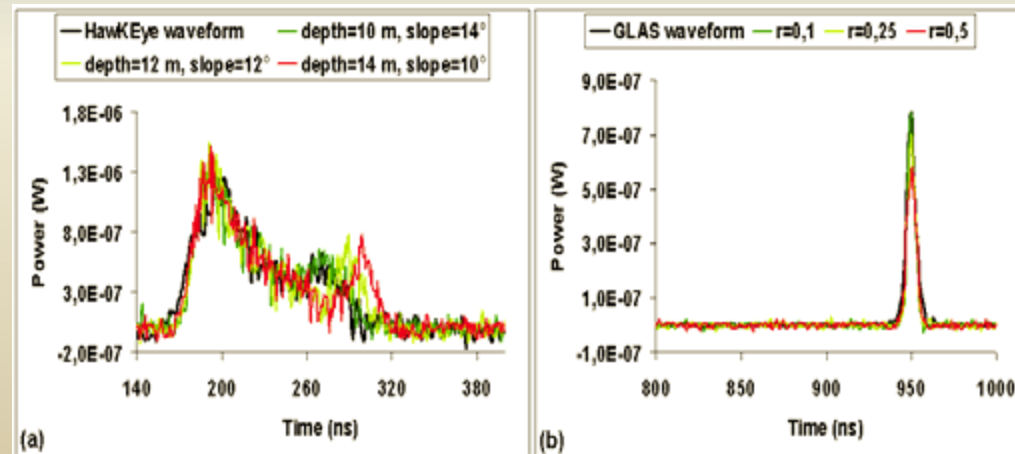
Ce modèle permet de :
-quantifier l'impact de la surface de mer sur le signal lidar ainsi que l'impact des non-linéarités en alternative à l'approche géométrique Cook-Torrance développée dans Wa-LID.

Modélisation: transfert radiatif dans la colonne d'eau

Base: modèle existant développé par l'IRSTEA: Wa-LID

Apport: -passage 1D → 3D

- stratification de la colonne d'eau en plusieurs couches homogènes superposées. Simulations des trajets optiques par lancer de rayons.
- prise en compte de la taille des particules comme diffuseurs potentiels (application particulière d'un bloom de phytoplancton).
- confrontation des résultats avec Hydrolight.



Comparison between observed waveforms (Hawkeye and GLAS) and three simulated waveforms. (a): Hawkeye for different water depths and bottom slopes, (b): GLAS for different roughness values.

Habdallah H. 2012

Modélisation: carte de réflectance du fond

Le signal Lidar est fortement contraint par la nature du fond suivant l'habitat rencontré (par exple sable très réfléchissant ou tapis d'algues très absorbant)

Par inversion d'un modèle de transfert radiatif atmosphère – surface – colonne d'eau – fond à partir d'images optiques passives hyperspectrales recueillies lors du premier volet Litto3D®.

Validation des cartes de réflectance avec la bibliothèque spectrale établie à partir des mesures radiométriques in situ.

Exploitation du simulateur pour la prospective de capteurs spatiaux bathymétriques

Perspectives

- Intégration d'un modèle de transfert radiatif atmosphérique côtier pour les applications aéroportées et spatiales.
- Inversion du modèle direct afin de pouvoir caractériser les paramètres physiques, voire biologiques de la colonne d'eau, à partir du waveform lidar.
- Couplage d'un modèle hydrodynamique pour mesurer l'impact des courants (marées, houle, cf. étude en cours Ifremer).
- Intégrer des structures thermohalines plus complexes (front thermohalin, thermocline saisonnière)