

Développement d'un instrument de mesure des propriétés directionnelles et polarisées des particules marines en milieu côtier

Malik CHAMI, Edouard LEYMARIE, Alexandre
THIROUARD

Laboratoire d'Océanographie de Villefranche



Plan de l'exposé

I. Problématique

II. Méthodologie

III. Plan de travail

IV. Personnels impliqués

V. Résultats préliminaires

VI. Conclusions

I. Problématique

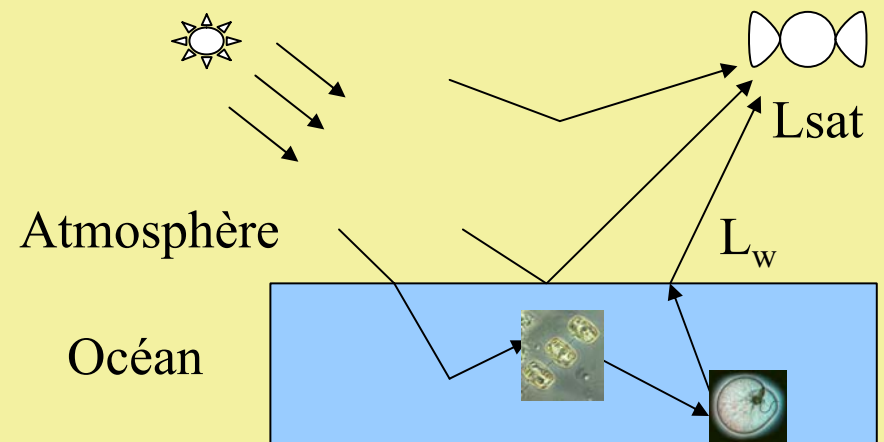
Phytoplancton :

- Micro-organisme unicellulaire marin
 - 1^{er} maillon de la chaîne alimentaire marine → source de nourriture pour les poissons
 - Conversion du CO₂ en carbone organique → impact sur le cycle du carbone global et le climat
 - Contient le pigment chlorophylle « a » (chl_a) → absorption du rayonnement dans le bleu
- phytoplancton influence la couleur de la mer
- énergie sortante de l'eau (i.e., luminance L_w) dépend de Chl_a



Couleur de l'océan

L'observation des océans par satellite permet d'obtenir des informations sur le contenu de l'eau en phytoplancton



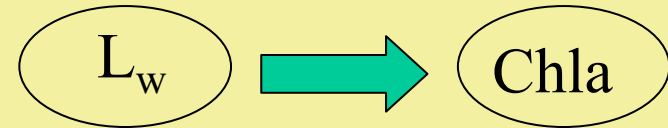
Problématique (2)

Problème inverse de la couleur de l'océan

Estimer les paramètres biogéochimiques (chl_a, carbone organique particulaire,...) à partir de L_w

En océan ouvert :

- Phytoplancton est dominant
- Inversion basée sur des relations empiriques



En milieu côtier :

- Propriétés optiques du phytoplancton sont mélangées avec celles des constituants d'origine terrigène (matières minérales et détritiques)
- problème inverse est très complexe

→ prise en compte de contraintes physiques additionnelles pour converger vers une solution : directionnalité et polarisation du rayonnement océanique

Polarisation = champs électrique de l'onde a une orientation privilégiée dans l'espace

Problématique (3)

Apport de la directionnalité et de la polarisation du rayonnement en milieu côtier

Résultats théoriques (Chami et Defoin, 2007; Chami, 2007)

- Estimation de la contribution des matières minérales en présence de phytoplancton
- Estimation des propriétés de diffusion par les matières minérales améliorée d'un facteur 3 à 4

Limitations

- Absence d'instrumentation adaptée (commercial ou non) pour les validations terrains
- Nécessité de caractériser *in-situ* l'influence des particules marines sur la polarisation du rayonnement océanique

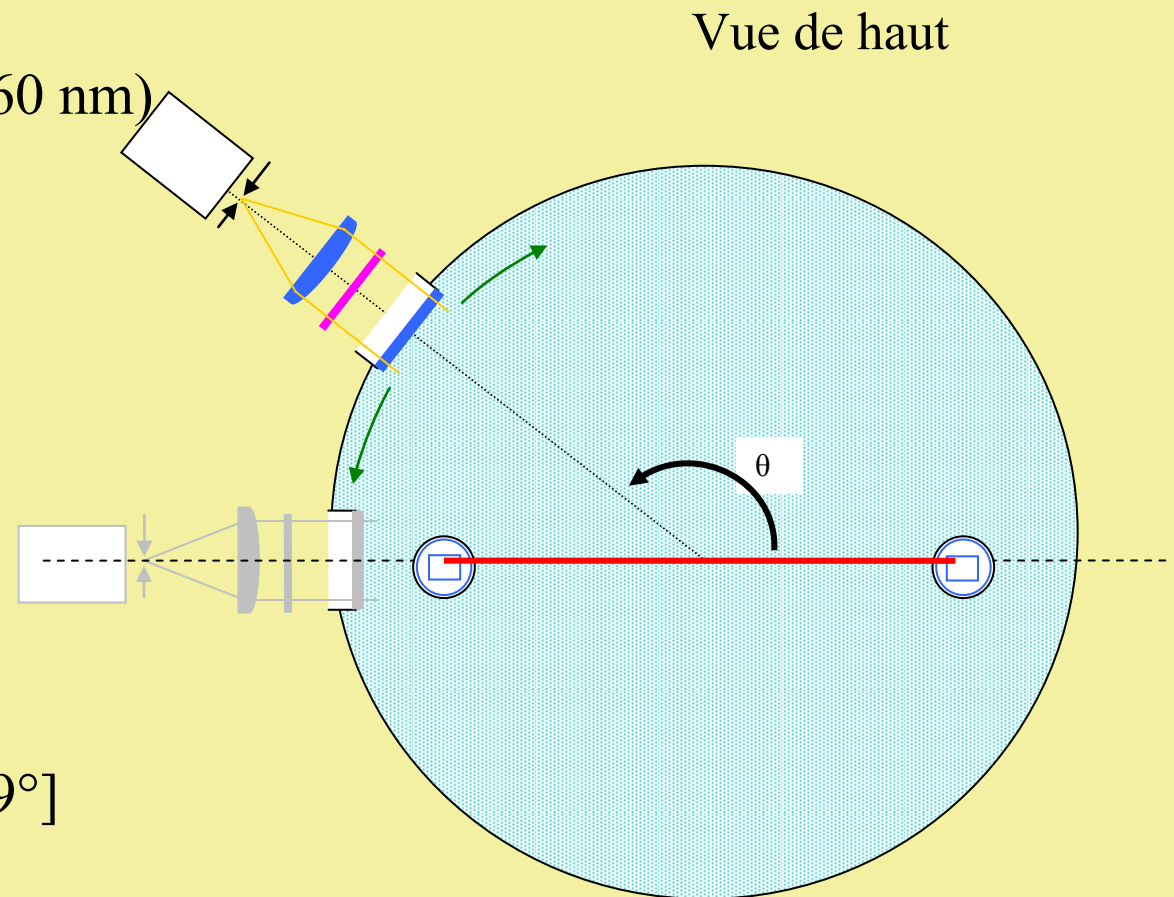
II. Méthodologie

Développement d'un instrument de mesure d'indicatrices de diffusion des particules marines en polarisation

- Indicatrice de diffusion = intensité $I(\theta)$ diffusée dans une direction θ par un volume V éclairé par une source lumineuse

Concept de l'instrument

- 4 sources lasers (405, 442, 532, 660 nm)
- système périscopique
- bassin cylindrique tournant



Originalité et avantages

- Gamme angulaire large : $\theta=[1^\circ-179^\circ]$
- Peu sensible aux réflexions indésirables

III. Plan de travail

Démarrage du projet : février 2007

1. Etudes théoriques du concept pour minimiser et estimer les erreurs instrumentales

→ utilisation d'un code de Monte Carlo

2. Réalisation du prototype 1 (Juin 2008)

→ un seul laser, bassin, système périscopique, détecteur tournant

3. Réalisation du prototype 2 (Janvier 2009)

→ 4 source lasers, contrôle et analyse de la polarisation piloté par ordinateur

→ instrument de paillasse utilisable sur un navire océanographique

4. « Marinisation » du prototype 2 (Juin 2010)

→ mesures in-situ dans la colonne d'eau

Réalisation des pièces mécaniques – Prototype 1 (OOV-OCA)

plateau supérieur



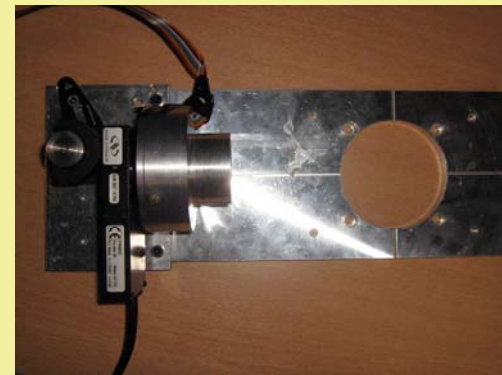
fenêtre d'observation



couvercle bassin



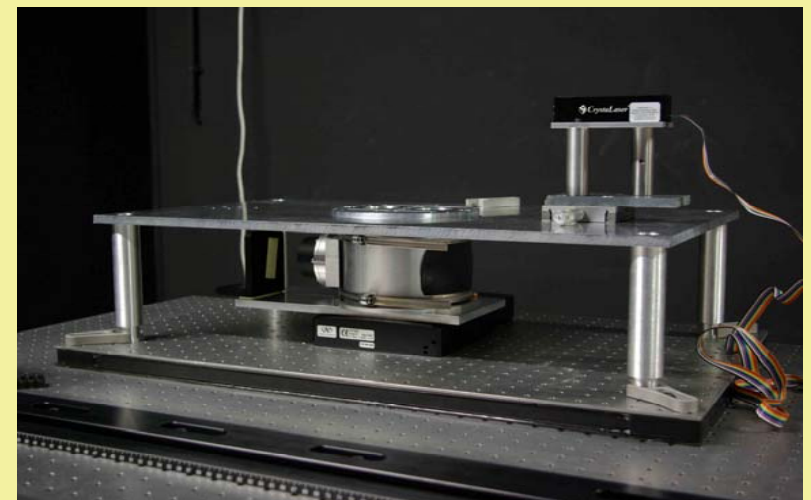
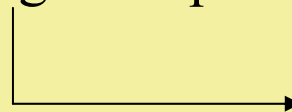
boîtier détecteur fixé sur plaque tournante



bassin complet



montage complet



IV. Personnels impliqués

Observatoire Océanologique de Villefranche

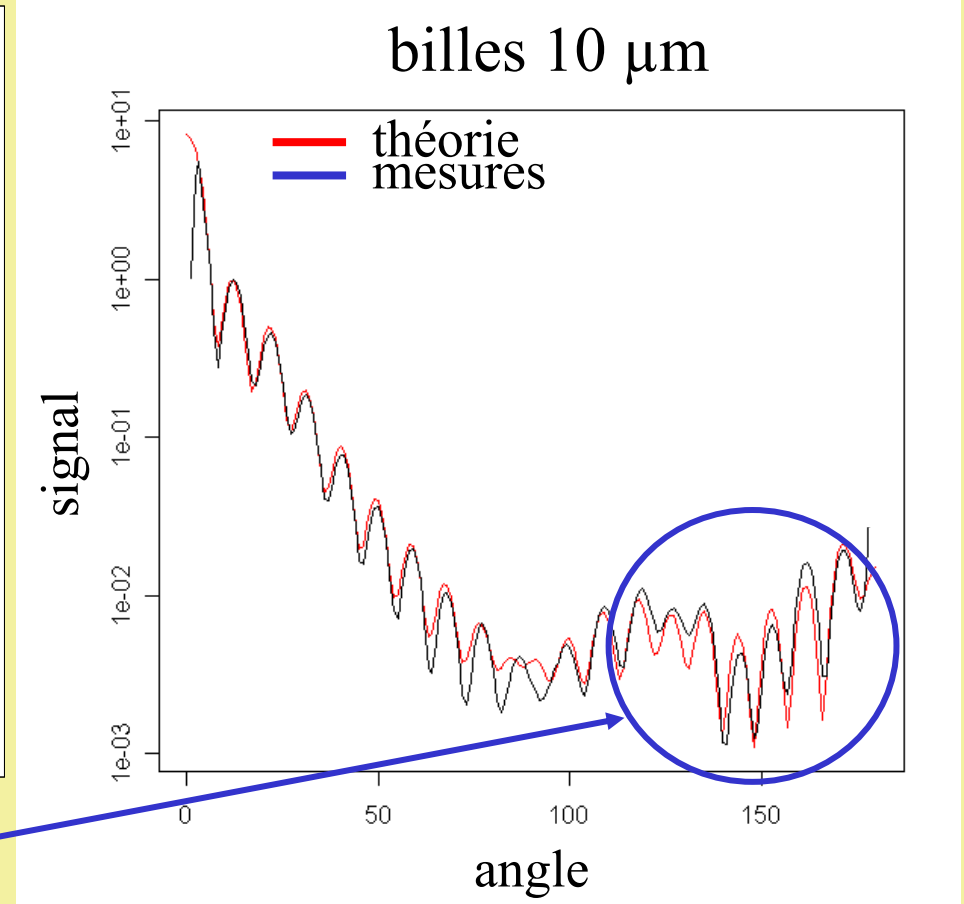
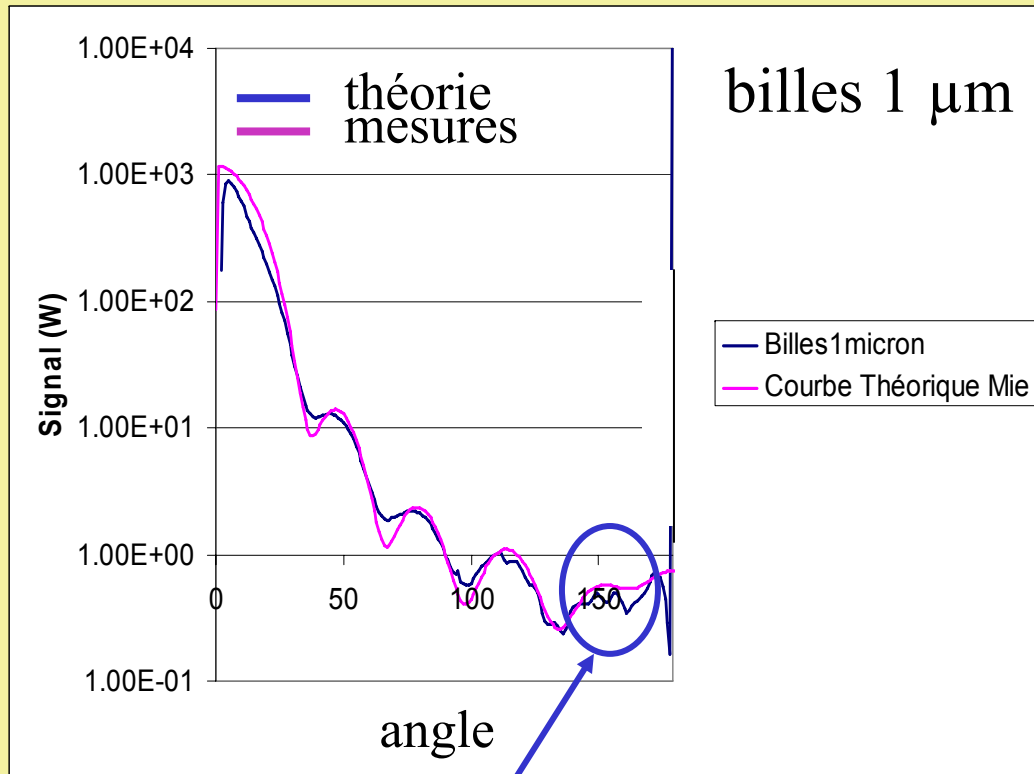
Nom	Prénom	Spécialité
CHAMI	Malik	physique (Resp. Projet)
LEYMARIE	Edouard	optique instrumentale
THIROUARD	Alexandre	optique instrumentale
LOUIS	Francis	électronique
TANGUY	Eric	mécanique

Observatoire Côte d'Azur

Nom	Prénom	Spécialité
ROUSSEL	Alain	mécanique (Resp. Service)
BACCELLI	Christian	mécanique
BONHOMME	Serge	mécanique

V. Résultats préliminaires

- Calibration avec billes latex sphériques
 - propriétés optiques de diffusion connues par la théorie



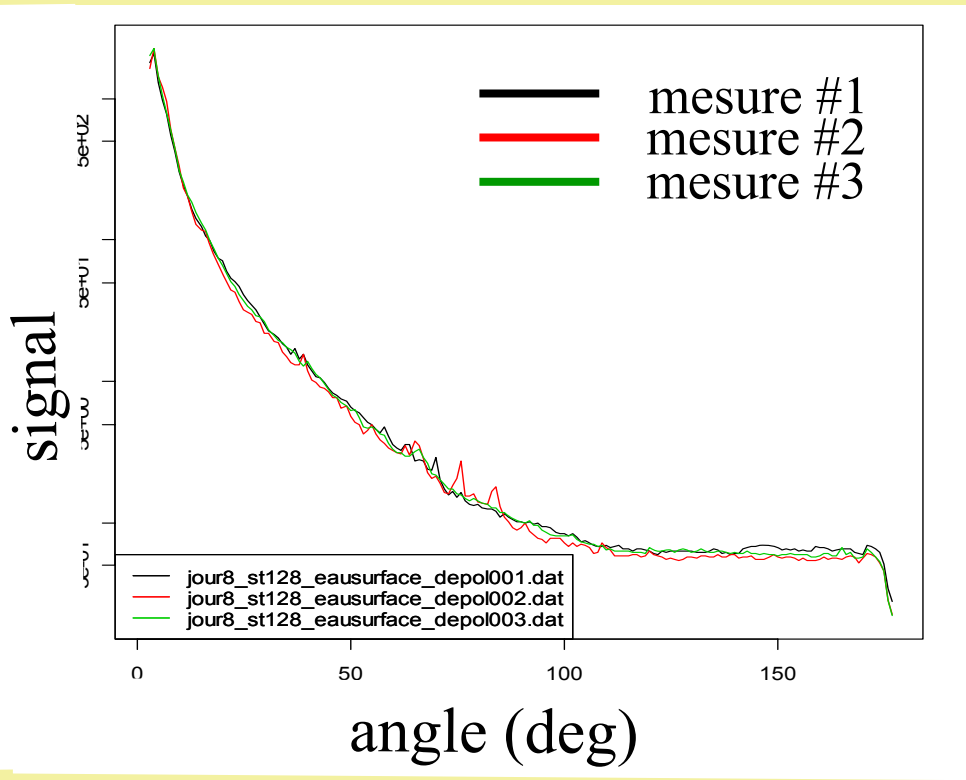
- pas de réflexions indésirables en rétrodiffusion

➔ comparaison très satisfaisante et reproductible

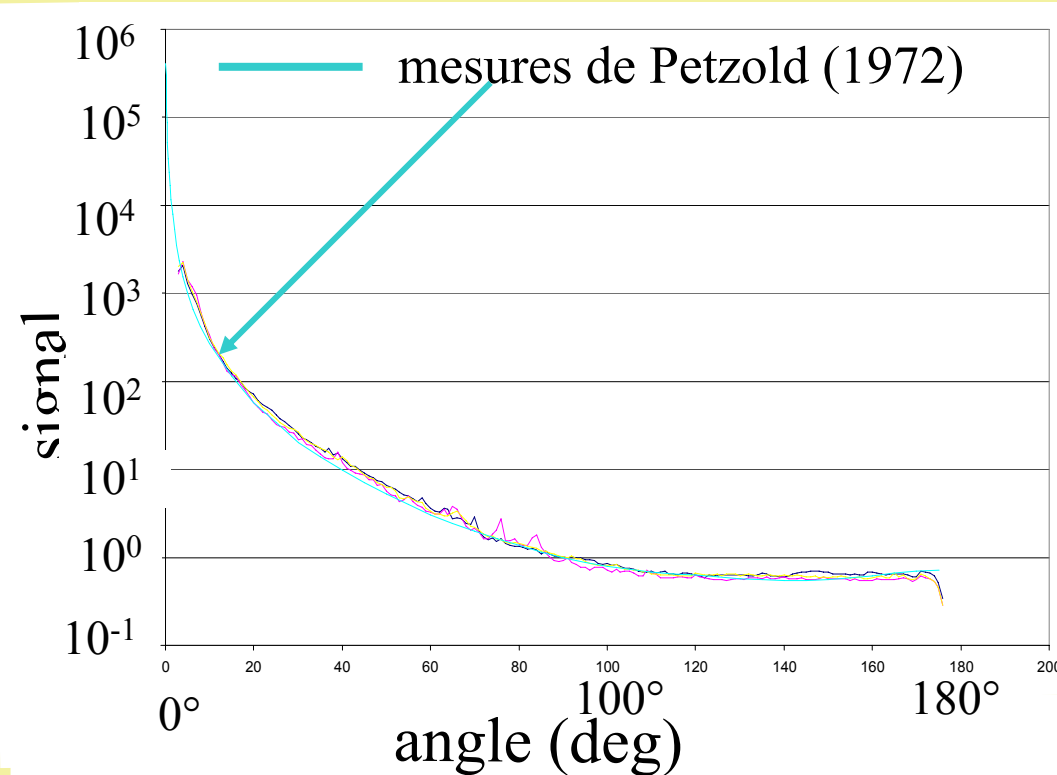
V. Résultats préliminaires (2)

- Echantillons naturels collectés en zones côtières (Golfe du Lion)

- répétabilité de la mesure



- comparaison avec une indicatrice de diffusion mesurée par Petzold (1972)



- pas d'effet de bulles dans les échantillons ($\sim 80^\circ$)
- résultats comparables aux mesures prises par un autre instrument



prototype #1 fonctionnel

VI. Conclusions

- Estimation de la biomasse phytoplanctonique et matières minérales en zone côtière par satellite
 - cycle du carbone
 - changement climatique
- Développement d'un instrument **unique** dans la communauté de l'océanographie optique nationale et internationale
 - **Projet novateur soutenu par le CNES et l'Université Pierre et Marie Curie**
- Premiers résultats très encourageants pour la réalisation des prototypes #2 (i.e., multispectral) et #3 (version in-situ immergeable)