

# 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

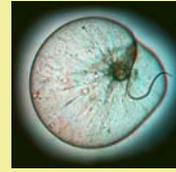
V. Résultats préliminaires

VI. Conclusions

# I. Problématique

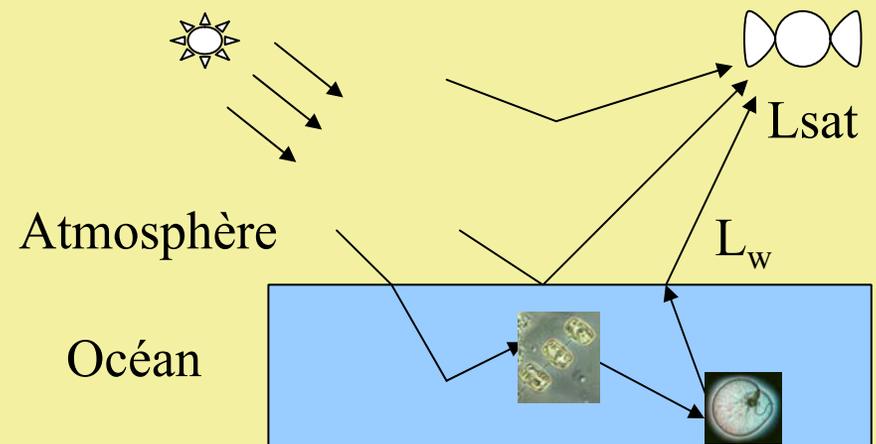
## Phytoplancton :

- Micro-organisme unicellulaire marin
  - 1<sup>er</sup> maillon de la chaîne alimentaire marine → source de nourriture pour les poissons
  - Conversion du CO<sub>2</sub> en carbone organique → impact sur le cycle du carbone global et le climat
  - Contient le pigment chlorophylle « a » (chl<sub>a</sub>) → 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<sub>a</sub>



## Couleur de l'océan

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



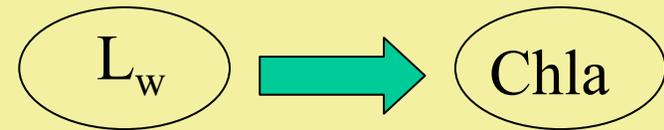
# Problématique (2)

## Problème inverse de la couleur de l'océan

Estimer les paramètres biogéochimiques (chl<sub>a</sub>, 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

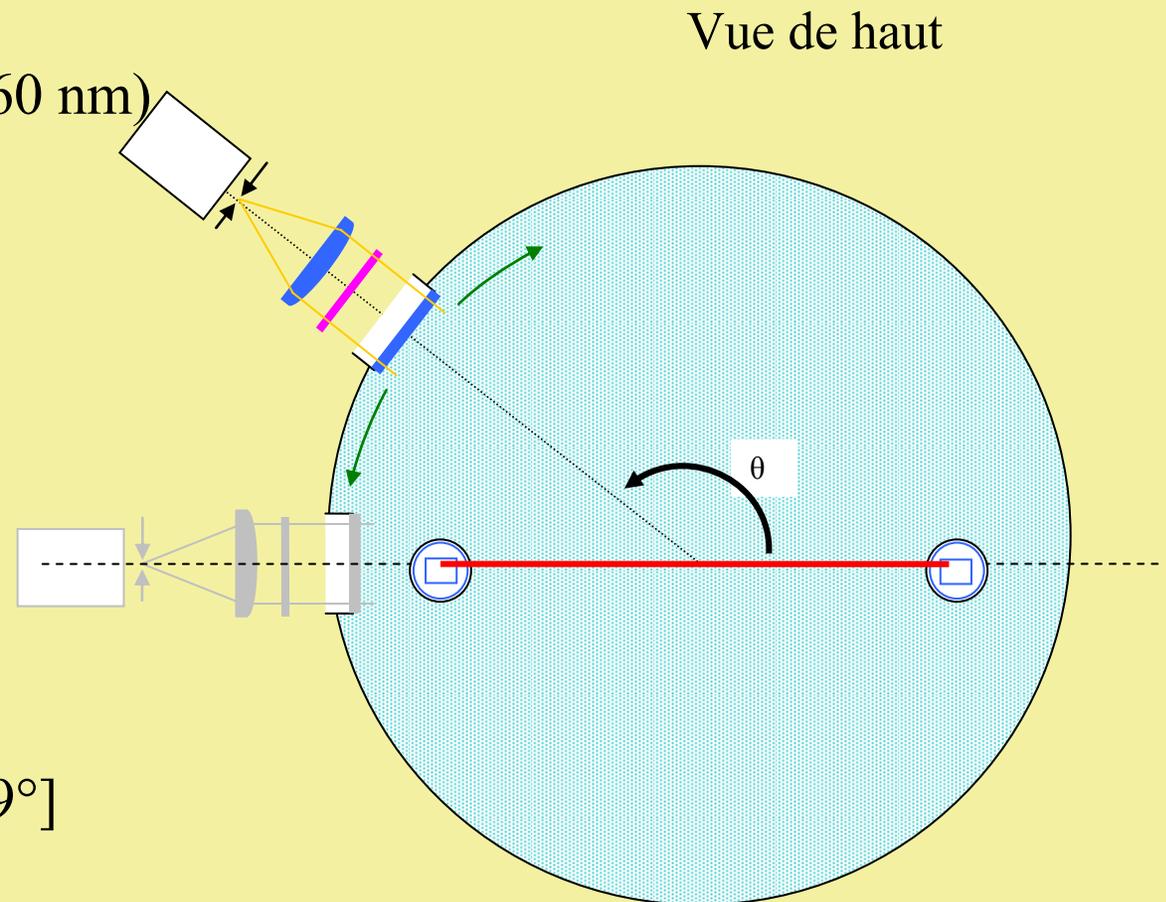
## II. Méthodologie

### 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  $\theta$  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



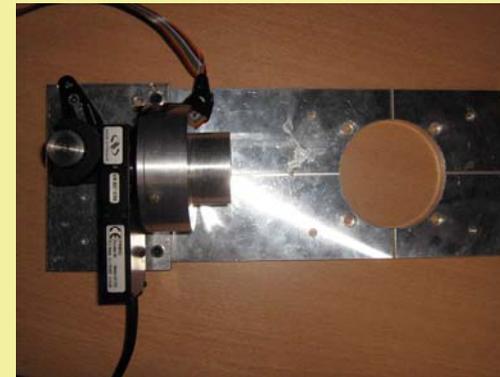
fenêtre d'observation



couvercle bassin



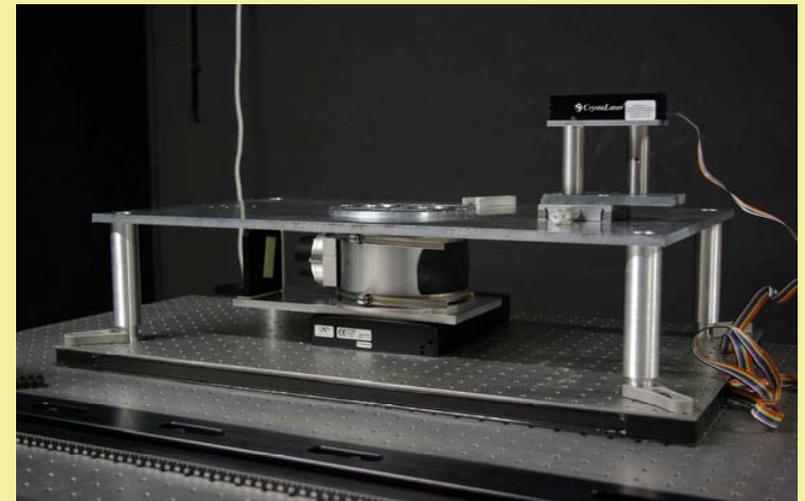
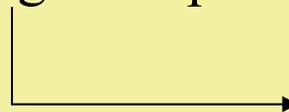
boîtier détecteur fixé sur plaque tournante



bassin complet



montage complet



## IV. Personnels impliqués

### Observatoire Océanologique de Villefranche

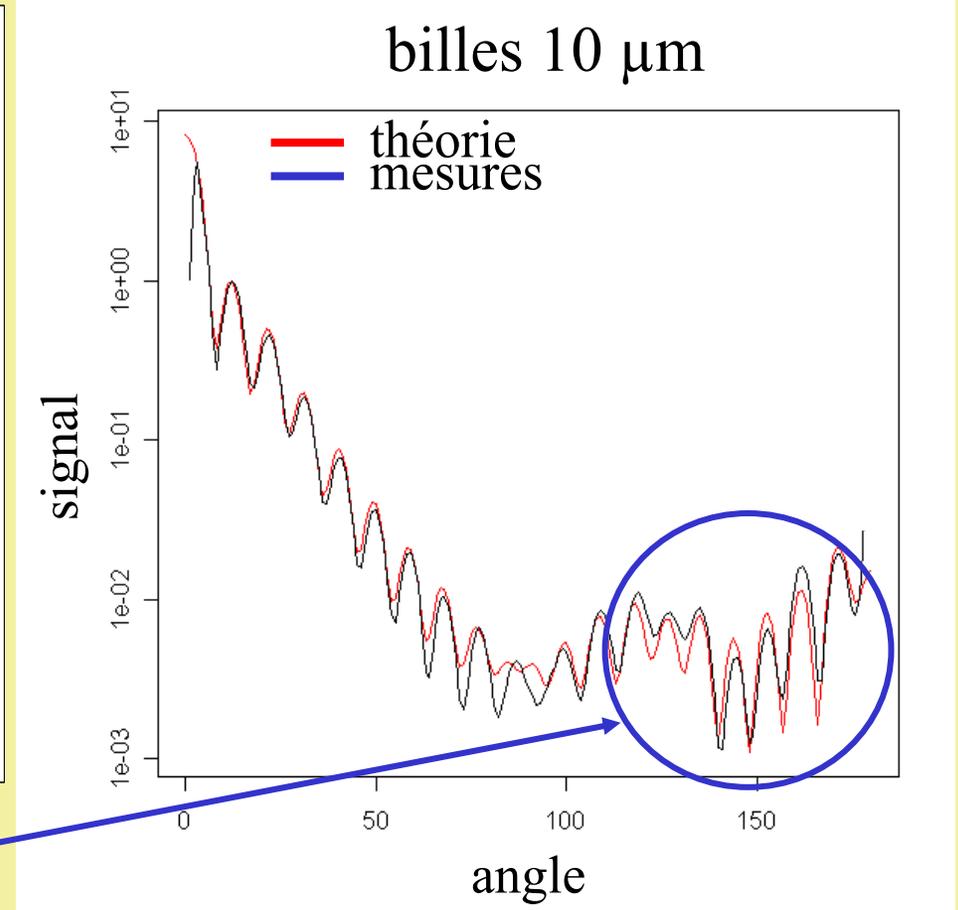
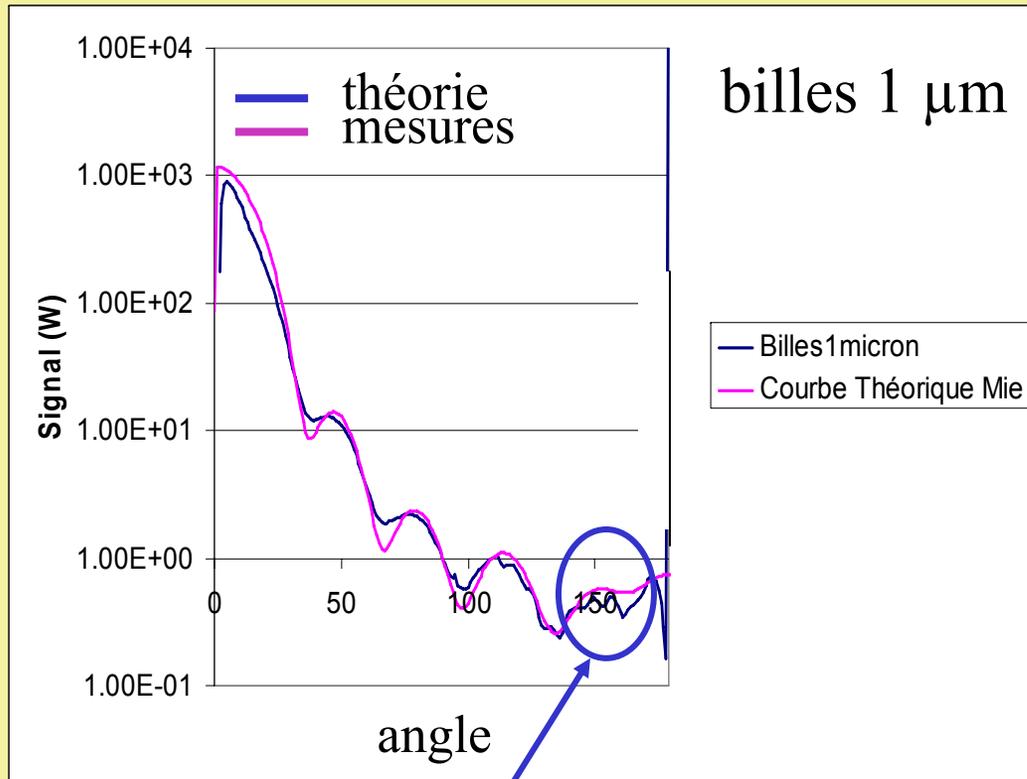
| Nom          | Prénom       | Spécialité                     |
|--------------|--------------|--------------------------------|
| <b>CHAMI</b> | <b>Malik</b> | <b>physique (Resp. Projet)</b> |
| LEYMARIE     | Edouard      | optique instrumentale          |
| THIROUARD    | Alexandre    | optique instrumentale          |
| 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



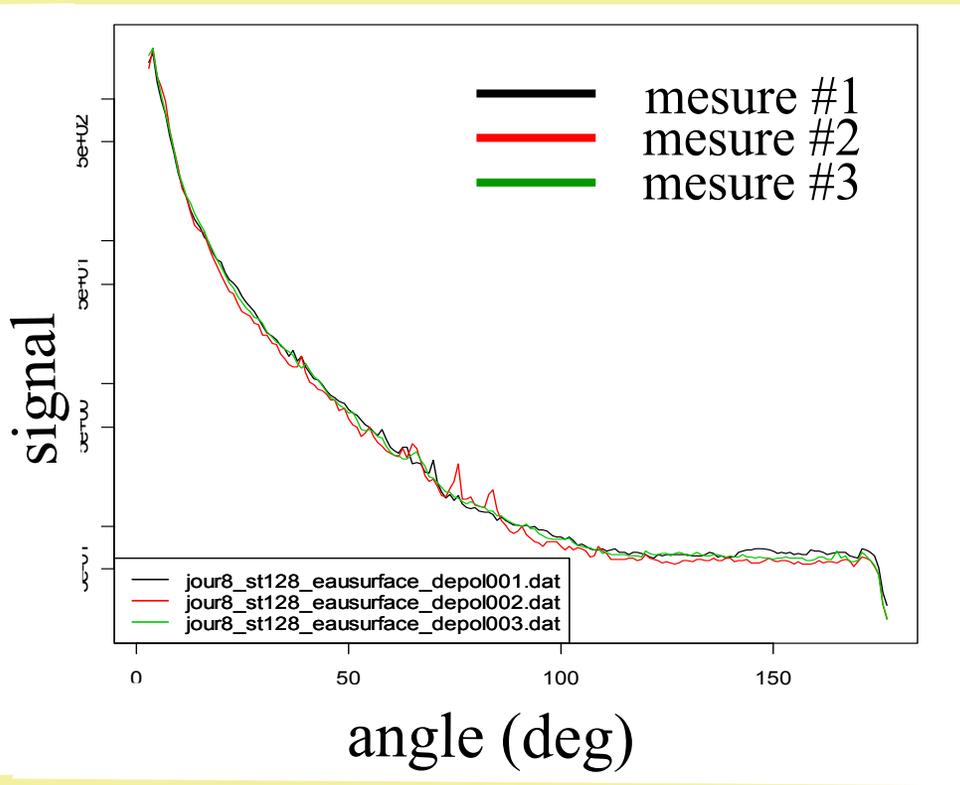
- pas de réflexions indésirables en rétrodiffusion

➔ comparaison très satisfaisante et reproductible

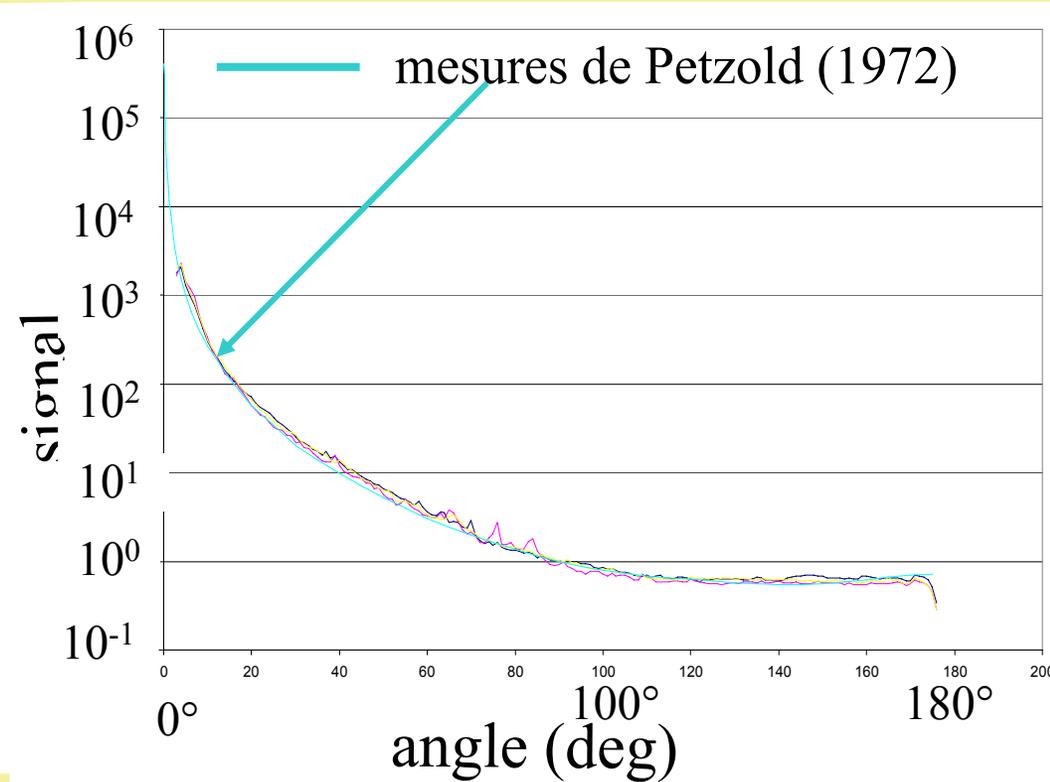
# V. Résultats préliminaires (2)

- 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)