



Phénomènes d'**eaux colorées** dus aux proliférations de microalgues (PHENOMER, 2024 – 2027, FEAMPA)

Pierre GERNEZ,
Nantes Université

Eaux colorées (*red tides*)

Accumulation surfacique de microalgues

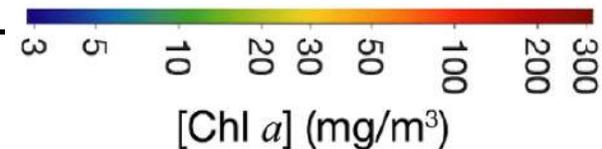
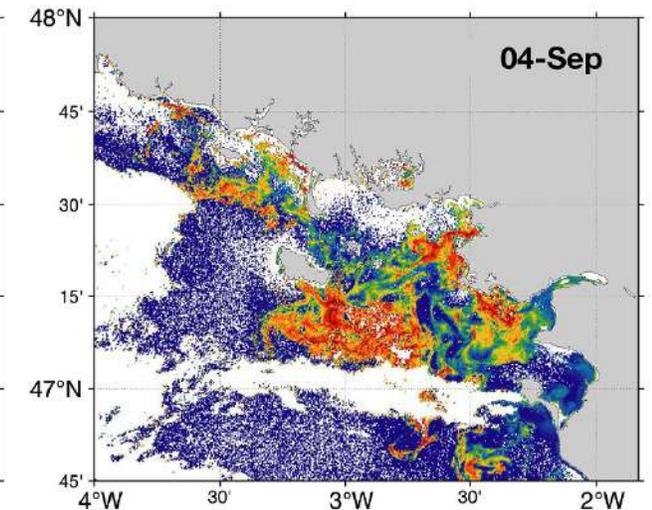
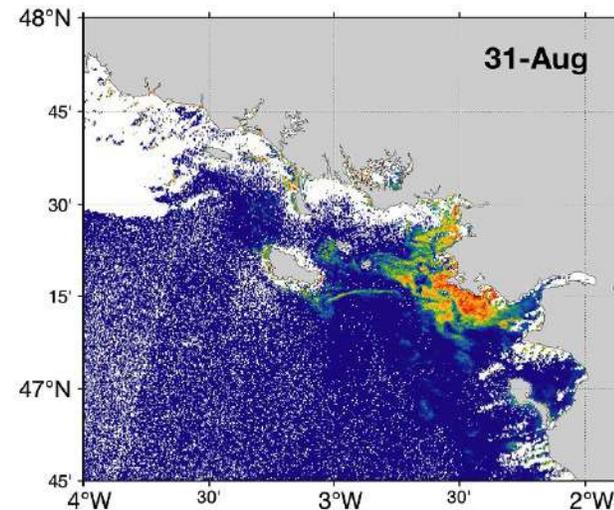
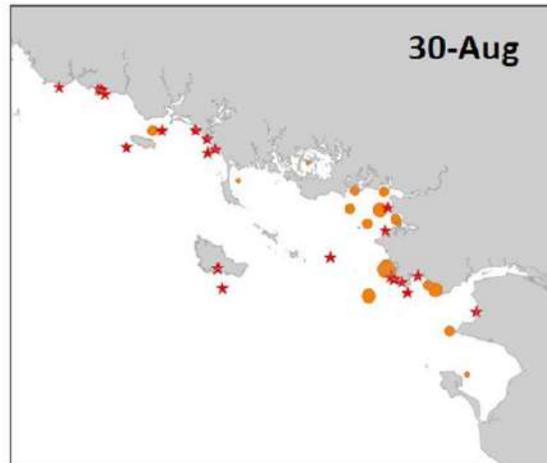
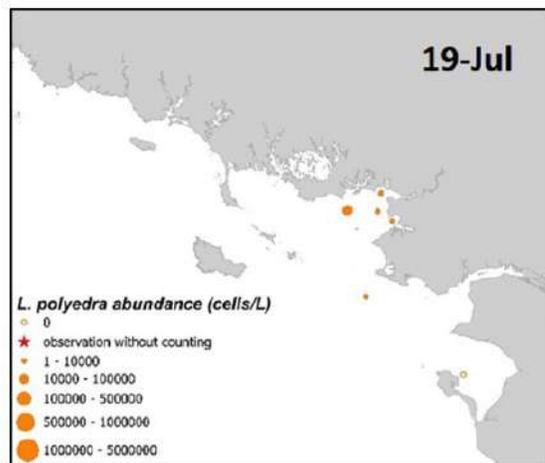
- ❖ Phytoplancton généralement dominé par 1 espèce
- ❖ Phénomène naturel, observé depuis l'antiquité
- ❖ En augmentation à cause eutrophisation zones côtières
- ❖ Risque sanitaire et/ou impact sur écosystèmes



Vers une synergie d'observations

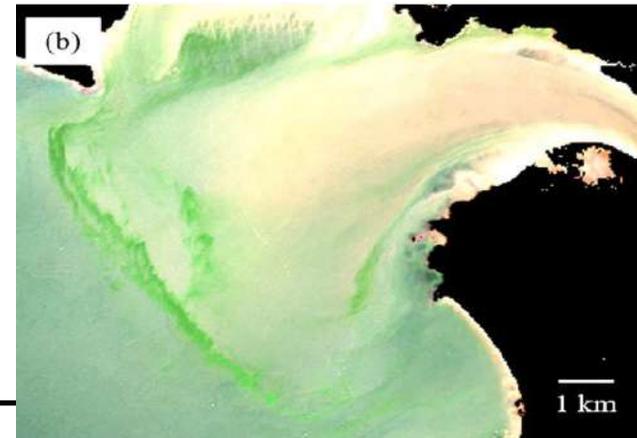
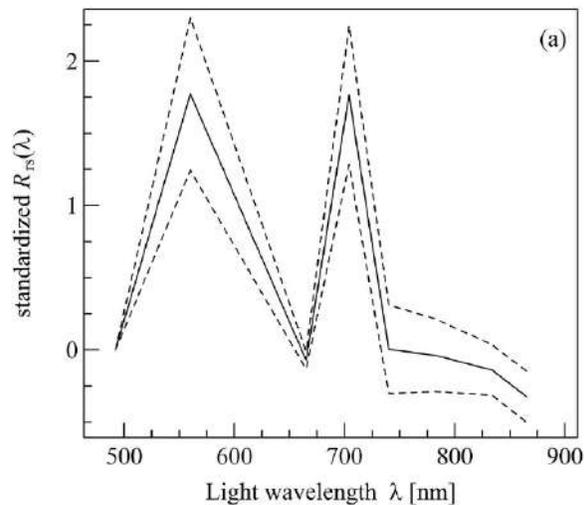
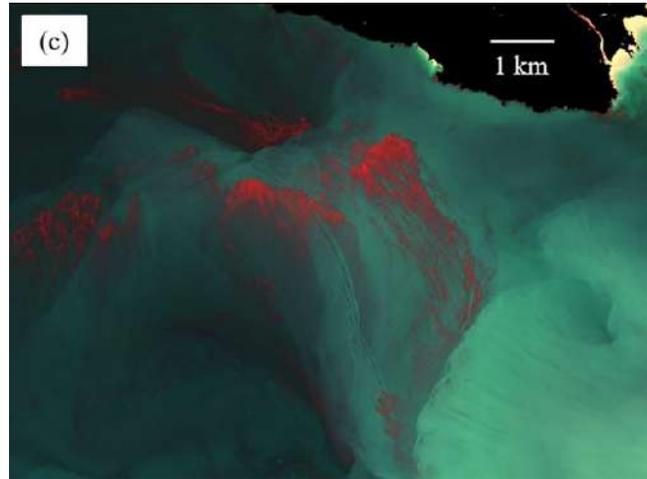
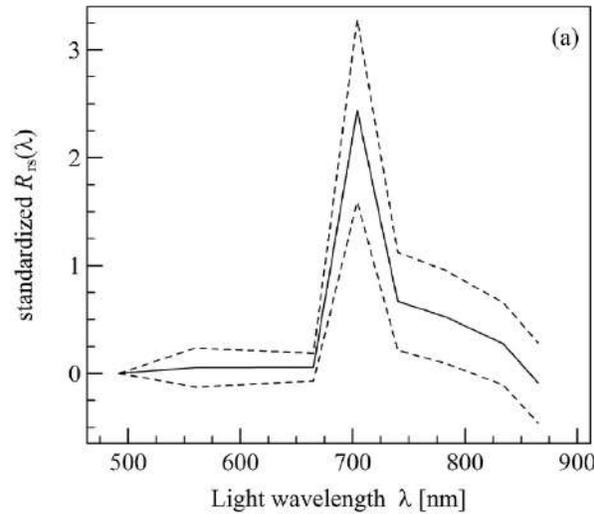
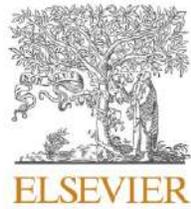
Combinaison de 4 approches

- ❖ Réseau de surveillance du phytoplancton (REPHY) → séries longue durée à haute résolution taxonomique
- ❖ Télédétection satellite couleur océan → biomasse phytoplancton à haute résolution spatio-temporelle
- ❖ Science participation (SNSM, plaisance, etc.) → augmentation nombre signalements / prélèvements
- ❖ Campagnes ciblées sur épisodes eaux colorées → caractérisation bio-optique approfondie



Types optiques de blooms Sentinel-2

Mesodinium rubrum

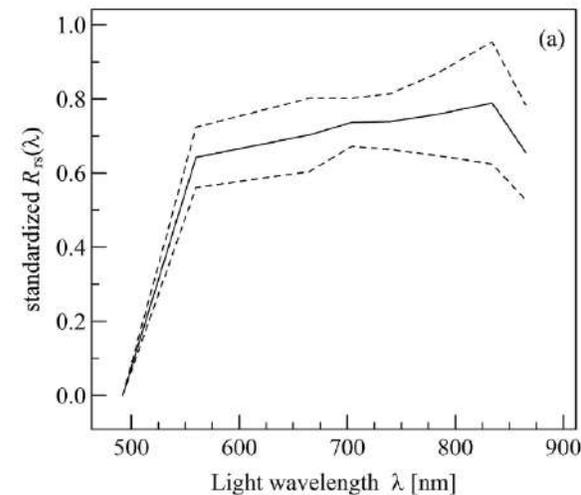


Lepidodinium chlorophorum

The many shades of red tides: Sentinel-2 optical types of highly-concentrated harmful algal blooms

Pierre Gernez^{a,*}, Maria Laura Zoffoli^b, Thomas Lacour^c, Tania Hernández Fariñas^d, Gabriel Navarro^e, Isabel Caballero^e, Tristan Harmel^f

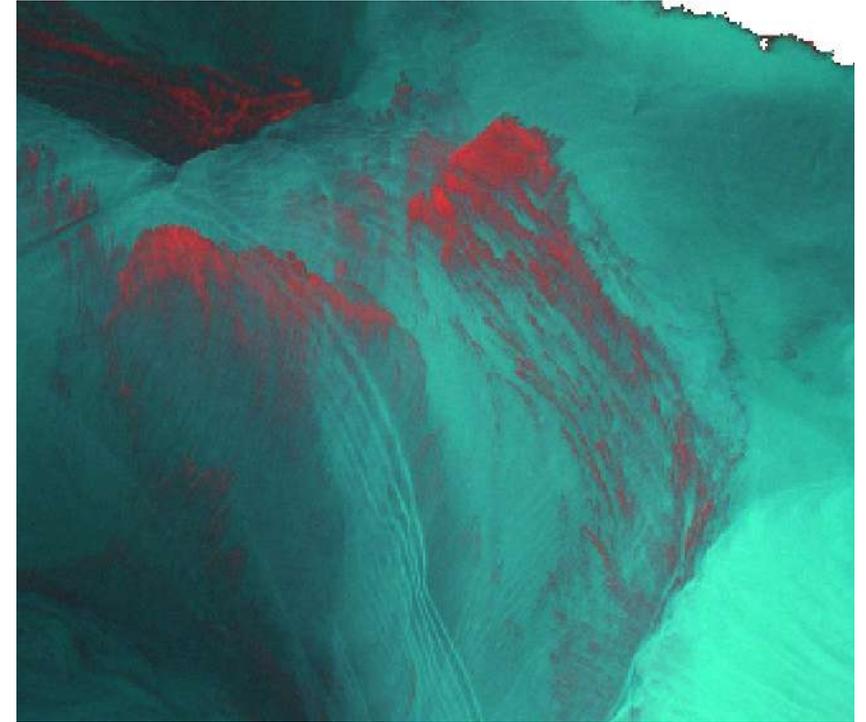
Noctiluca scintillans



Objectifs

Caractérisation des eaux colorées

- ❖ Couleur et aspect visuel
- ❖ Type optique des blooms
- ❖ Composition phytoplanctonique (propriétés bio-optiques *in situ*)
- ❖ Toxicité et impact sur écosystème (toxines, anoxies)
- ❖ Structure spatiale (aire, périmètre, forme, etc.)
- ❖ Structure temporelle (phénologie, caractère exceptionnel)



→ Meilleure compréhension des traits physiologiques et écologiques des espèces phytoplanctoniques responsables d'eaux colorées, et du contexte environnemental favorable à l'apparition d'eau colorée



Studying Optical Properties of HAB-forming species (SOPHAB, 2023 – 2024)

**Pierre GERNEZ,
Nantes Université**

Eaux colorées phytoplanctoniques

Sentinel-2 12 avril 2017

Mesodinium rubrum

Patches monospécifique

< 100 m large

> 1 km long

**Panache
turbide de
la Loire**

Phénomènes largement sous-échantillonnés

- ❖ Forte variabilité hydrodynamique
- ❖ Courte durée (3 - 5 jours)
- ❖ Structure spatiale complexe
- ❖ Migration verticale du phytoplancton
- ❖ Cellules phytoplanctoniques fragiles

Cultures de microalgues en laboratoire

Mesure détaillée et complète des propriétés optiques inhérentes (IOPs)

- ❖ Culture monospécifique → signature optique « pure »
- ❖ Permet d'étudier l'influence des processus physiologiques sur les IOPs



Eau colorée de *Mesodinium rubrum* observée en mer....



... et en labo.

HABLAB: 13 espèces, 7 classes taxonomiques



Dinophyceae (dinoflagellates)

- ❖ *Alexandrium minutum*
- ❖ *Heterocapsa triquetra*
- ❖ *Karlodinium veneficum*
- ❖ *Lepidodinium chlorophorum*
- ❖ *Lingulodinium polyedra*
- ❖ *Prorocentrum micans*

Litostomatea (ciliates)

- ❖ *Mesodinium rubrum*

Cryptophyceae (cryptophytes)

- ❖ *Teleaulax amphioxeia*

Coccolithophyceae (prymnesiophytes)

- ❖ *Emiliana huxleyi*
- ❖ *Prymnesium parvum*

Raphidophyceae

- ❖ *Heterosigma akashiwo*

Bacillariophyceae (diatoms)

- ❖ *Chaetoceros muelleri*

Cyanophyceae (cyanobacteria)

- ❖ *Microcystis aeruginosa*

Propriétés bio-optiques mesurées

Absorption hyperspectrale

- ❖ Absorption de la matière dissoute $a_{\text{cdom}}(\lambda)$ (LWCC)
- ❖ Absorption particulaire $a_p(\lambda)$ sur filtre (QFT-ICAM)
- ❖ Absorption particulaire $a_p(\lambda)$ en suspension (PSICAM)



Diffusion hyperspectrale et multi-angulaire

- ❖ Diffusion particulaire $b_p(\lambda)$ (ac-s)
- ❖ Diffusion à 550 nm, $\beta_p(\lambda)$ entre 0.1 et 150 ° (LISST-VSF)
- ❖ Diffusion hyperspectrale à 117° $b_{bp}(\lambda)$ (prototype « hyper-bb »)



Propriétés biogéochimiques

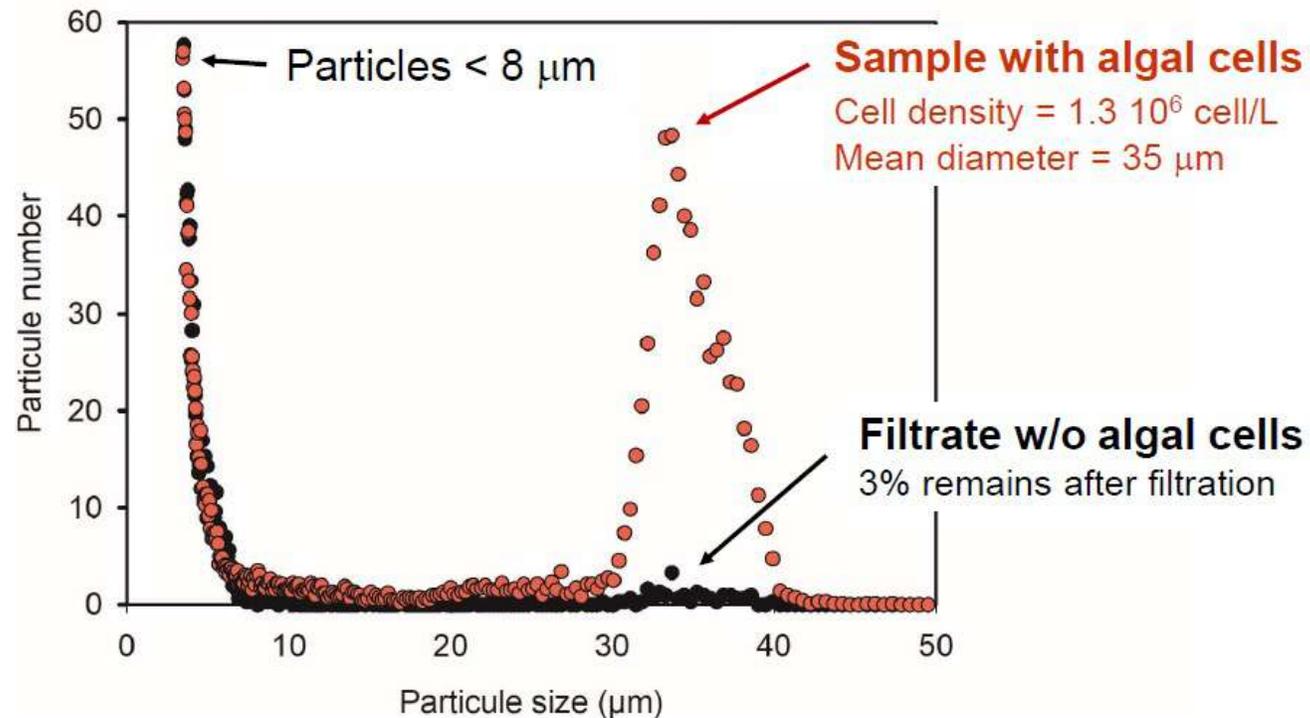
- ❖ Pigments (HPLC) et carbone organique particulaire
- ❖ Nombre et taille des particules (Coulter counter)



Défi méthodologique: obtenir la signature « pure » des microalgues

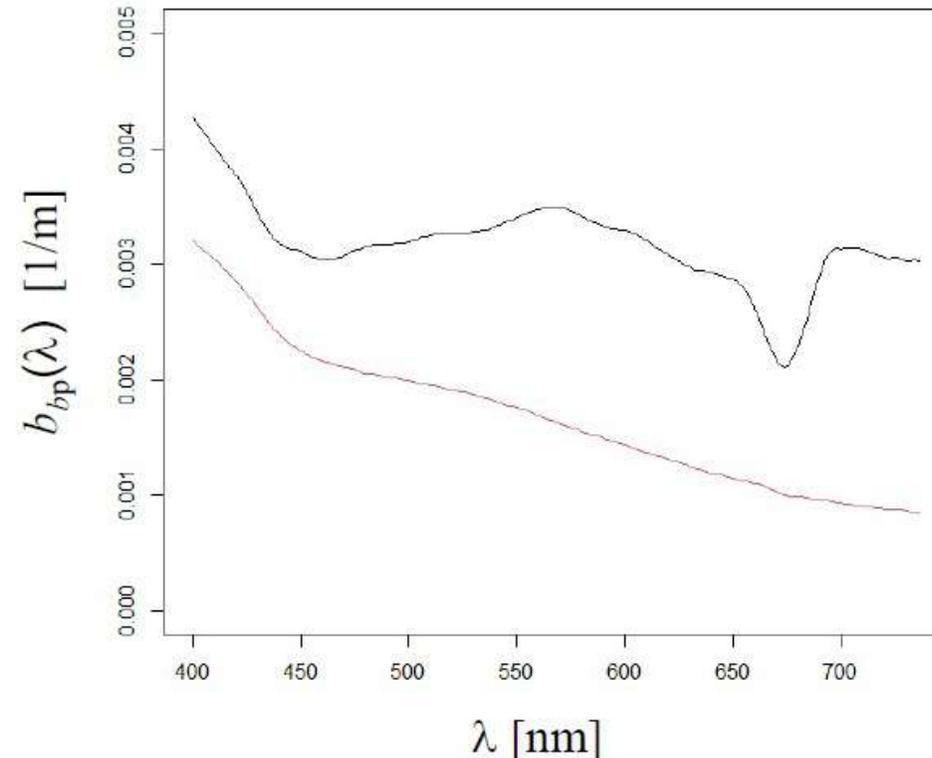
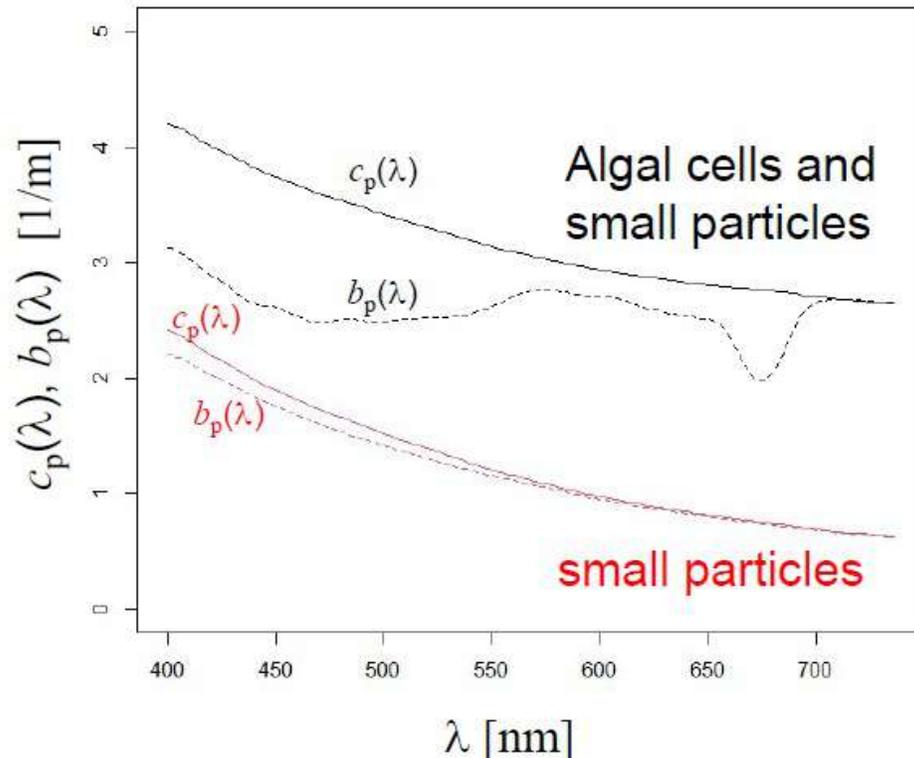
Séparation des microalgues et des particules résiduelles

❖ Culture de microalgues: contient des particules détritiques (débris cellulaires, bactéries)



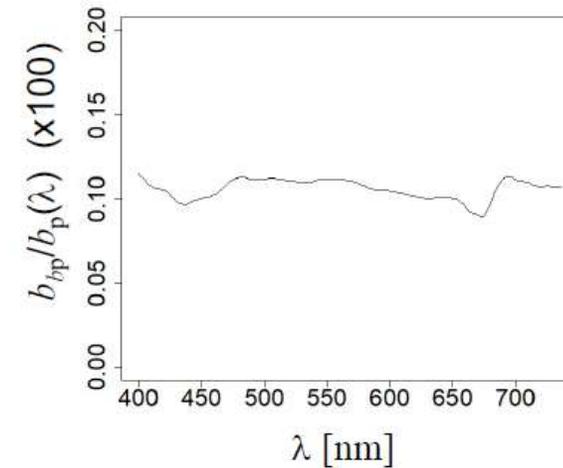
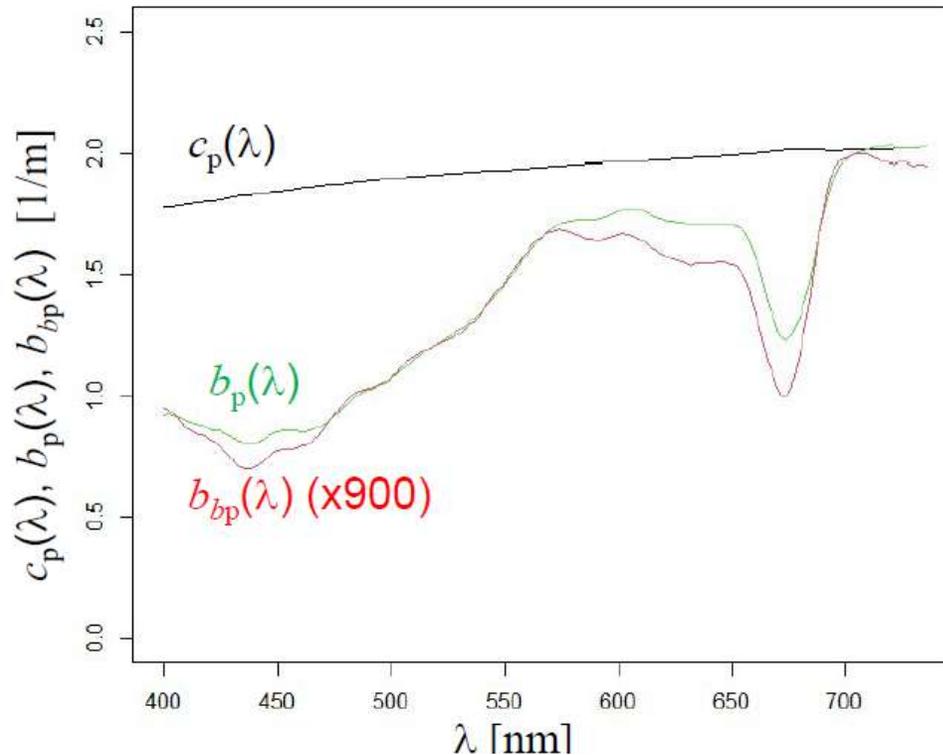
Atténuation et diffusion: culture de *Lingulodinium*

❖ Contribution des particules résiduelles: 38% $c_p(\lambda)$, 45% $b_p(\lambda)$, 54% $b_{bp}(\lambda)$

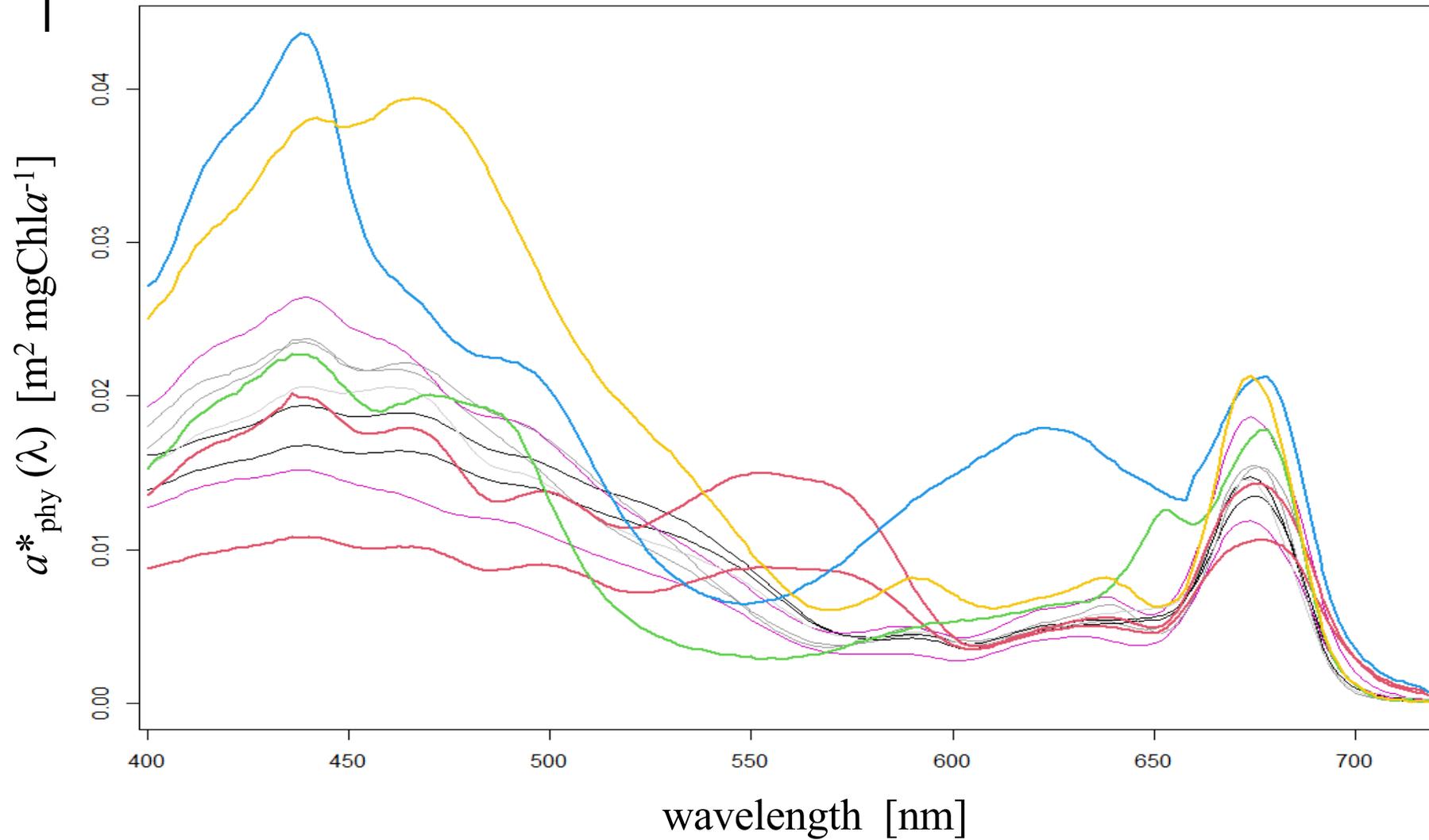


Atténuation et diffusion de *Lingulodinium* seul

- ❖ $c_p(\lambda)$ est spectralement monotone
- ❖ $b_p(\lambda)$ et $b_{bp}(\lambda)$ sont influencés par l'absorption, et ne suivent pas une fonction en $\lambda^{-\gamma}$
- ❖ rapport $b_p(\lambda)/b_{bp}(\lambda)$ varie peu



Absorption spécifique $a^*_{\text{phy}}(\lambda)$



- ✓ *Microcystis*
- ✓ *Emiliana*
- ✓ *Chaetoceros*,
Heterosigma
- ✓ *Heterocapsa*
- ✓ *Karlodinium*,
Prymnesium
- ✓ *Alexandrium*,
Prorocentrum,
Lingulodinium
- ✓ *Mesodinium*,
Teleaulax
- ✓ *Lepidodinium*

THANK YOU!



PNTS SOPHAB



TOSCA LASHA

Co-authors



➤ Rüdiger Röttgers, Henning Burmester, Martin Hieronymi



➤ Thomas Lacour, Michaël Retho, Soazig Manach



➤ Victor Pochic



➤ Maria Laura Zoffoli



➤ Amalia Detoni



➤ Tristan Harmel



Offre de postdoc (18 mois)
Début souhaité automne 2024
pierre.gernez@nantes-univ.fr

Merci pour votre attention