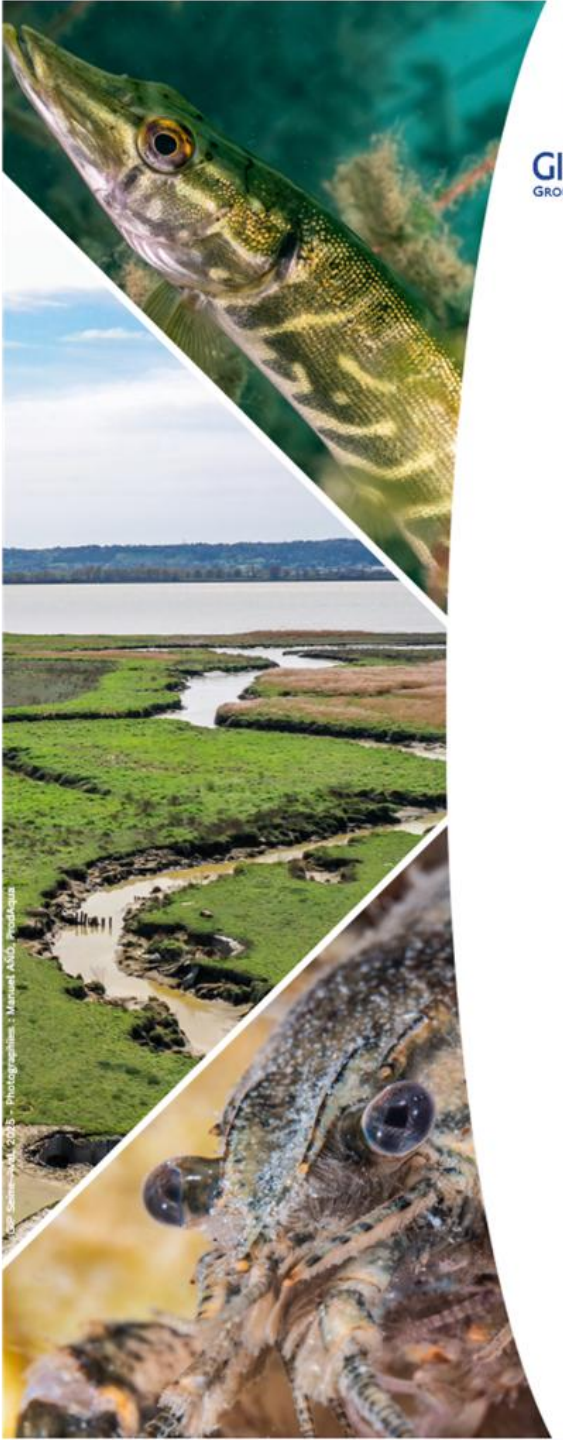


GIP Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

métropole ROUEN NORMANDIE | pavillons des transitions

Séminaire Scientifique Seine-Aval
Rouen – 18 & 19 novembre 2025

Réseau de suivi morphologique et écologique des vasières de l'estuaire de la Seine

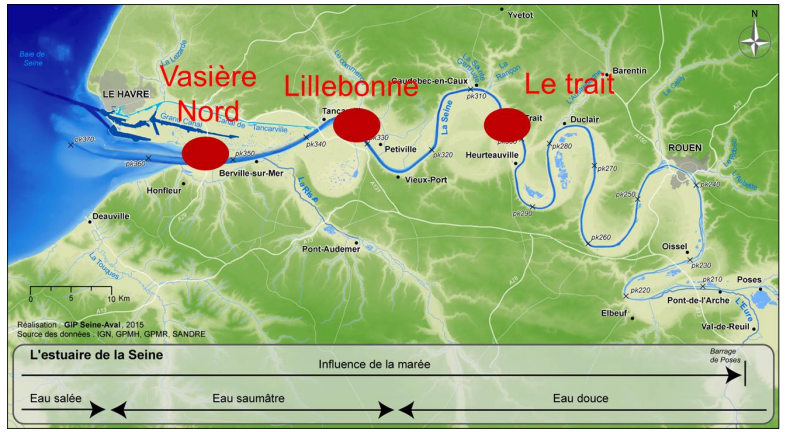
Julien DELOFFRE, Augustin DEBLY, Hajar SAAD EL IMANNI, Philippe ROSA, Laurent BARILLÉ, Vona MÉLÉDER

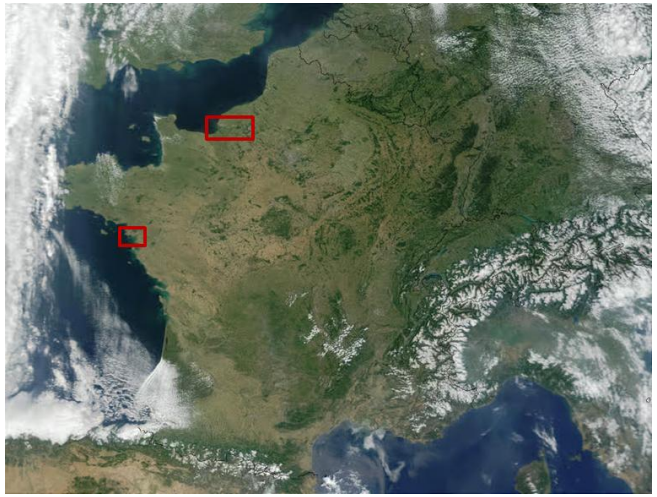
OBJECTIF

L'objectif global du projet est de comprendre les principaux patrons de variations temporelles et spatiales du sédiment et du MPB pour comprendre les relations fonctionnelles sur les vasières inertidales de l'estuaire de la Seine.

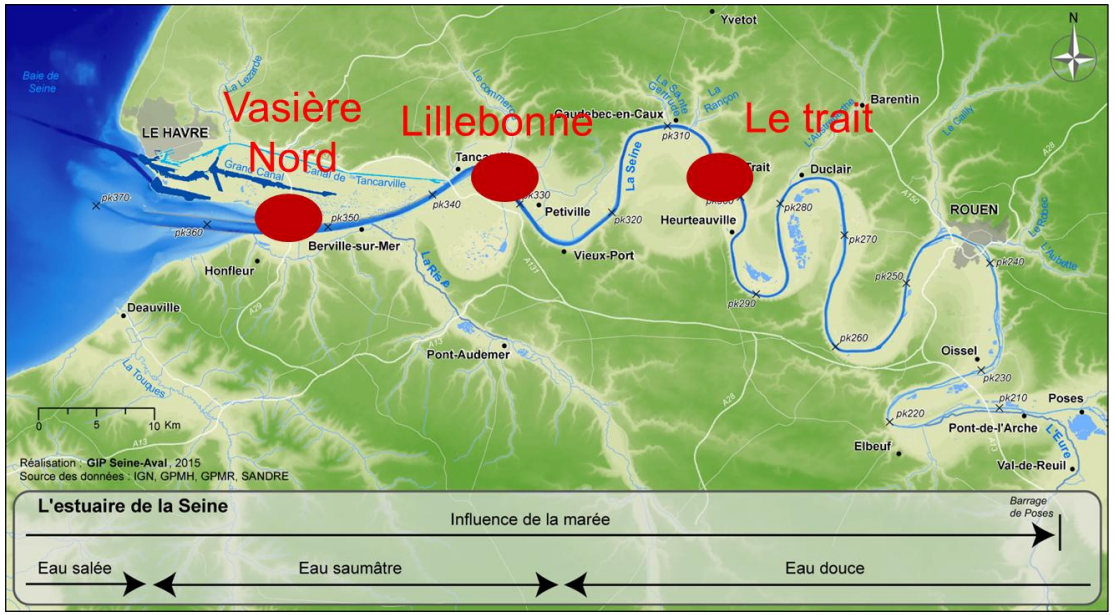
In fine proposer des préconisations pour le suivi de l'évolution temporelle des vasières de l'estuaire.

SITES D'ÉTUDE

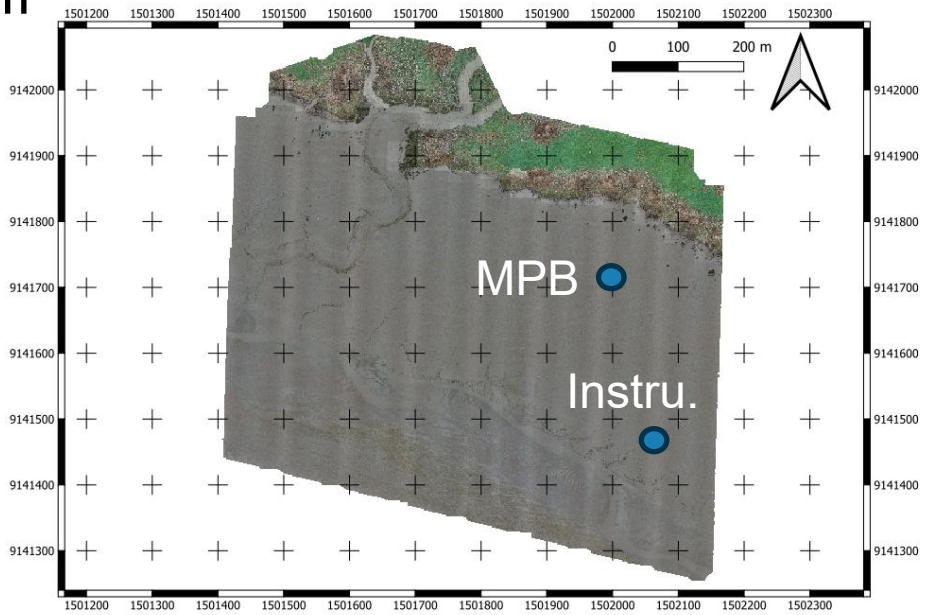




SITES D'ÉTUDE

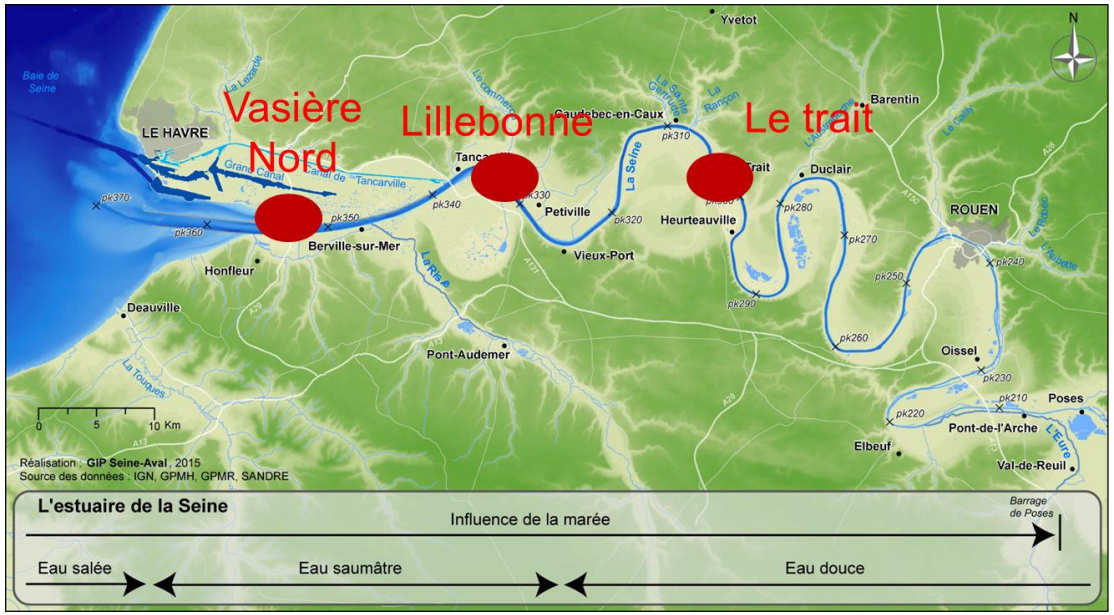


421,700m²

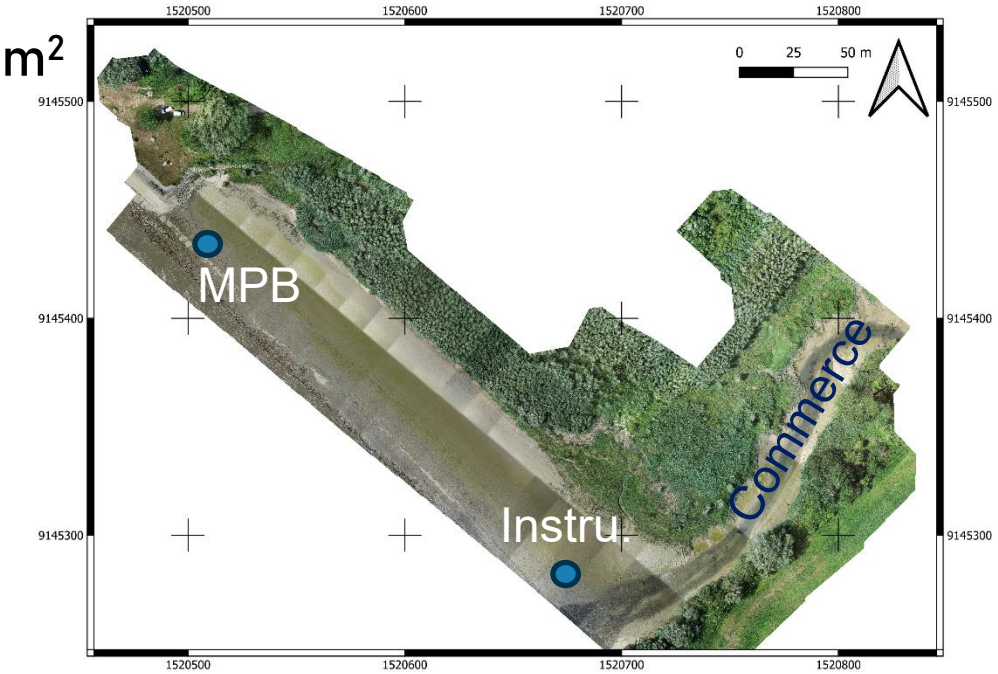


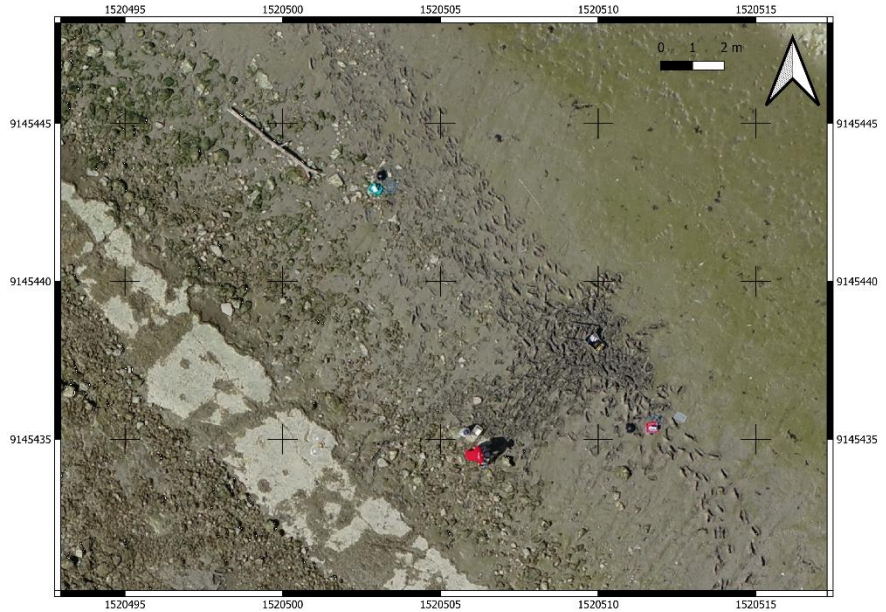
GIP Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

SITES D'ÉTUDE

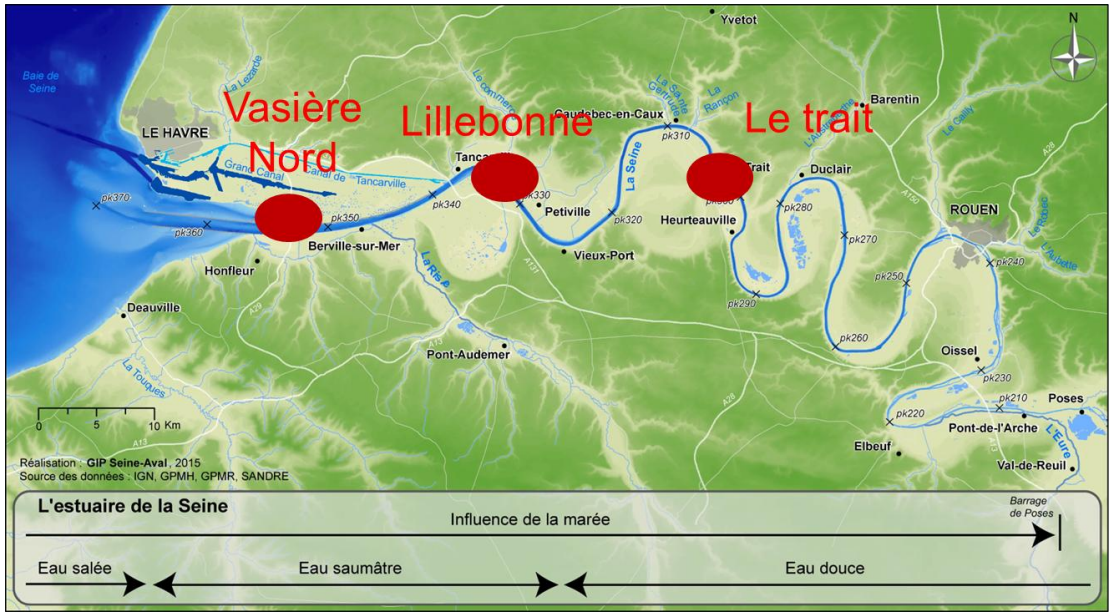


35, 100m²

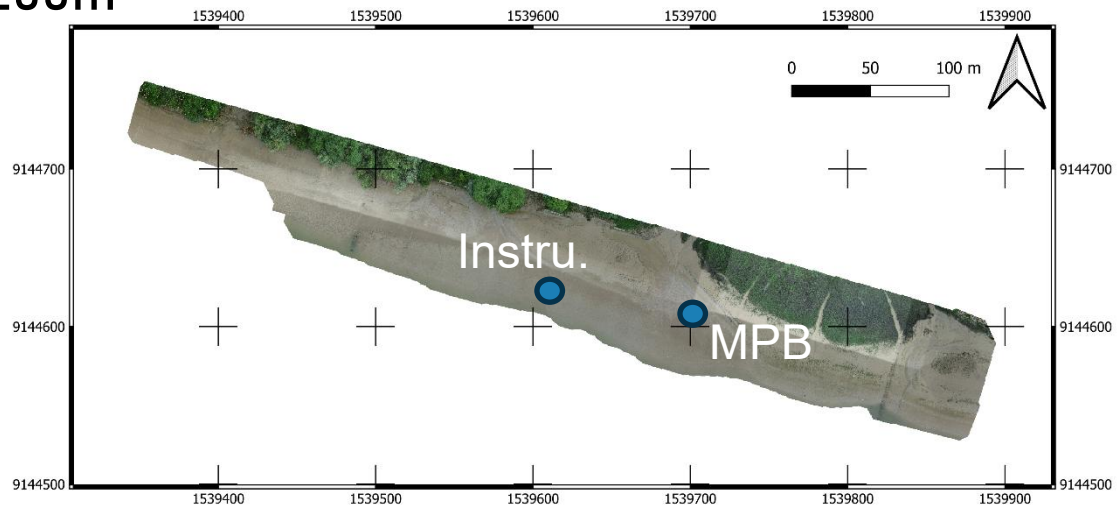


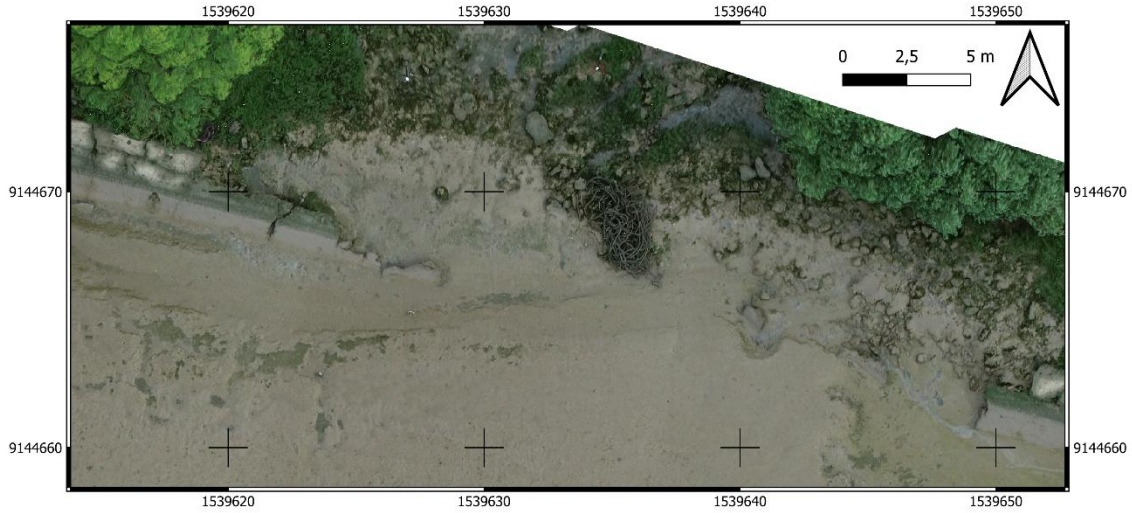


SITES D'ÉTUDE



42, 200m^2





GIP Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

MÉTHODOLOGIE

Cartographie des habitats intertidaux & connectivité

- Connectivité entre habitats : prévoir des campagnes de terrain pour des spectres de différents habitats en 2025-2026
- Délimiter ensemble la zone en arrière du trait de cote

Stage de M2 en 2026

Cartographie de la Biomasse MPB

- Estimation du biais entre NDVI (drone) et Biomasse (analyse pigmentaire par HPLC)
- Application de ce biais aux images satellites pour construire une série temporelle (VN)
- Hétérogénéité spatiale: topographie (LIDAR) vs. Biomass (NDVI)

Thèse A. Debly

Cartographie production primaire

- Estimation du biais entre NDVI (drone) et flux de CO_2 (mesures par IRGAS)
- Application de ce biais aux images satellites pour construire une série temporelle (VN)

Post-doc H. Saad El Imanni+ Thèse A. Debly + Stage de M1 en 2026

GIP Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

MÉTHODOLOGIE

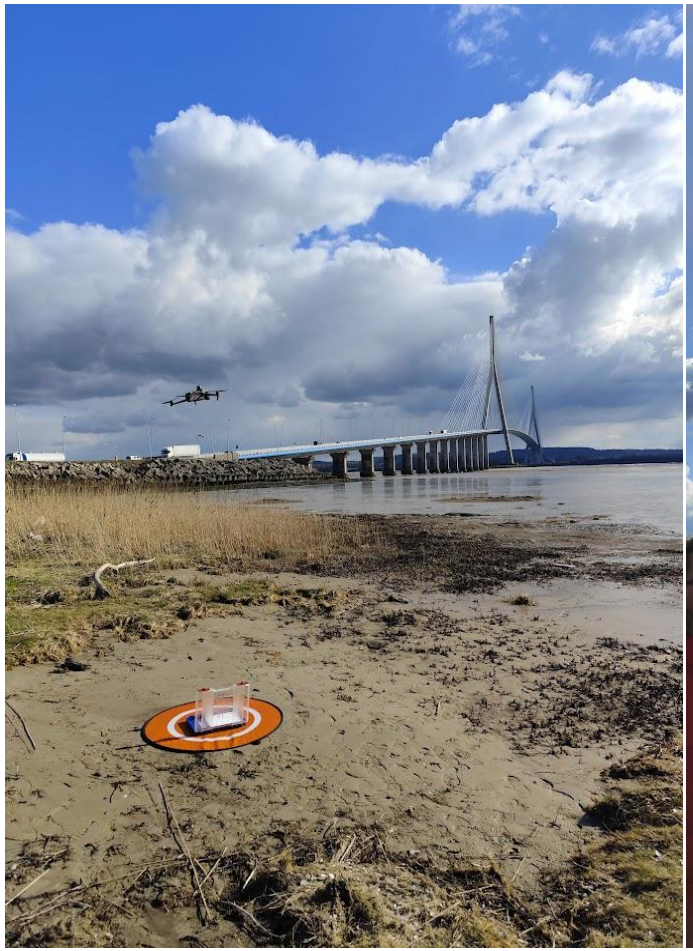
Suivi hydro-morphologique

Mesure in situ : altus et capteur de pression

Drone LIDAR: MNT (campagnes)

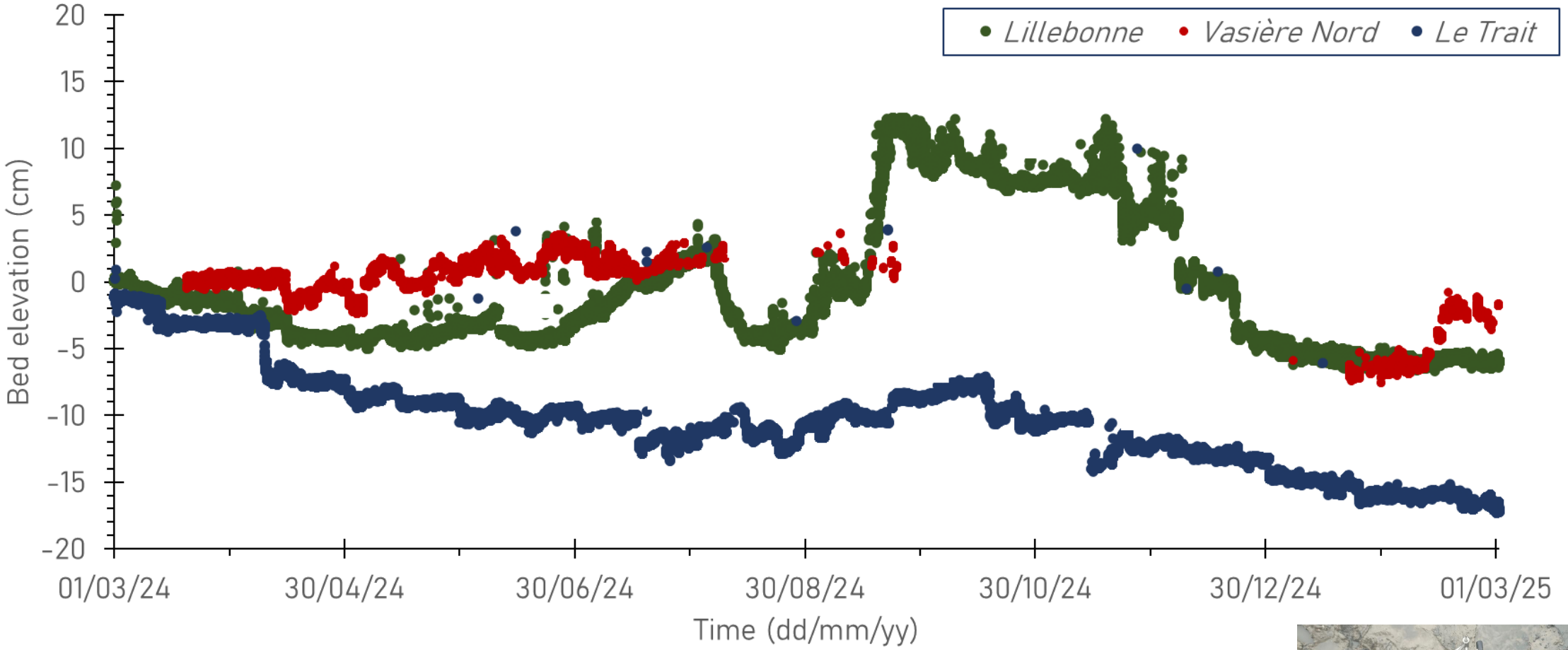
Caméra RGB (MNT) et NIR (Vasière Nord)

Post-Doc E. Mendoza - Thèse Y. Assaf – M2 en 2026 (caméras)



GIP Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

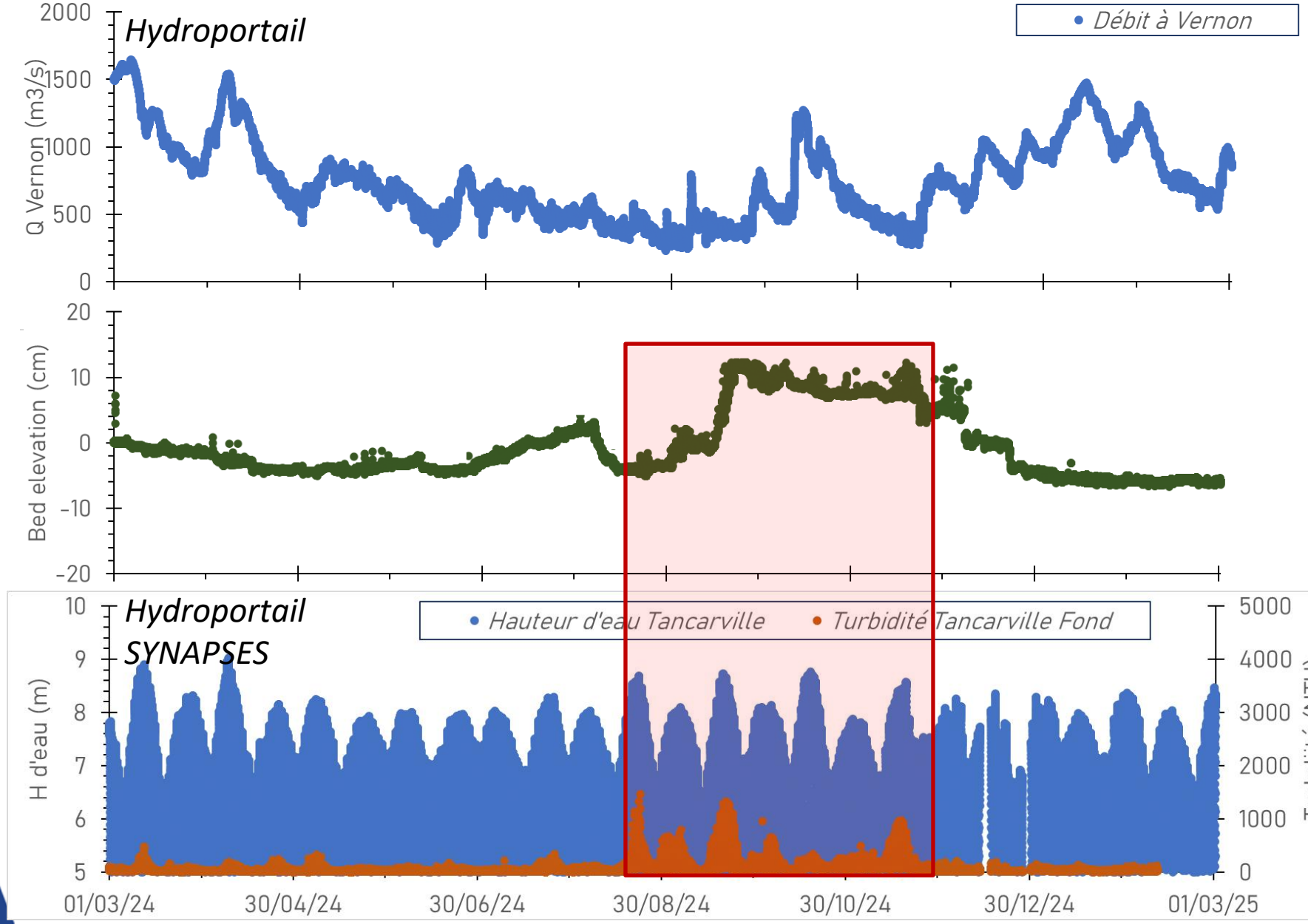
SYNTHÈSE DE LA DYNAMIQUE ANNUELLE



Le Trait: Tendance à l'érosion continue
Lillebonne; relativement stable mais très dynamique
Vasière Nord: zone de vasière peu dynamique et relativement stable durant l'année

GIP Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

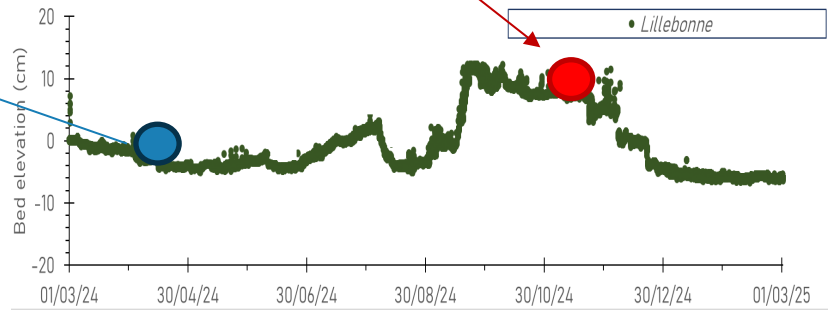
ZOOM SUR LILLEBONNE



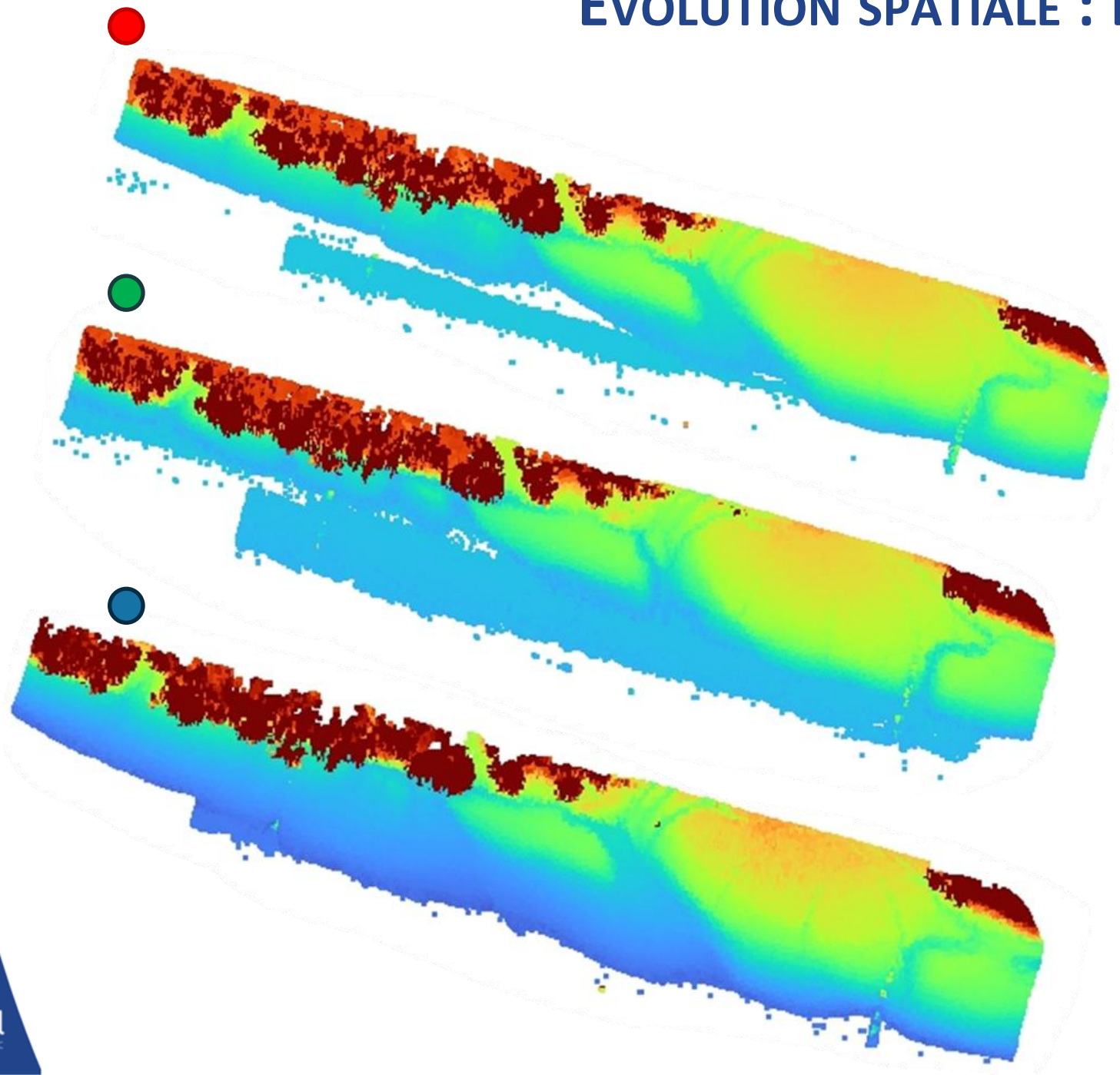
Recharge de la vasière lorsque la turbidité est la plus forte (fonction de la position du bouchon vaseux)

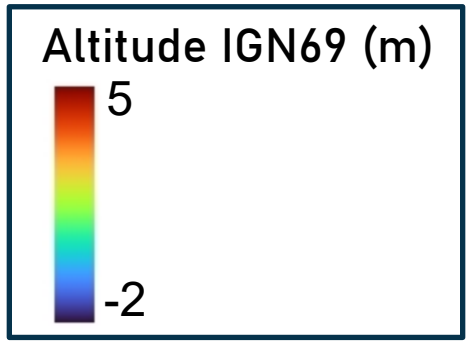
GIP Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

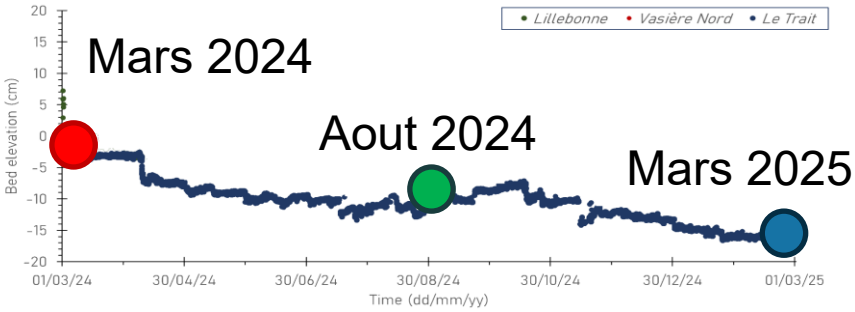
Zoom sur Lillebonne



Evolution spatiale : Le trait

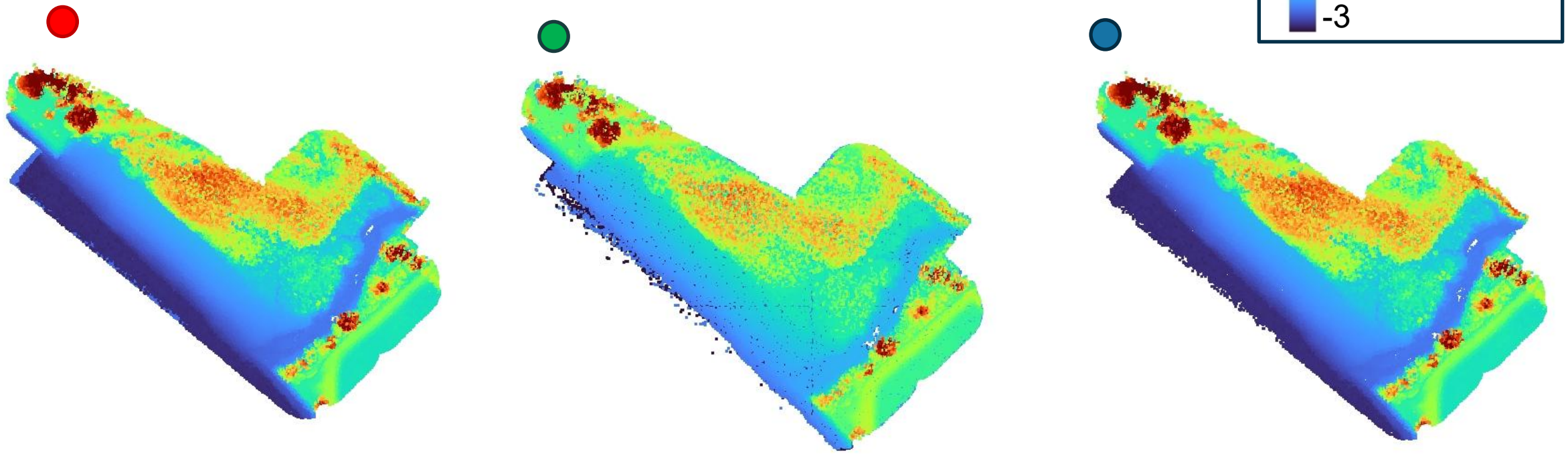


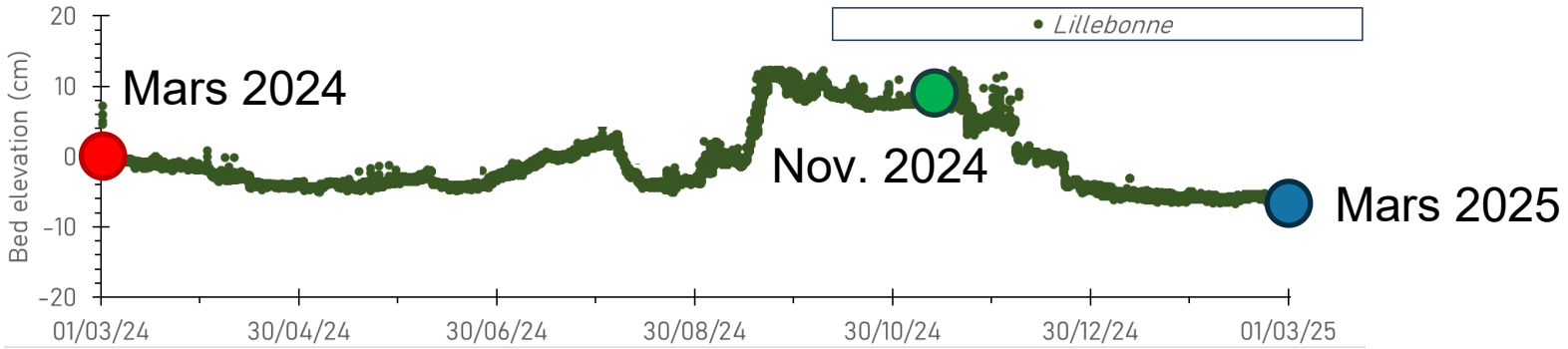




Erosion plus marquée dans la partie basse du profil

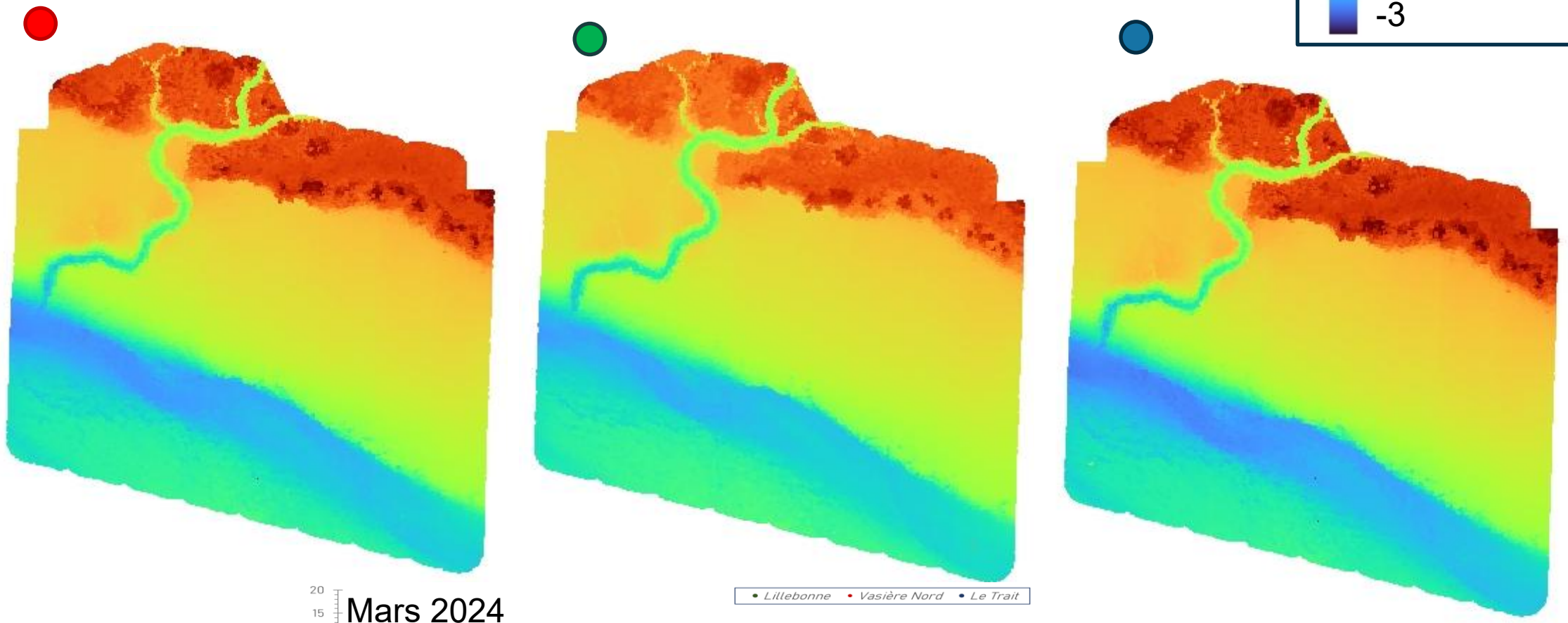
EVOLUTION SPATIALE : LILLEBONNE

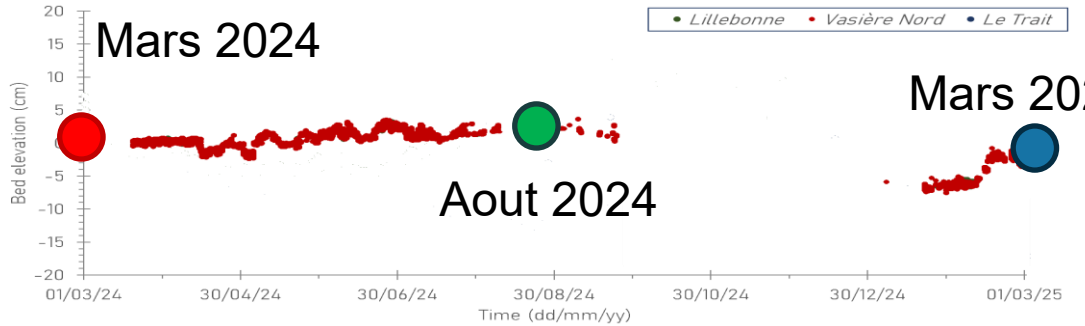




Erosion/recharge sur l'ensemble de la vasière

EVOLUTION SPATIALE : VASIÈRE NORD





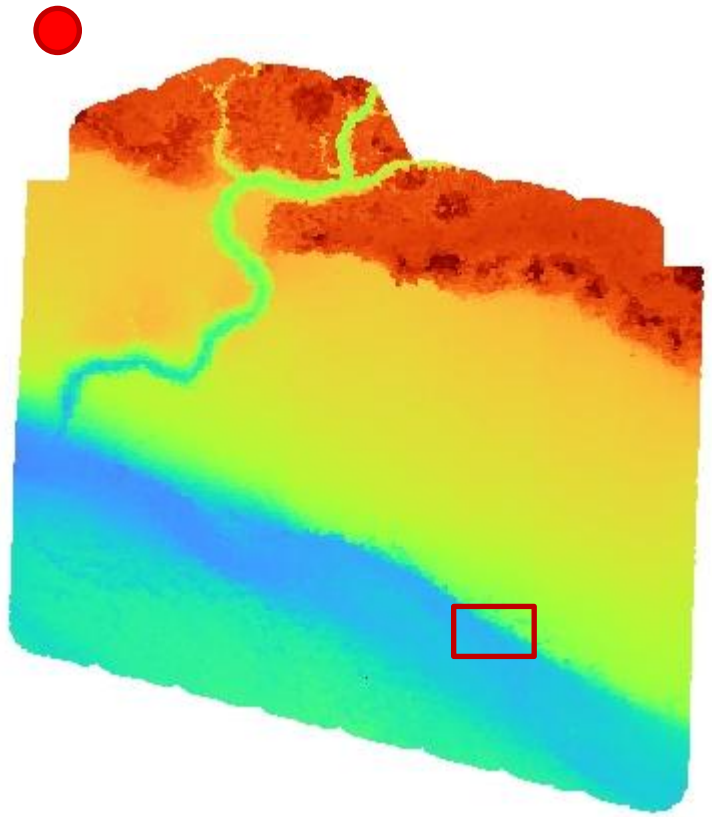
Mars 2024

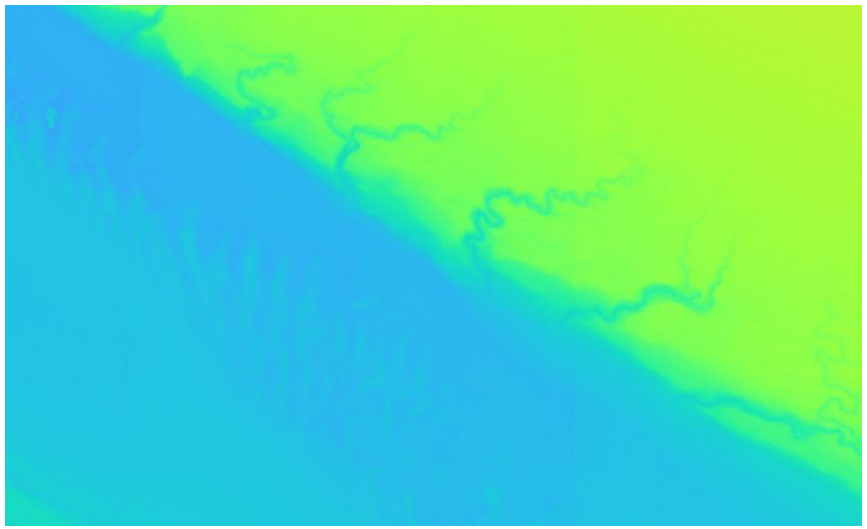
Aout 2024

Mars 2025

Stabilité

EVOLUTION SPATIALE : VASIÈRE NORD





Rôle de la topographie & microtopographie sur le développement du microphytobenthos

=> Hétérogénéité spatiale

Biomasse de microphytobenthos

Le microphytobenthos : Biofilm & Espèces

Vasière Nord – Mars 2024

Le Trait – Août 2025

Lillebonne – Juin 2025

Le Trait – Août 2025

GIP Seine-Aval
Groupement d'Intérêt Public

Biomasse de microphytobenthos

Le microphytobenthos : Biofilm & Espèces

Vasière Nord – Mars 2024

Cymbella diatoms, light micrograph

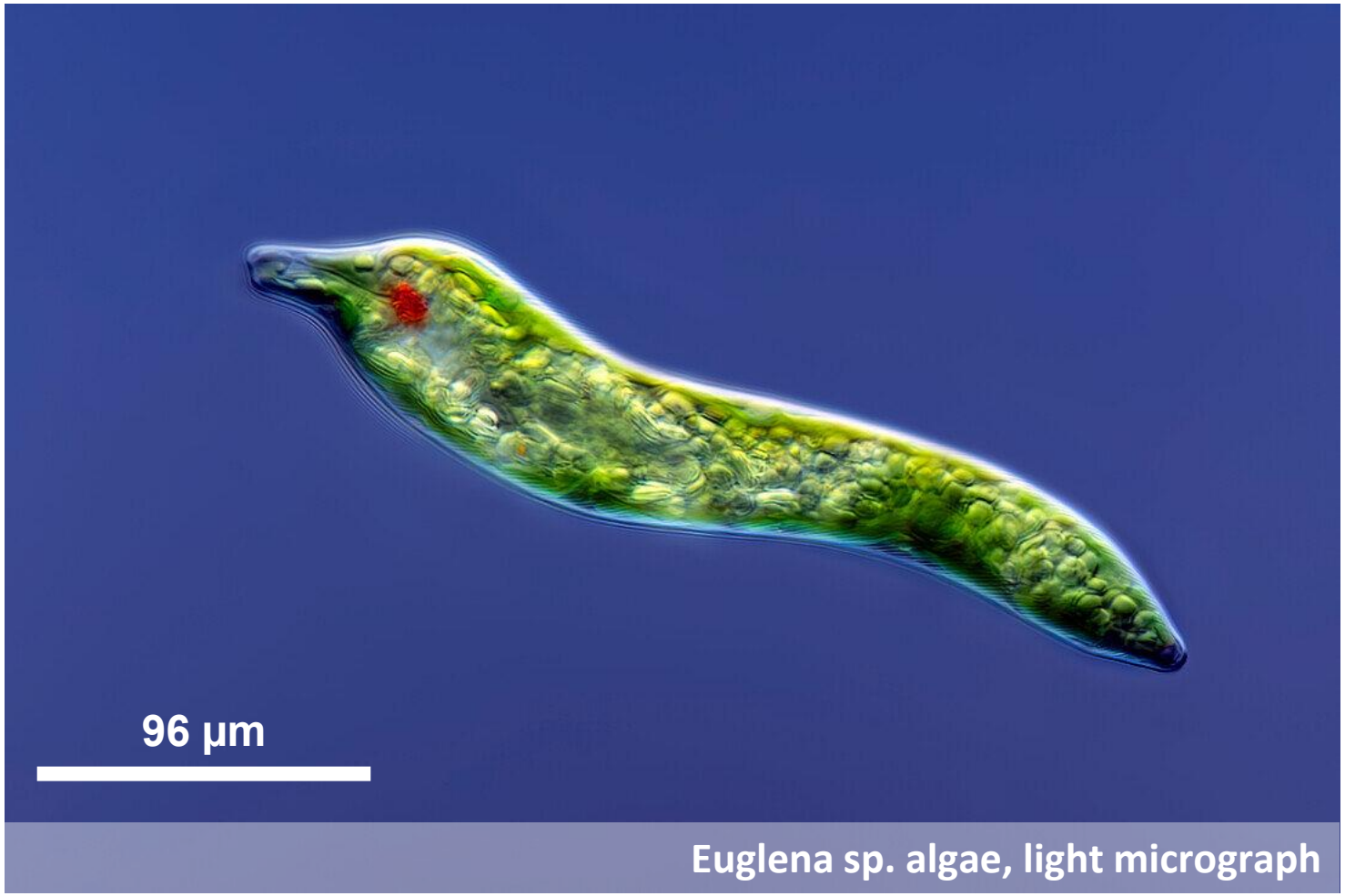
(Crédit : Science Photo Library / Fox, Frank)

GIP Seine-Aval
Groupement d'Intérêt Public

Biomasse de microphytobenthos

Le microphytobenthos : Biofilm & Espèces

Le Trait – Août 2025



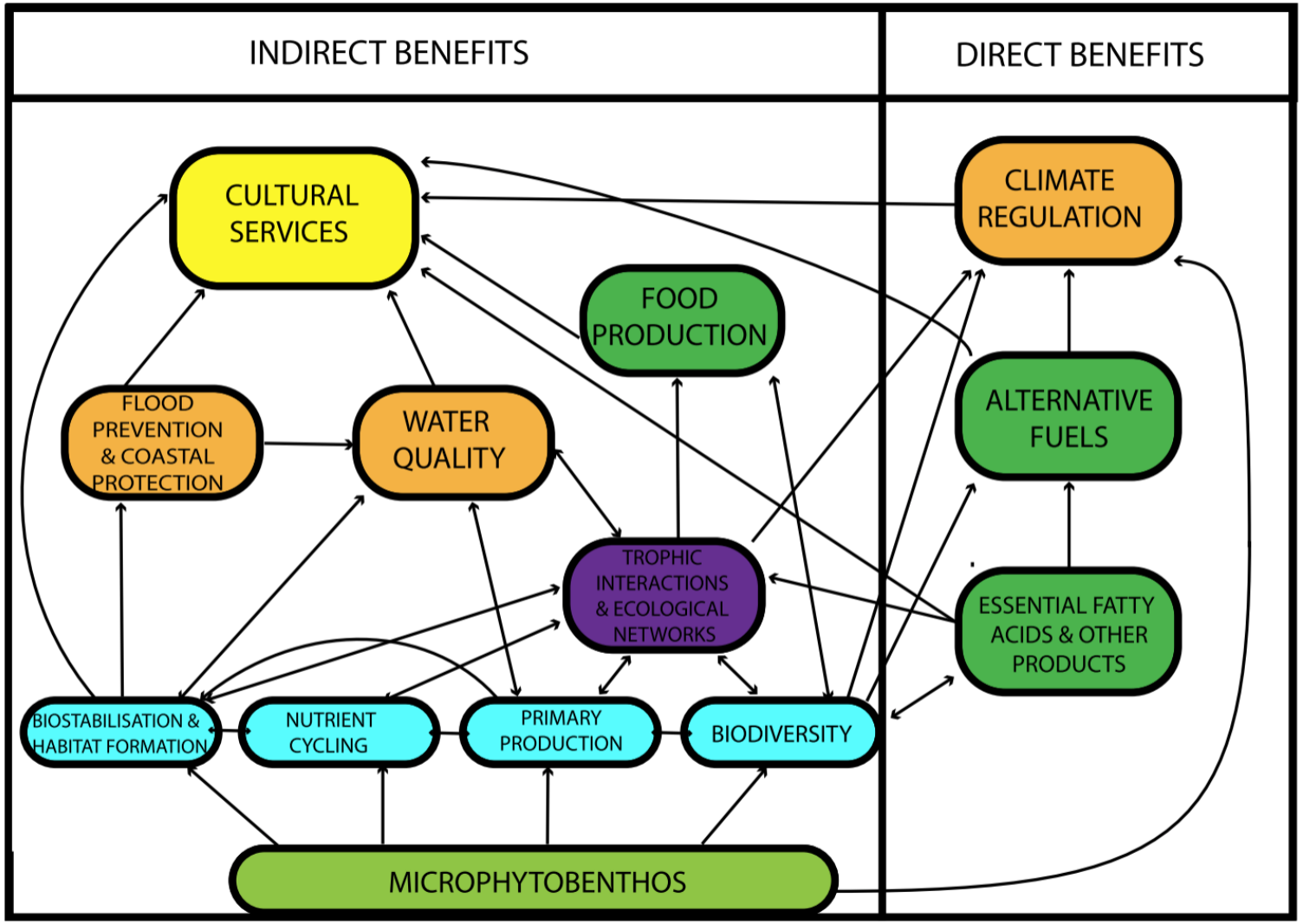
Euglena sp. algae, light micrograph

(Crédit : Science Photo Library / Fox, Frank)

GIP Seine-Aval
Groupement d'Intérêt Public

Biomasse de microphytobenthos

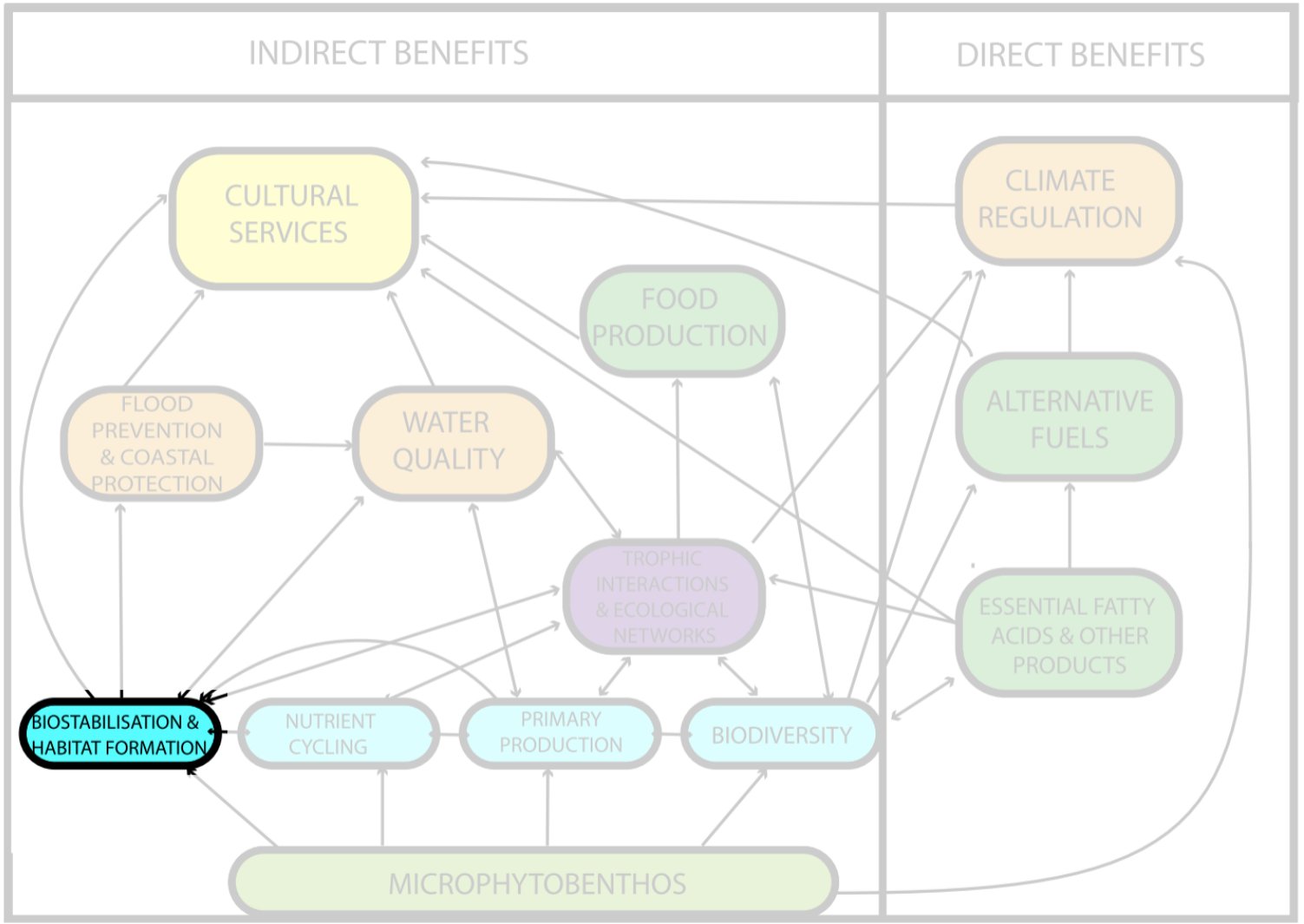
Le microphytobenthos : Services écosystémiques



(Hope et al., 2020)

Biomasse de microphytobenthos

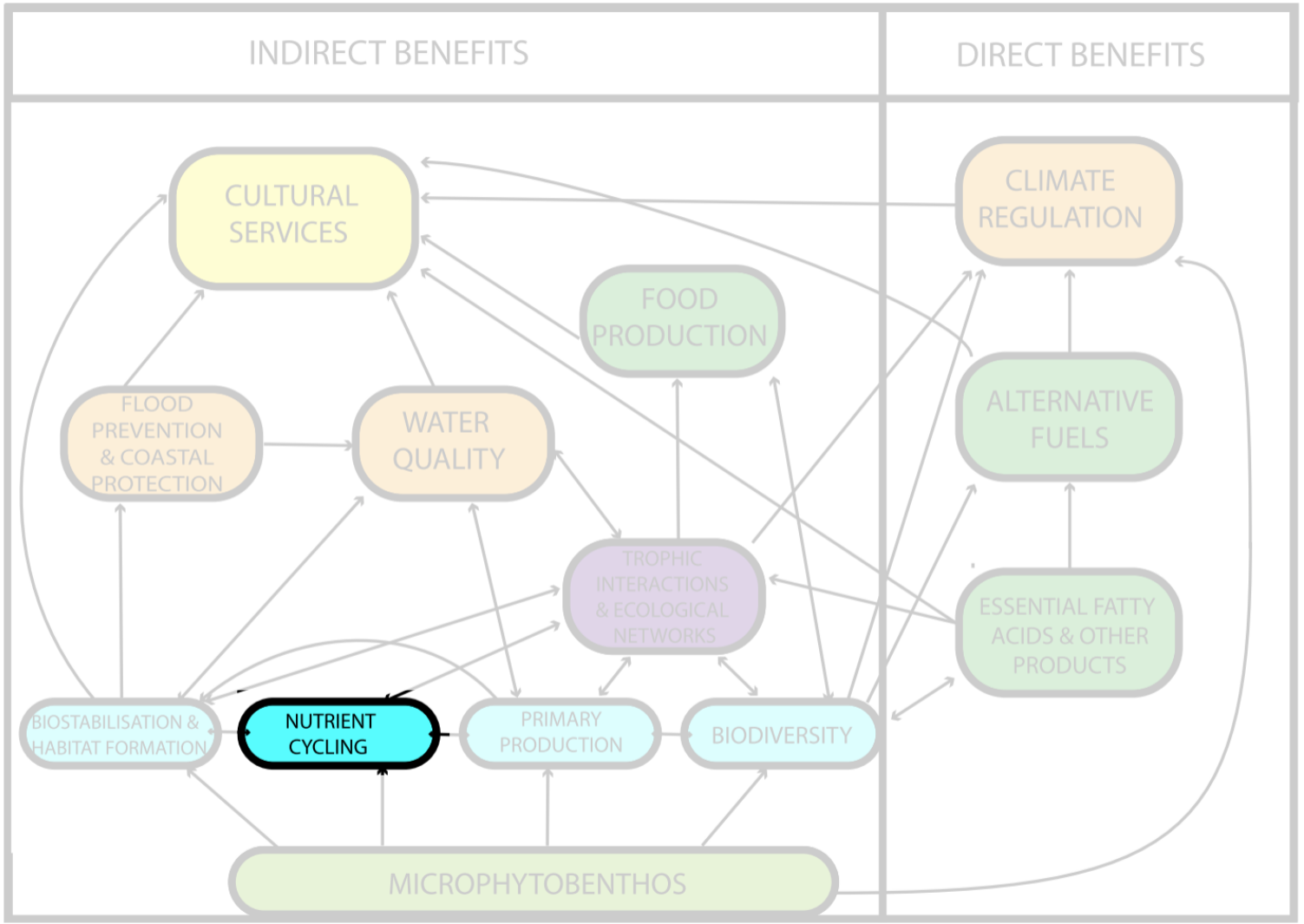
Le microphytobenthos : Services écosystémiques



(Hope et al., 2020)

Biomasse de microphytobenthos

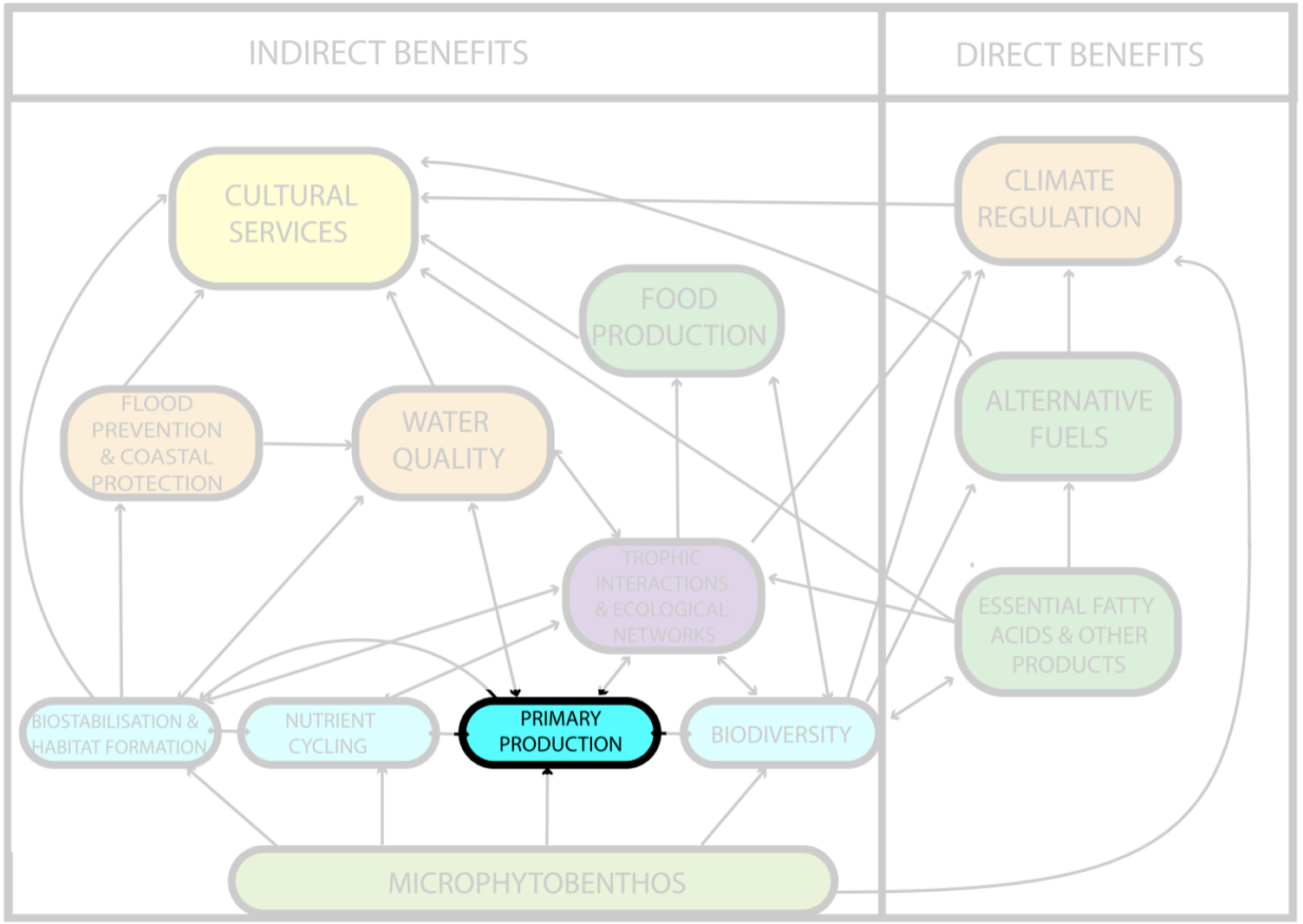
Le microphytobenthos : Services écosystémiques



(Hope et al., 2020)

Biomasse de microphytobenthos

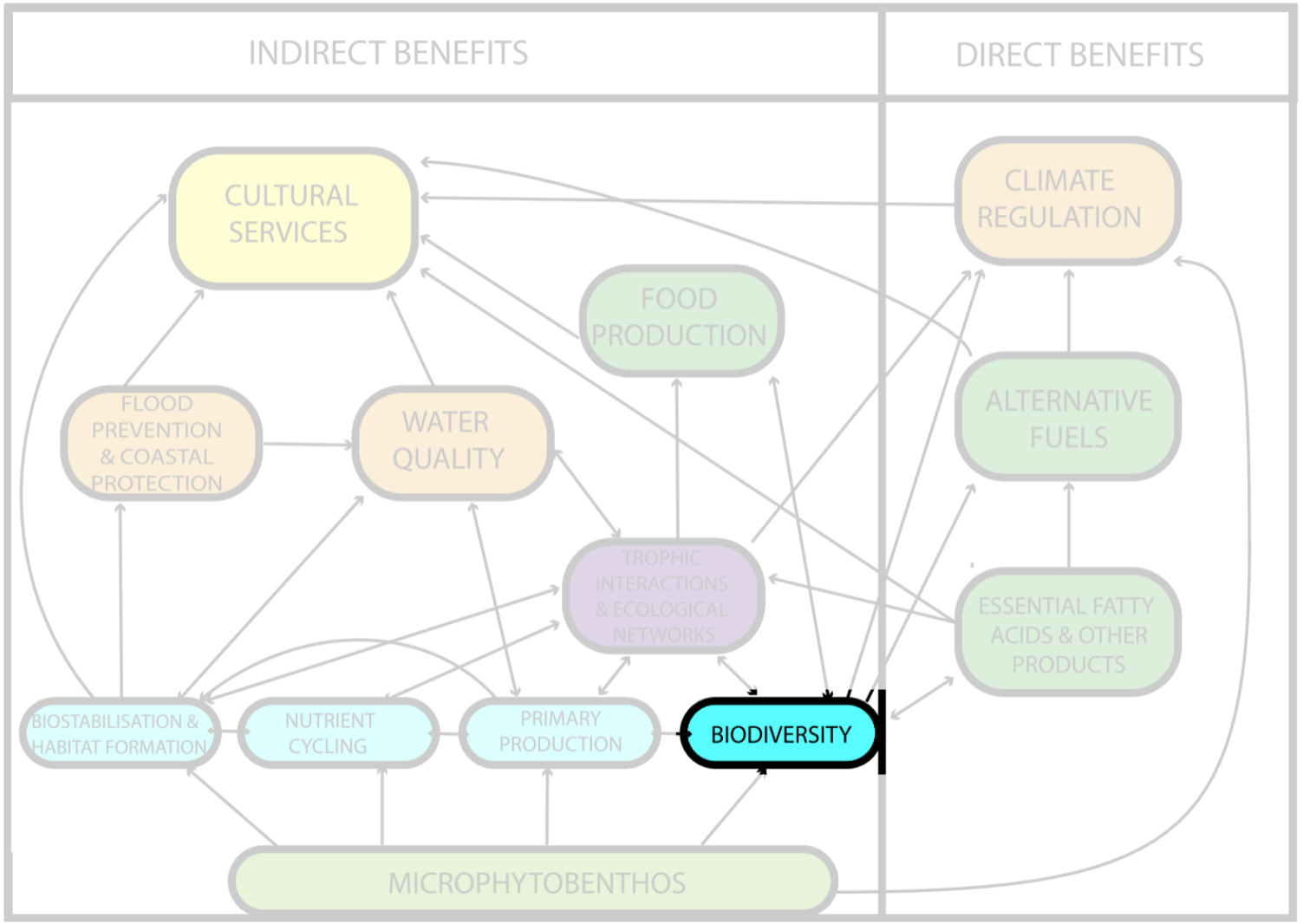
Le microphytobenthos : Services écosystémiques



(Hope et al., 2020)

Biomasse de microphytobenthos

Le microphytobenthos : Services écosystémiques

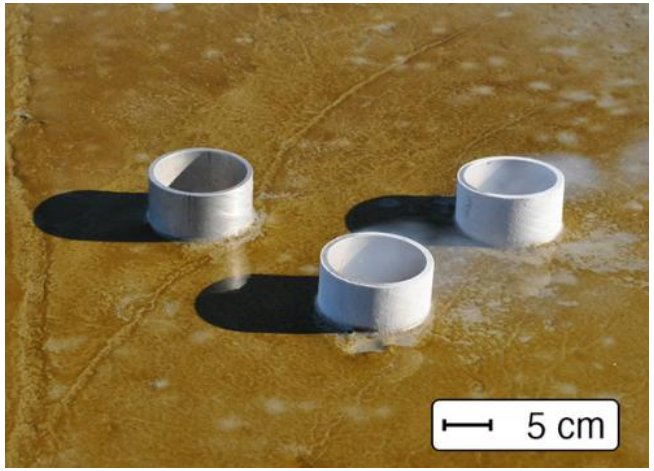


(Hope et al., 2020)

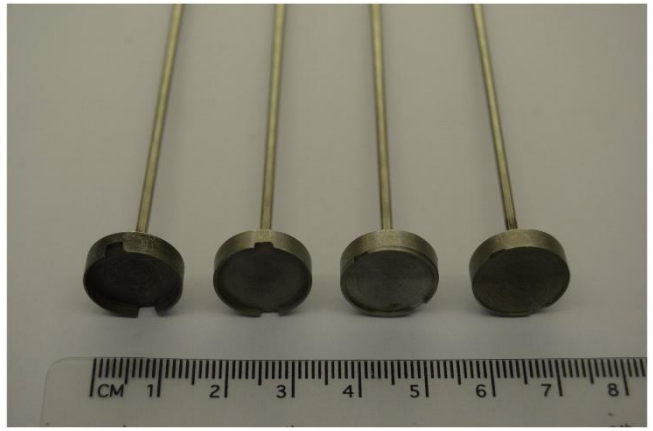
Biomasse de microphytobenthos

Mesures classiques de biomasse

1 – Echantillonnage



Credit : Simon Oiry



(Laviale et al., 2015)

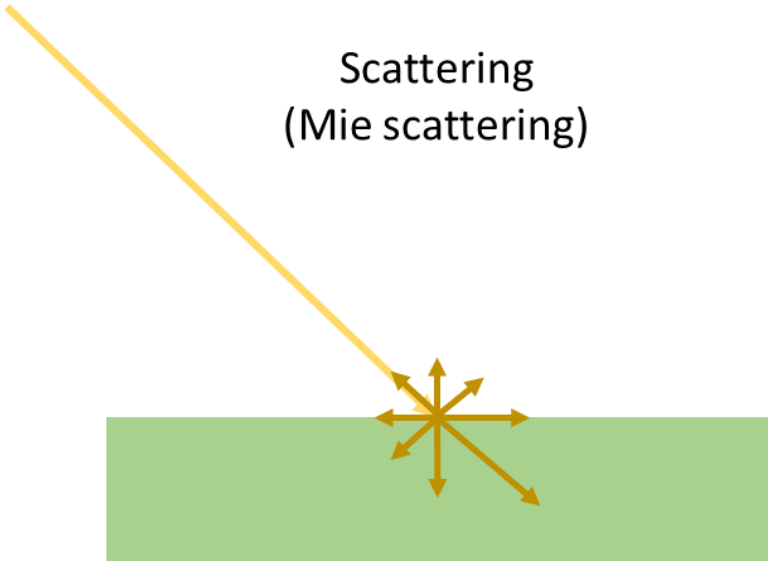
2 – Quantification de la chlorophylle a

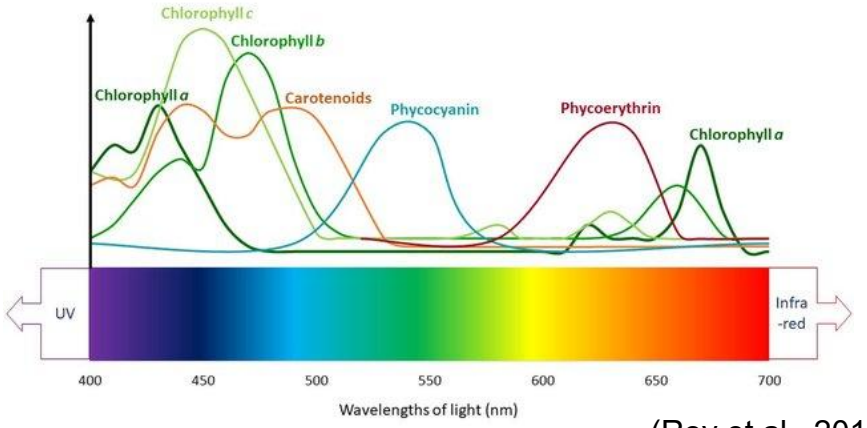
Chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC)

GIP Seine-Aval
Groupement d'Intérêt Public

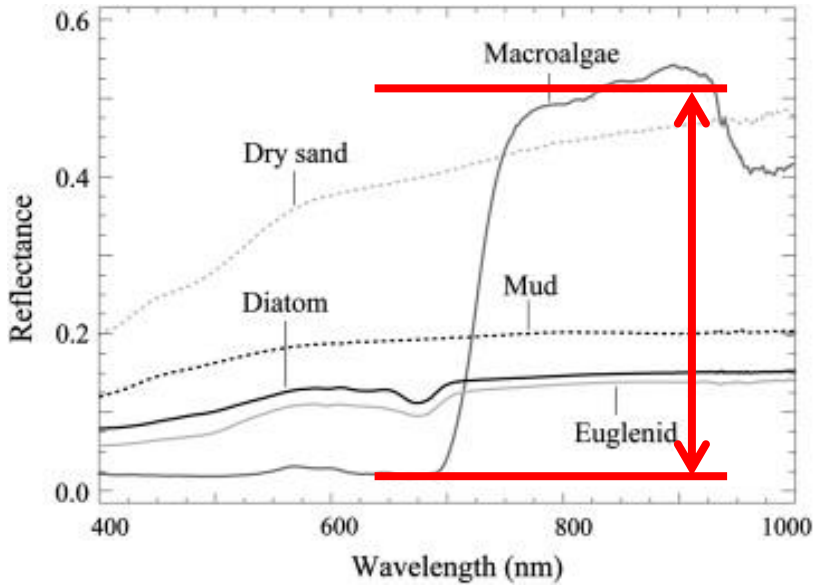
Biomasse de microphytobenthos

Le microphytobenthos par télédétection : La télédétection et les indices spectraux





(Roy et al., 2011)



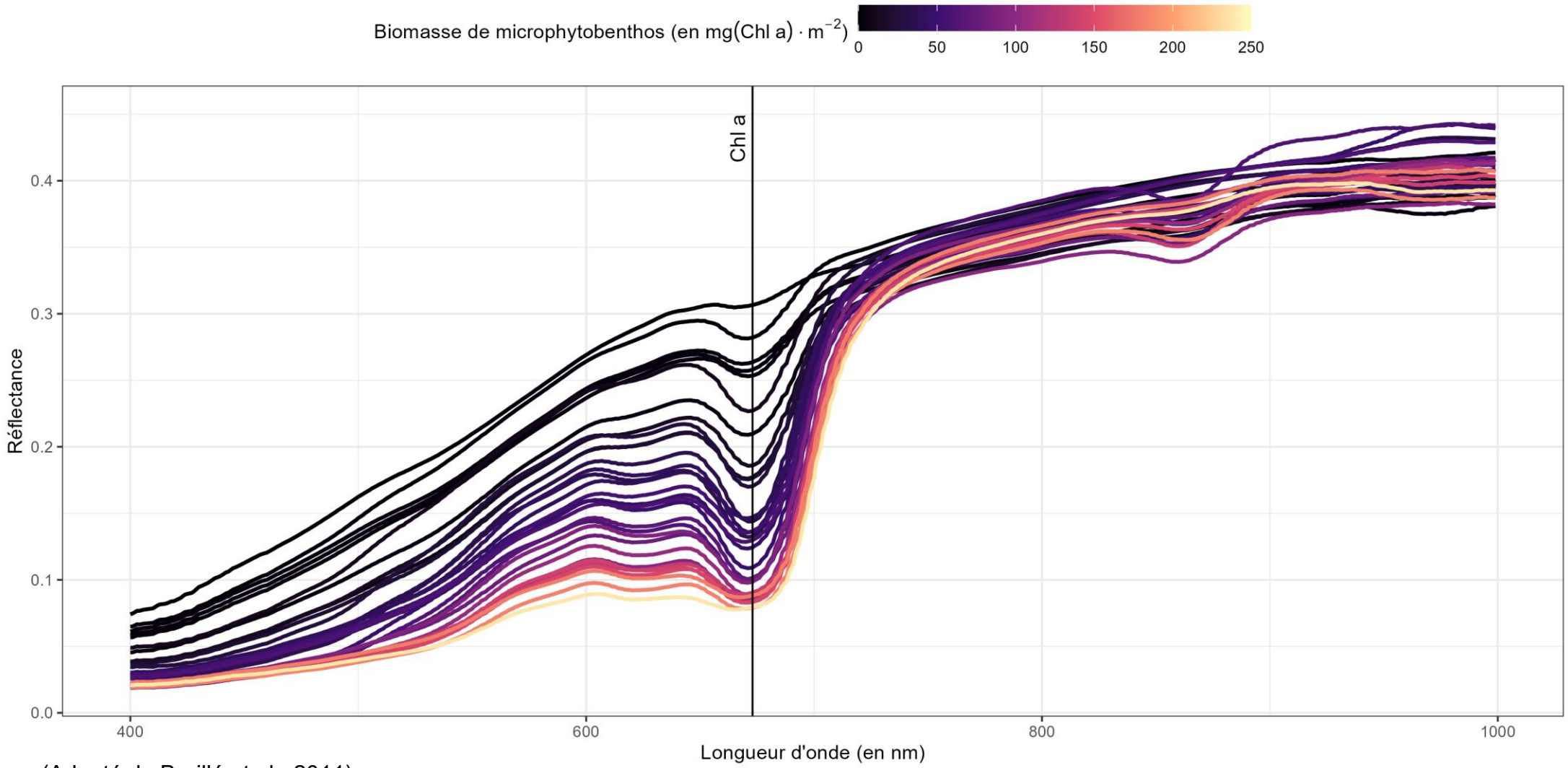
(Kazemipour et al., 2012)

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + \rho_R}$$

(Tucker, 1979)

Biomasse de microphytobenthos

Le microphytobenthos par télédétection : Lien entre les indices et la biomasse



(Adapté de Barillé et al., 2011)

GIP Seine-Aval
Groupement d'Intérêt Public

Biomasse de microphytobenthos

Le microphytobenthos par télédétection : Lien entre les indices et la biomasse

Résumé bibliographique des liens entre indices spectraux et biomasse de microphytobenthos

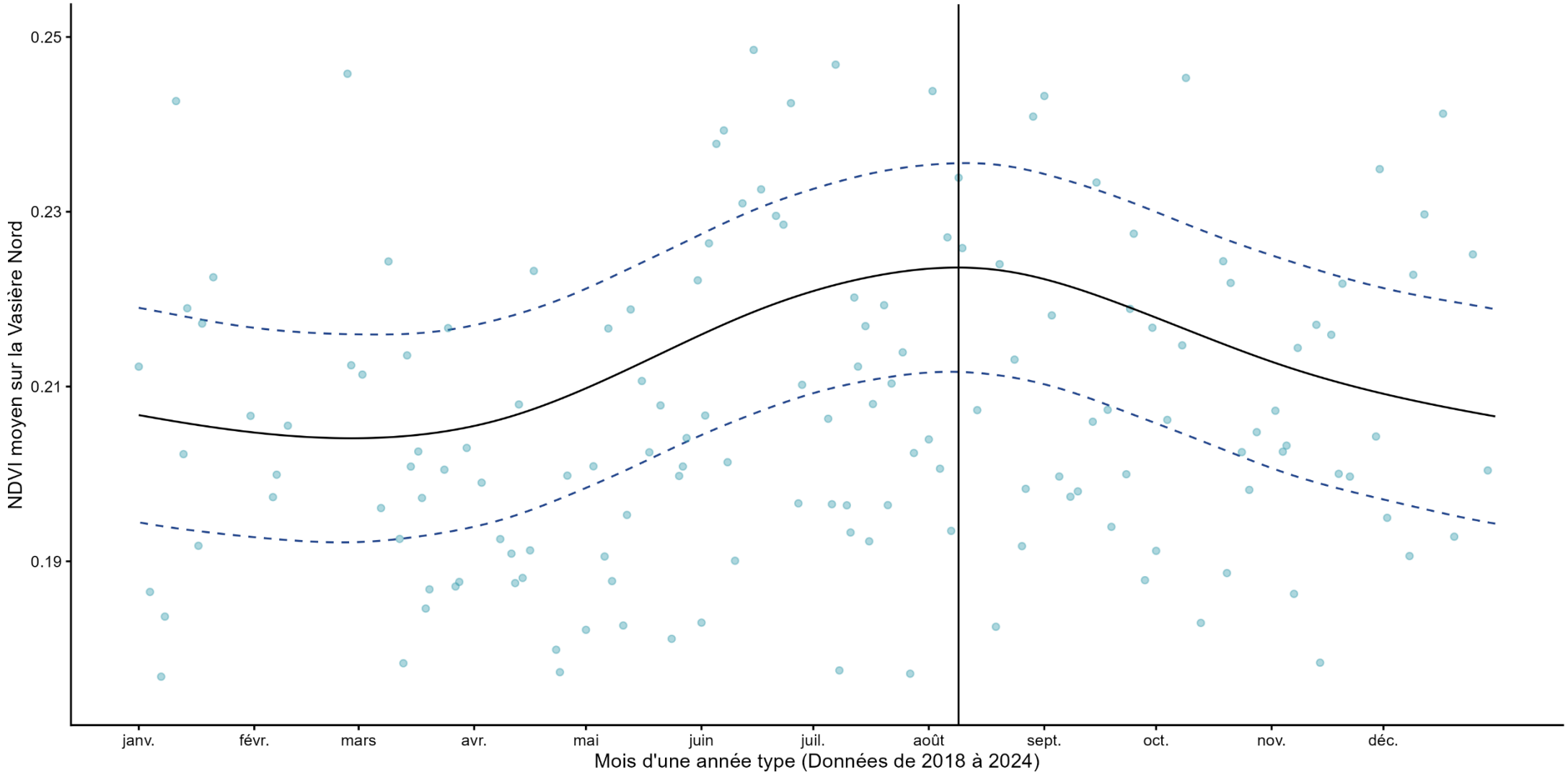
Forme de la fonction	Indice spectral S					
	NDVI	NIR / Red	ln(NIR) / ln(Red)	AD(Red)	NIR - Green	CRD(Red)
$Chl\ a = a.S + b$	17	0	1	2	0	1
$Chl\ a = a + b.\ln(c - S)$	2	0	0	0	0	0
$Chl\ a = a + b.S^c$	1	0	0	1	0	0
$Chl\ a = a.e^{b.S}$	5	0	0	2	1	0
$Chl\ a = a.\left(\ln(S)\right)^b$	0	1	0	0	0	0

(Debly et al., in prep)

GIP Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

Biomasse de microphytobenthos

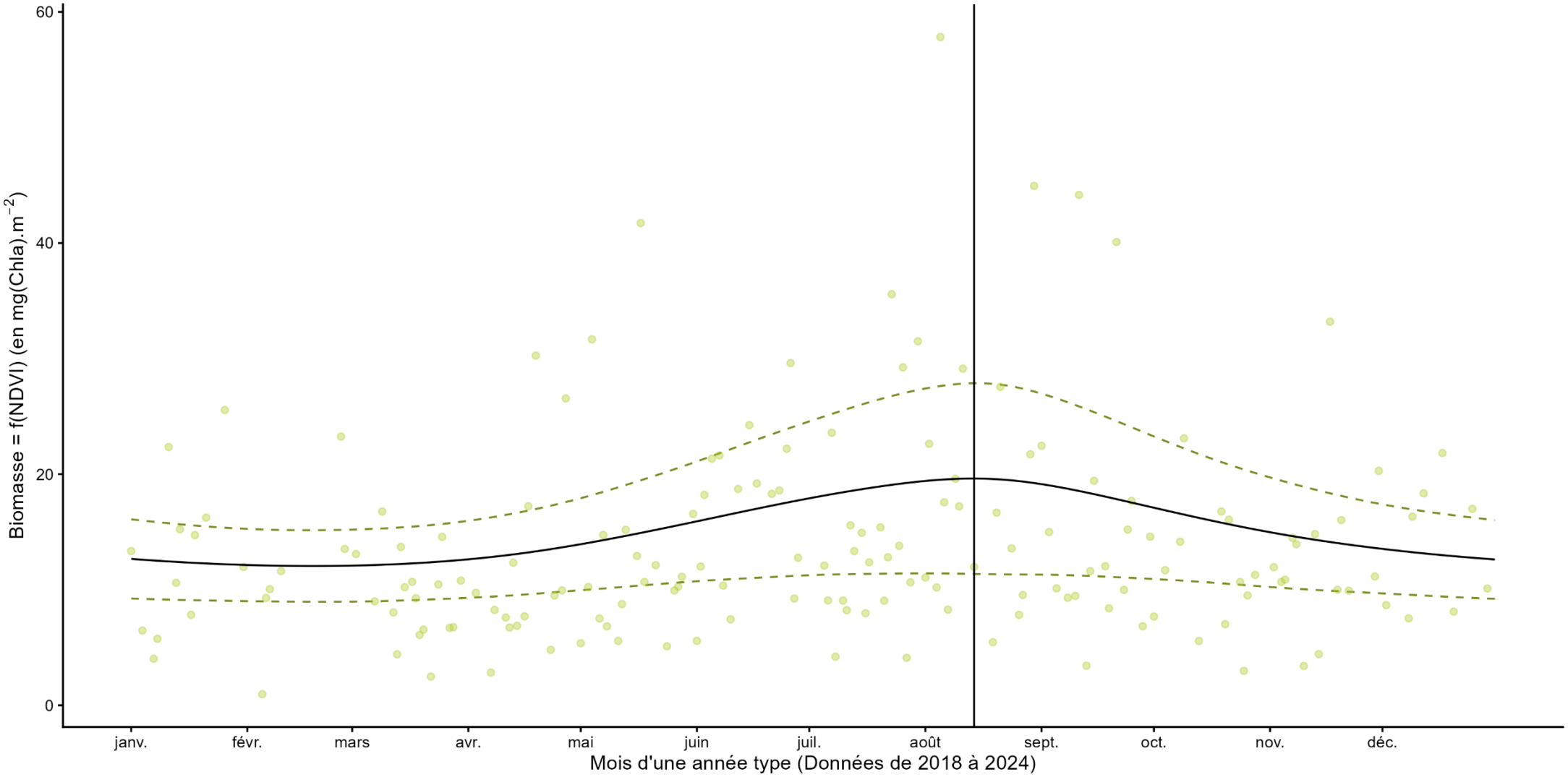
Le microphytobenthos par télédétection : Séries temporelles satellitaires



GIP Seine-Aval
Groupement d'Intérêt Public

Biomasse de microphytobenthos

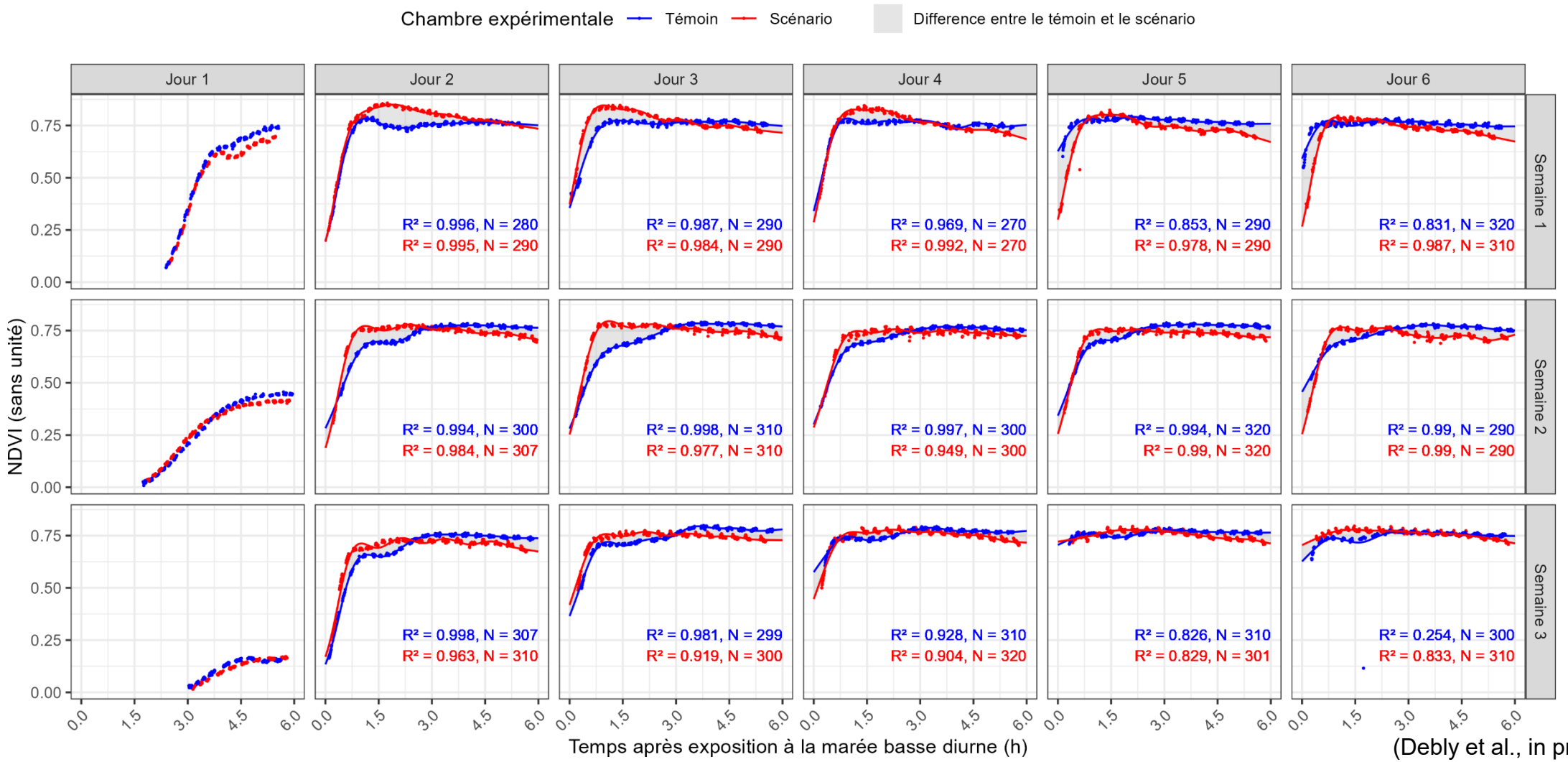
Le microphytobenthos par télédétection : Séries temporelles satellitaires



GIP Seine-Aval
Groupement d'Intérêt Public

Biomasse de microphytobenthos

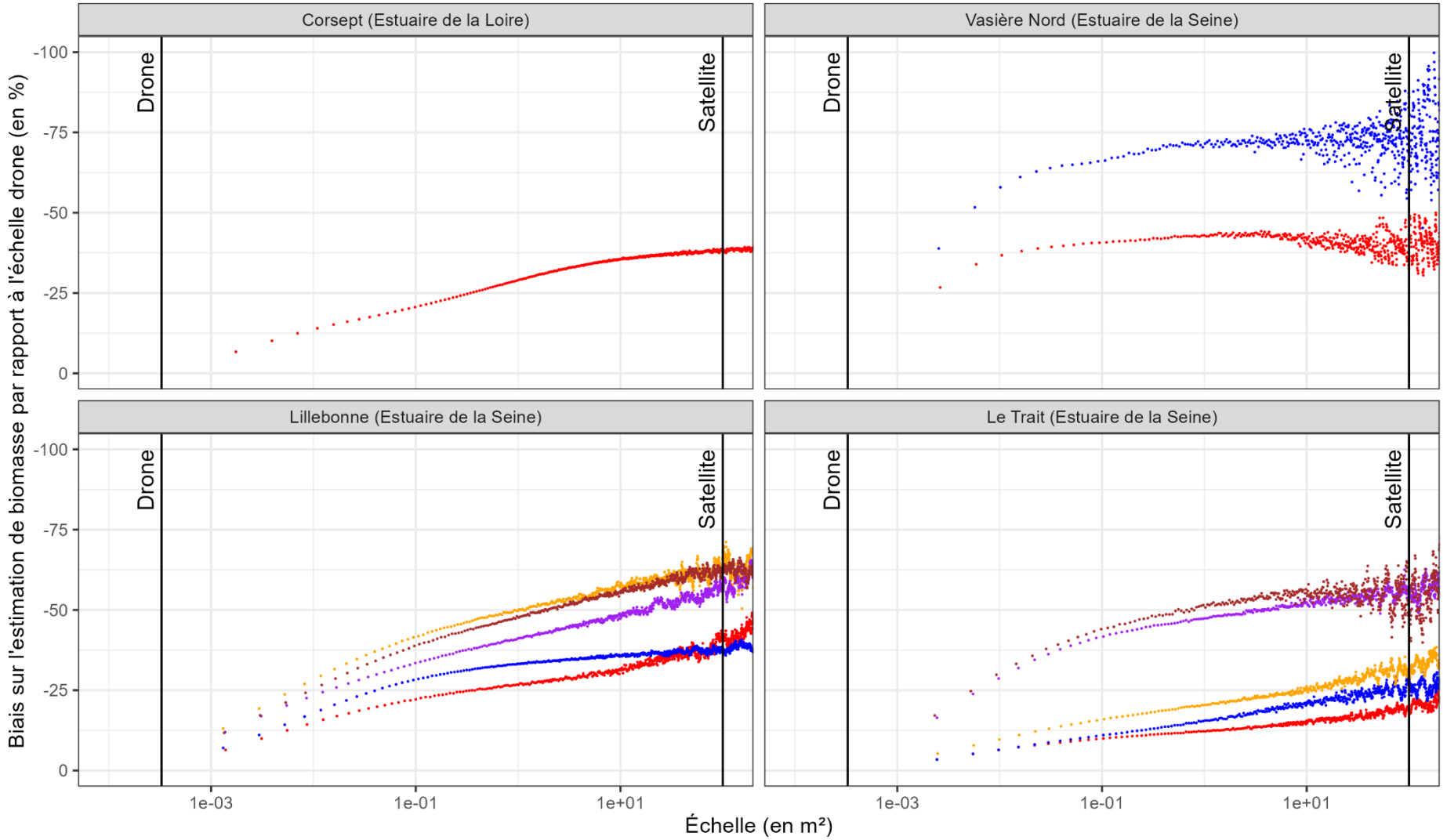
Les biais de mesure : la dynamique du microphytobenthos



(Debly et al., in prep)

Biomasse de microphytobenthos

Les biais de mesure : la mesure en elle-même

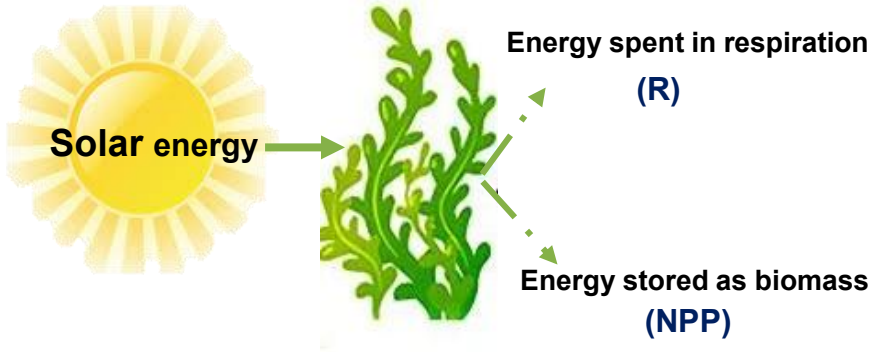


(Debly et al., in prep)

Production Primaire Brute du microphytobenthos

GPP et microphytobenthos (MPB)

The Gross primary Production (**GPP**) is defined as the total rate at which an ecosystem's producers convert solar energy into chemical energy (**organic carbon**) via photosynthesis (*Migné et al., 2002 and* Falkowski et al., 2007).



GPP= NPP + R

Gross primary production | Net primary production | Respiration

Intertidal mudflats worldwide are estimated to fix about **500 Mt of C per year** via microphytobenthic photosynthesis (Cahoon et al., 2002).

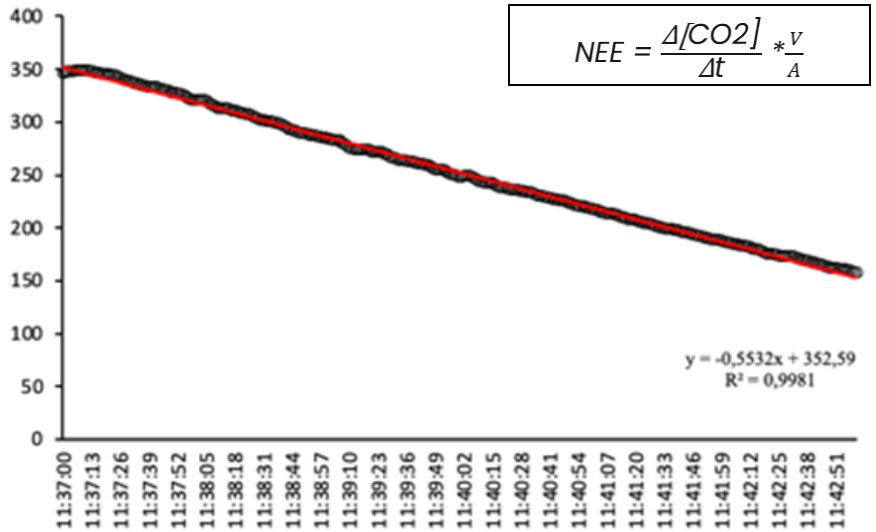
Production Primaire Brute de microphytobenthos

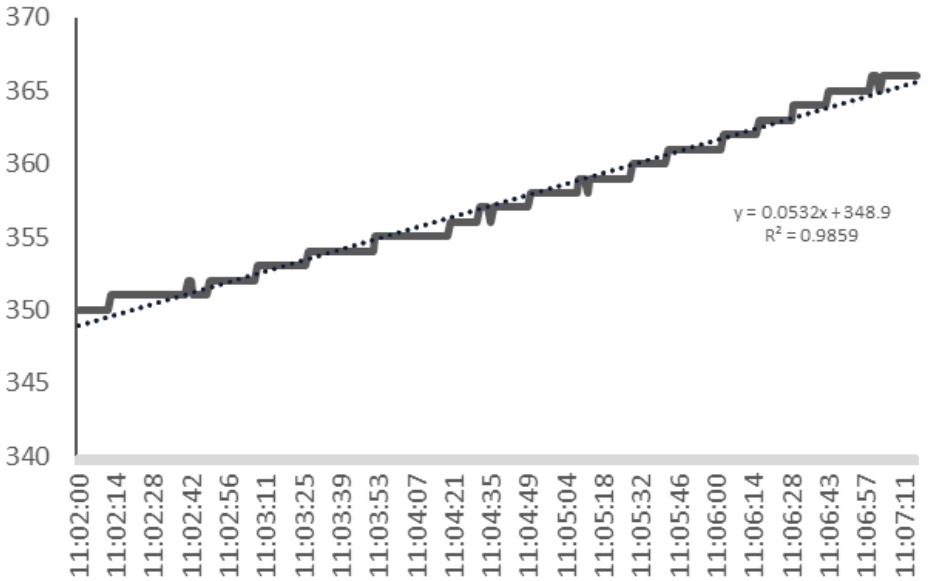
Mesures in situ des flux de carbone

[CO2] in ppm/s

T (°C),
PAR (µmol$m^{-2}s^{-1}$)

$$NEE = \frac{\Delta[CO2]}{\Delta t} * \frac{V}{A}$$

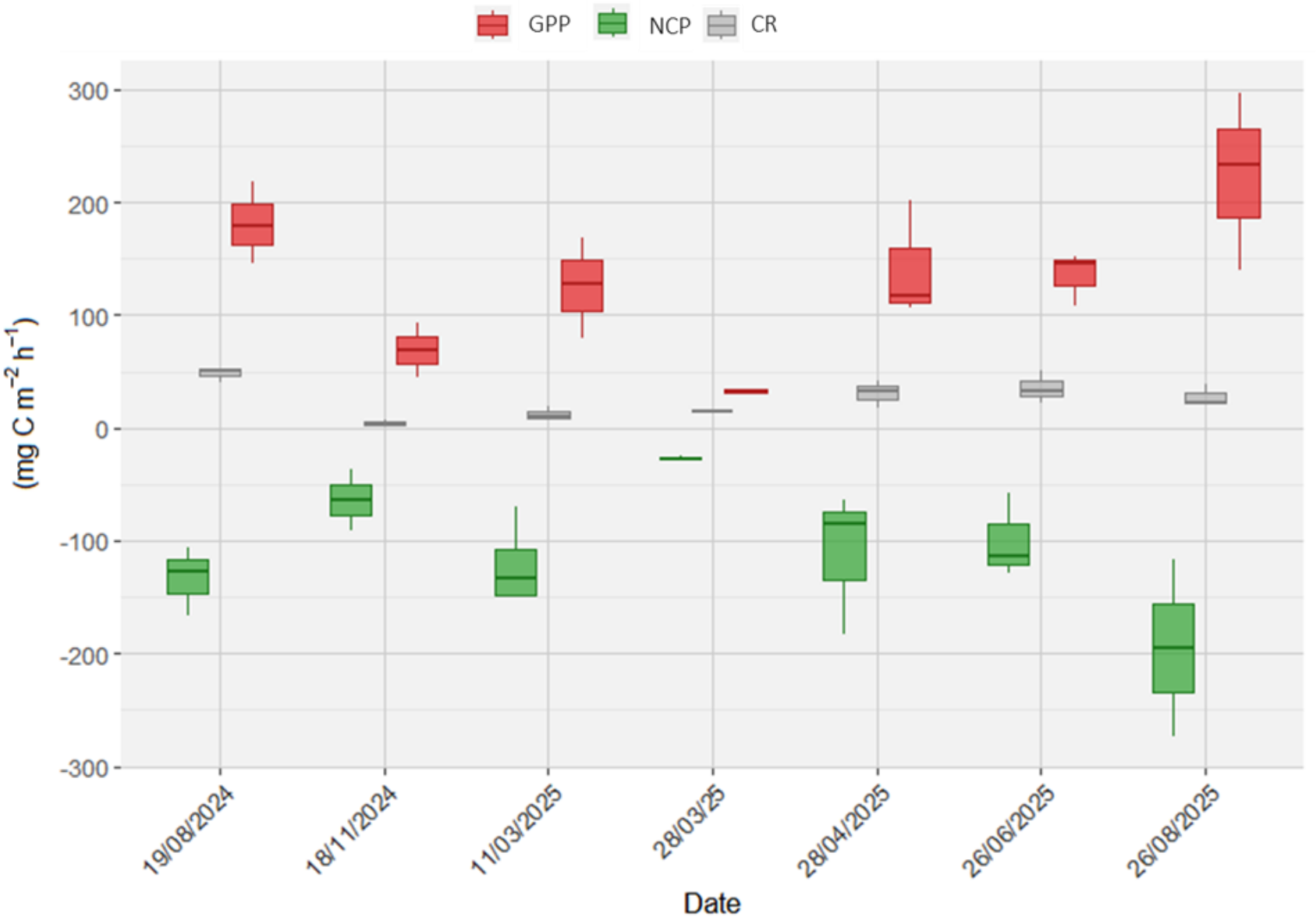




GIP Seine-Aval
Groupement d'Intérêt Public

Production Primaire Brute de microphytobenthos

Variation temporelle des flux de carbone

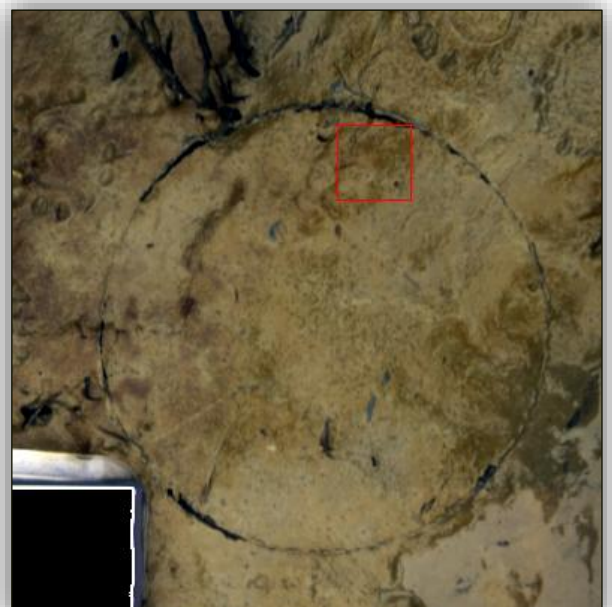


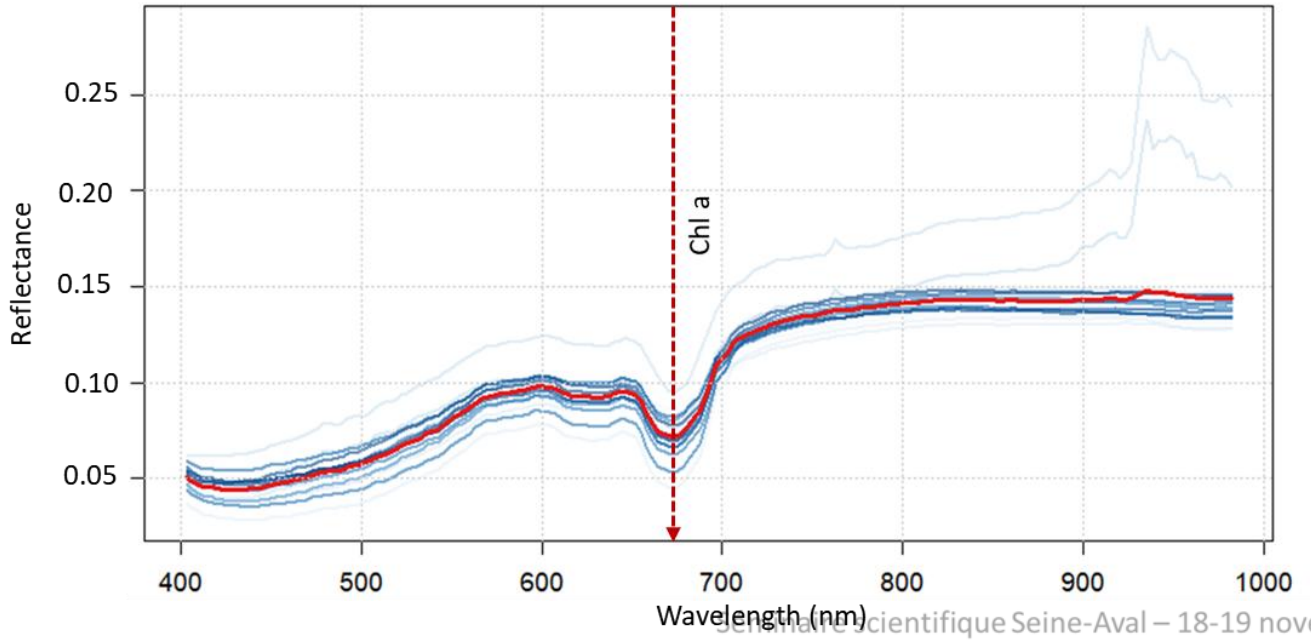
GIP Seine-Aval
Groupement d'Intérêt Public

Production Primaire Brute de microphytobenthos

Apport de la télédétection hyperspectrale

Specim IQ-Hyperspectral Camera



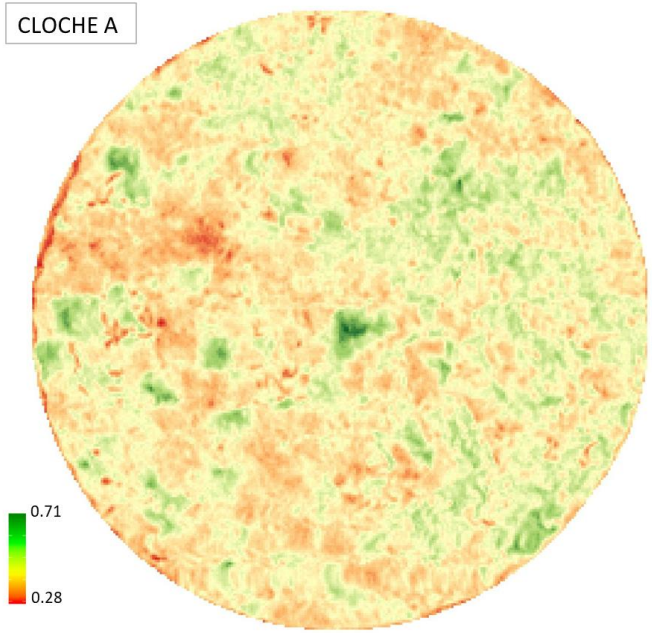


Production Primaire Brute de microphytobenthos

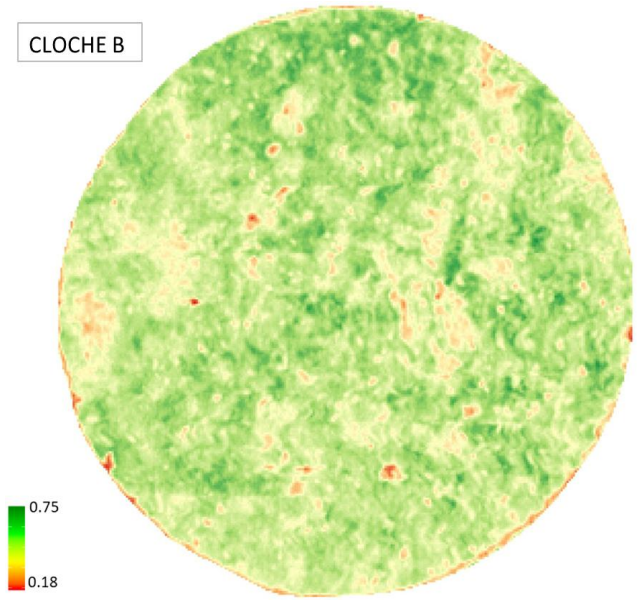
Apport de la télédétection hyperspectrale

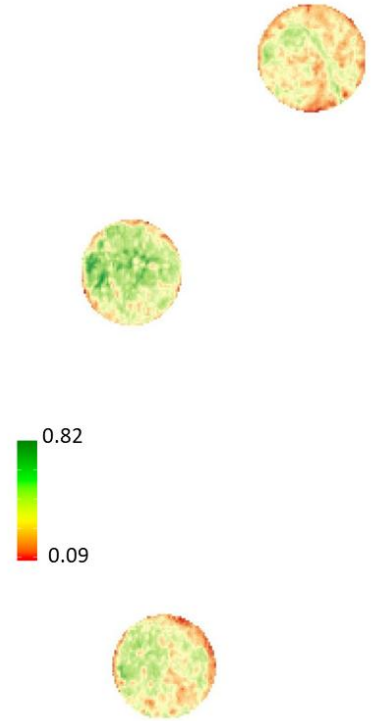
CLOCHE C, D, E

CLOCHE A



CLOCHE B

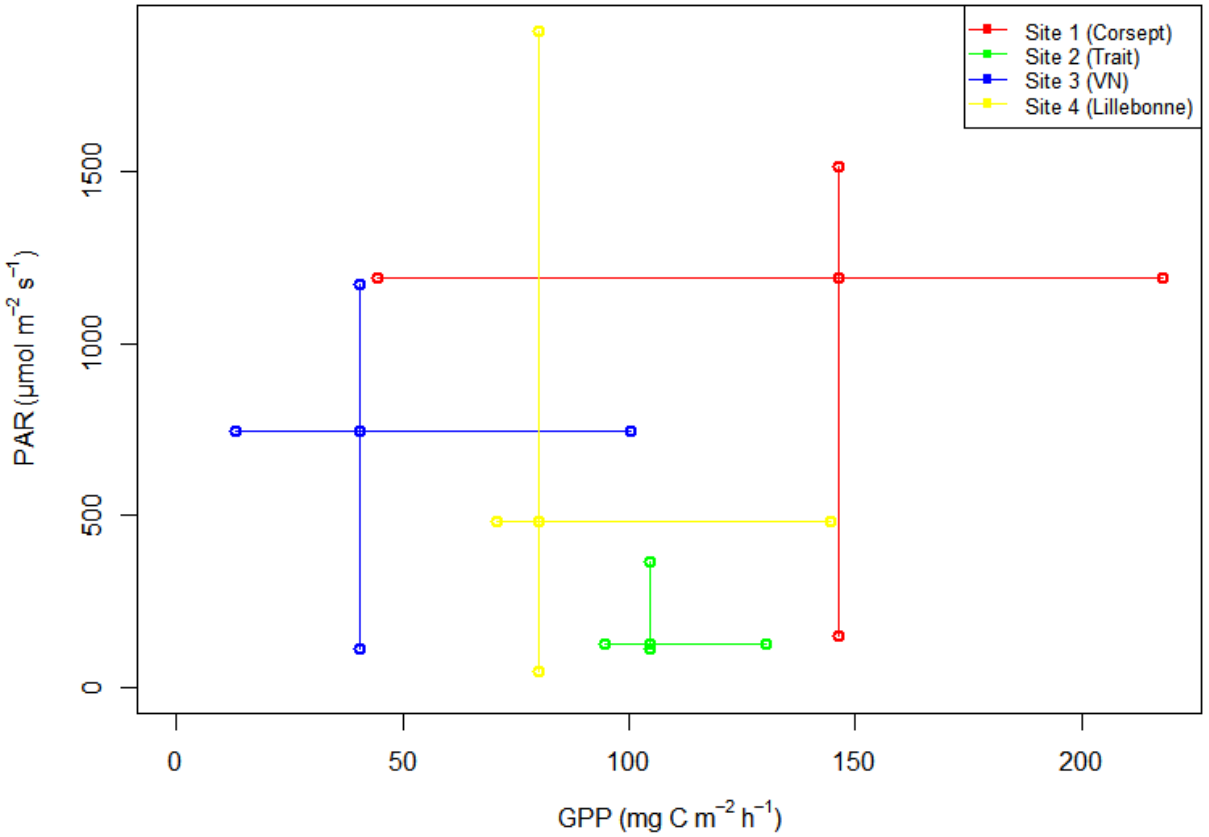


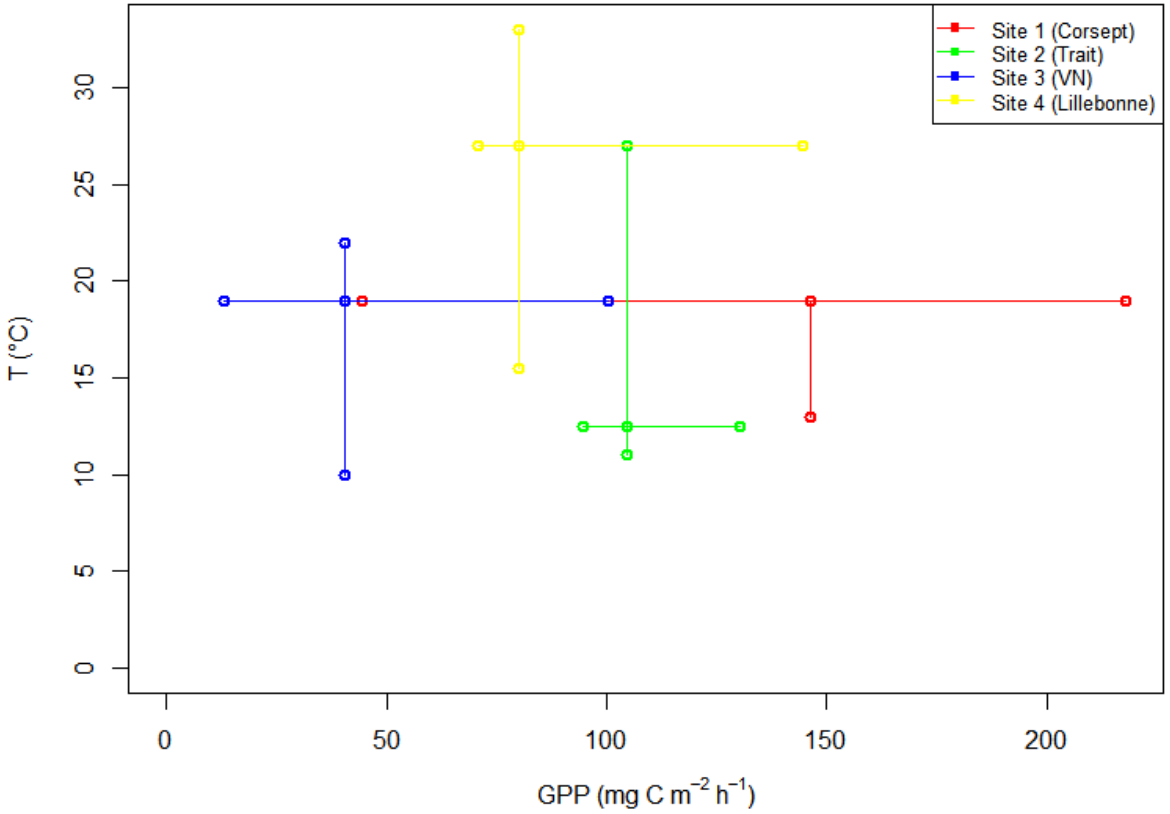


GIP Seine-Aval
Groupement d'Intérêt Public

Production Primaire Brute de microphytobenthos

Apport de la télédétection hyperspectrale





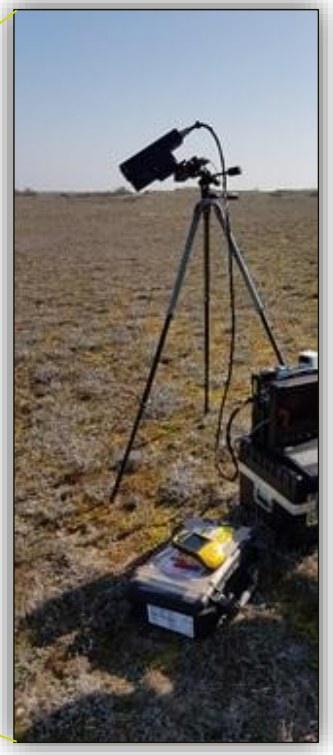
- ❑ Higher GPP in the Loire (Corsept) compared to Seine sites
- ❑ Higher GPP in Lillebonne
- ❑ Lower GPP in VN

- ❑ Higher GPP at higher mudflat temperatures during summer season
- ❑ Lower GPP at lower mudflat temperatures during autumn
- ❑ The medium T° 15-20 °C is preferred for production

GIP Seine-Aval
Groupement d'Intérêt Public

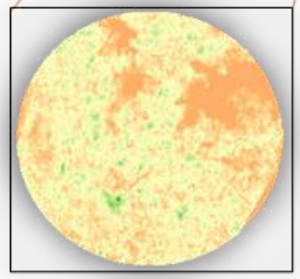
Production Primaire Brute de microphytobenthos

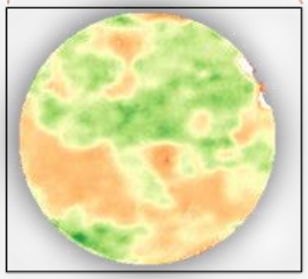
Apport de la télédétection hyperspectrale-Upscaling

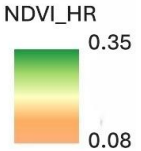


HySpex VNIR 1600

Specim IQ



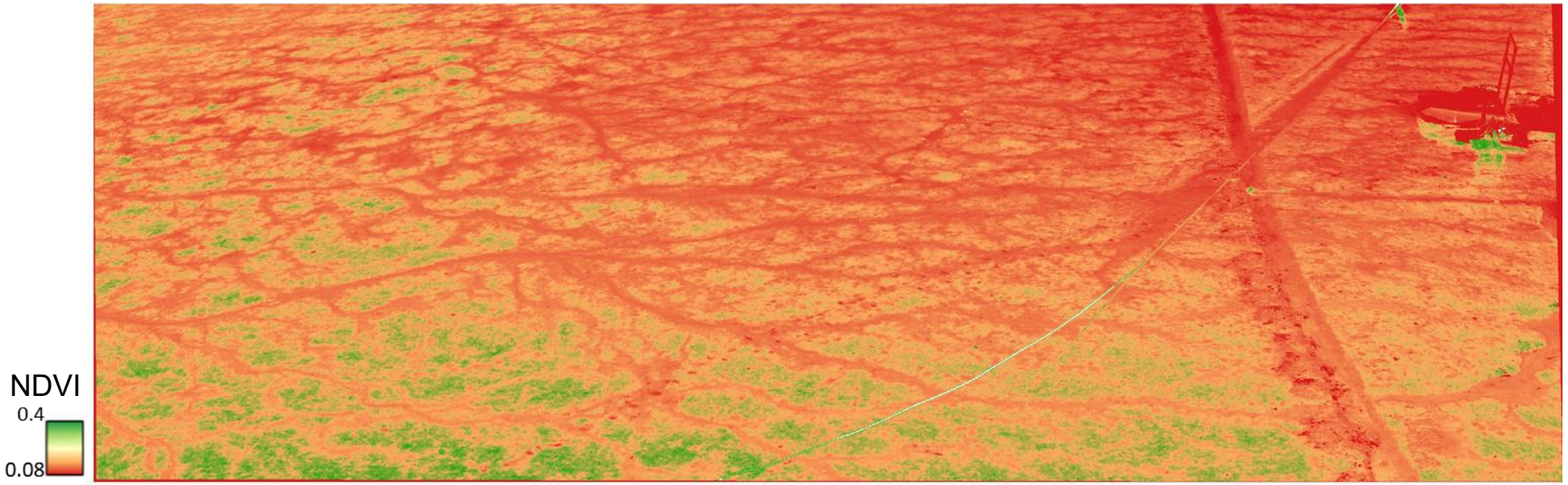


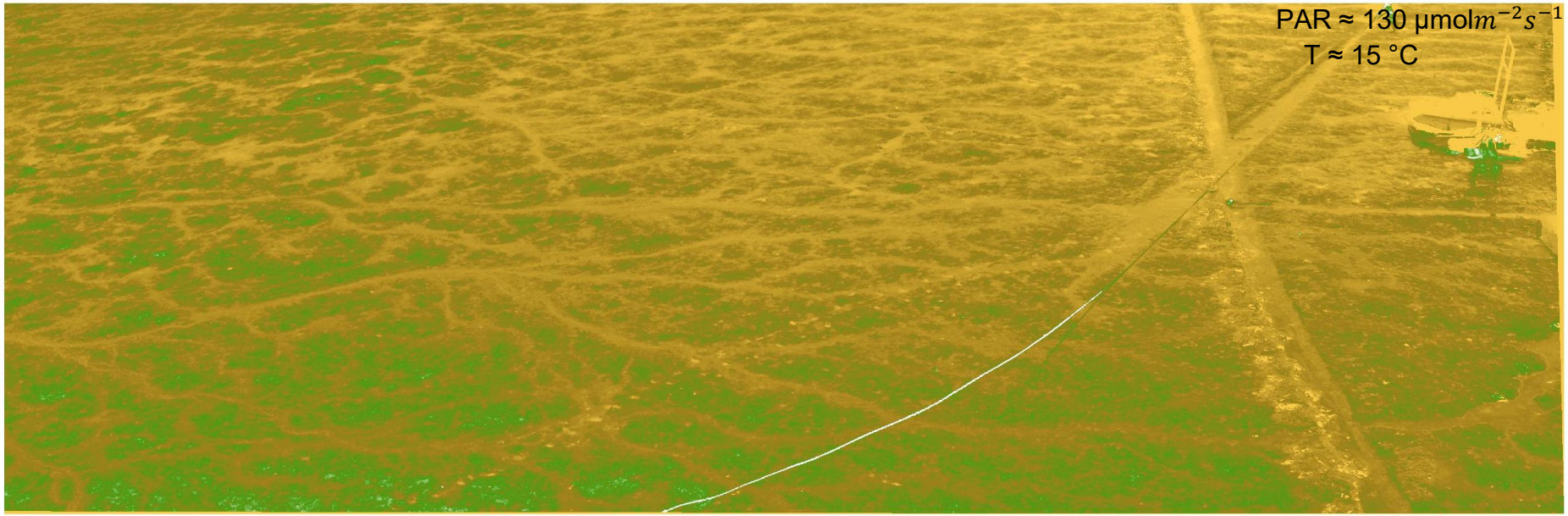


GIP Seine-Aval
Groupement d'Intérêt Public

Production Primaire Brute de microphytobenthos

Apport de la télédétection hyperspectrale-Upscaling





GIP Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

GIP Seine-Aval
Groupement d'Intérêt Public
métropole
pavillon des transitions
Merci pour votre attention !
GIP Seine-Aval, 2025 - Photographies : Manuel AÑO, ProdAqua