



*Mangroves et changements climatiques  
Bilan de quelques projets de recherche*



La mangrove, un écosystème remarquable

# Un écosystème remarquable

Définition : ensemble d'arbres, d'arbustes et d'herbiers à caractères halophiles se développant dans la zone de balancement des marées en zone tropicale et subtropicale

## Caractéristiques :

- a. Forte productivité (Capacité à transformer le  $CO_2$  en matière organique)
- b. Capacités d'adaptation à des conditions environnementales extrêmes :
  - salinité variable
  - dessiccation
  - instabilité du substrat
  - hydromorphie
  - anoxie du substrat



# Un écosystème remarquable



# Un écosystème remarquable



## Un écosystème remarquable

### Les ressources fournies par la mangrove sont précieuses

- Rôle dans la culture des communautés littorales / Utilisations traditionnelles
- Fournit les besoins élémentaires / chasse et pêche y sont pratiquées
- Certaines plantes peuvent être à la base de substances médicinales
- Le bois des palétuviers est utilisé comme bois de chauffage ou bois d'œuvre
- La valeur totale des biens et services assumés par la mangrove dépassent les 200 000\$/ha/an (10 000\$/ha/an pour la pêche) .



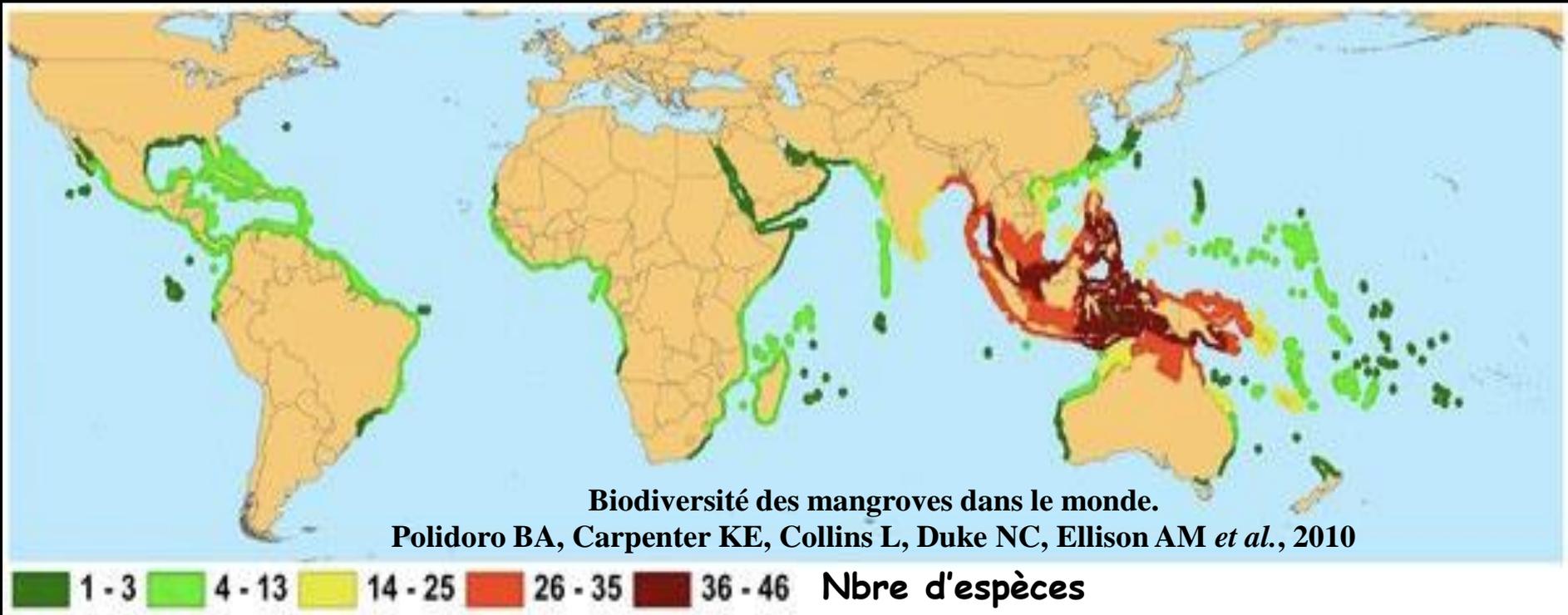
# Un écosystème remarquable

## Rôle essentiel dans la conservation des littoraux tropicaux

- Stabilise le trait de côte et sert de barrière contre l'érosion
- Base du cycle des nutriments en milieu côtier
- Rôle de biofiltre
- Abrite une grande biodiversité animale / Valeur refuge significative



# Un écosystème remarquable

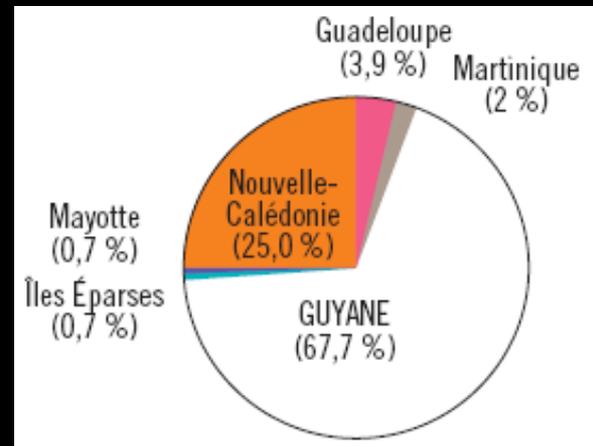


- sur près de 75% des littoraux tropicaux
- 15 à 20 M ha / Gradient latitudinal de biodiversité
- 70 espèces de plantes vasculaires
- 2 aires de répartition

## Mangroves en France :

100 000 ha (source : Conservatoire du littoral)

1<sup>er</sup> pays Européen, 2<sup>ème</sup> des pays développés (1<sup>er</sup> Australie)

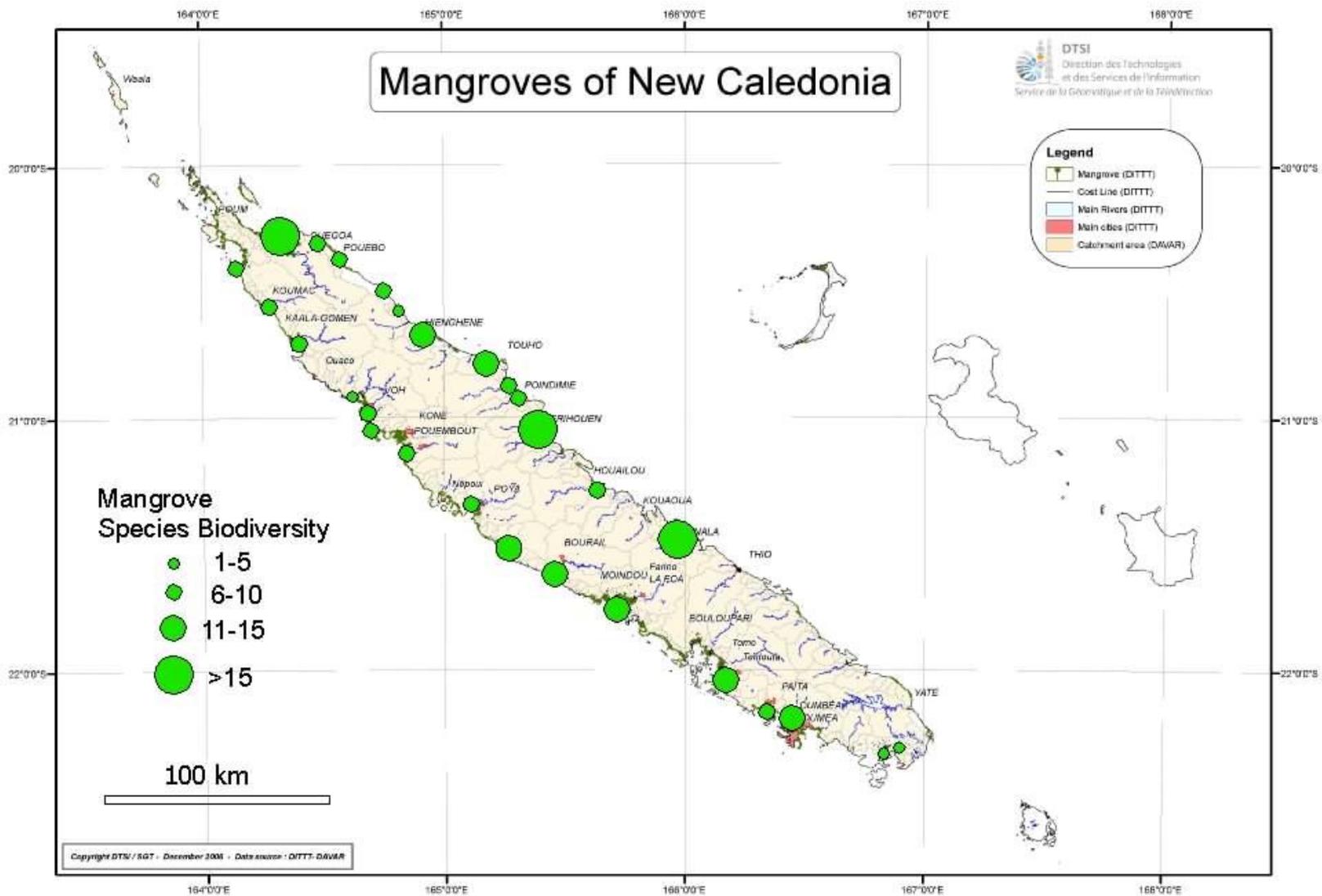


## Un écosystème menacé

- Actuellement, 3.4 Mds d'individus vivent à moins de 60 km des côtes, 66 % de la population mondiale
- Hypothèse à l'horizon 2030 : 75% de la population mondiale
- Population vivant à une altitude inférieure à 10 m (en millions d'habitants) / superficie couverte par les mangroves (en ha, source FAO) :
  - Chine : 144 / 36 880
  - Inde : 63 / 487 600
  - Bangladesh : 62 / 622 000
  - Vietnam : 43 / 252 500
  - Indonésie : 42 / 3 493 110
  - Thaïlande : 16 / 244 000
  - Philippines : 13 / 127 610



# Les mangroves de Nouvelle-Calédonie



# Les mangroves de Nouvelle-Calédonie

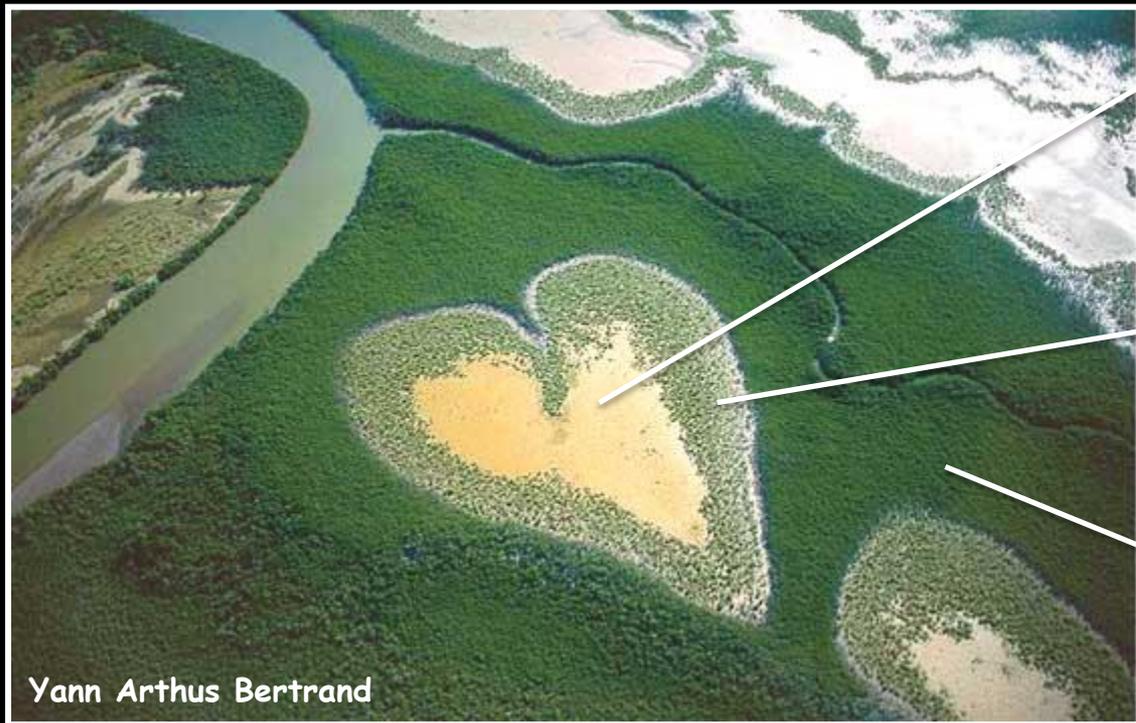
en quelques chiffres :

- 24 espèces se répartissant en 13 familles
- 35 100 hectares dont :
  - 25900 ha de forêts arbustives ou arborescentes
  - 9200 ha de tannes
- 88 % des mangroves sur la côte ouest
- 59 % en Province Nord, 40 % en Province sud, 1% en Province des Iles
- 55 % de formation à *Rhizophora* spp.
- 14 % de formation à *Avicennia marina*

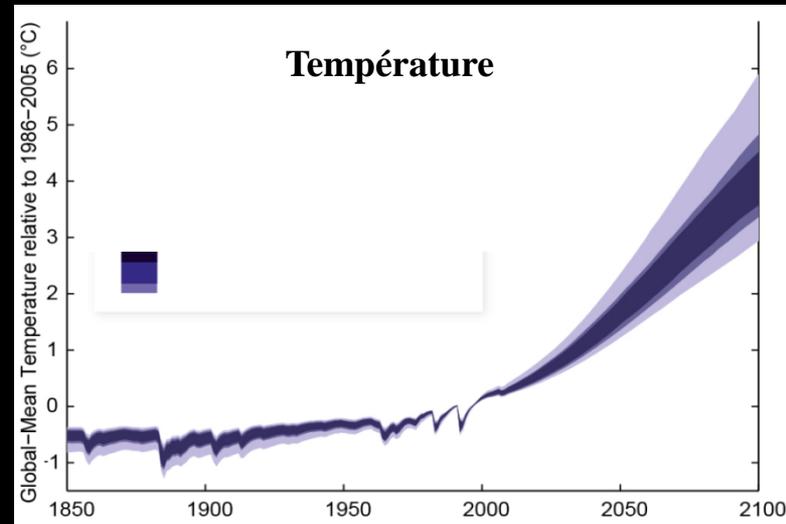
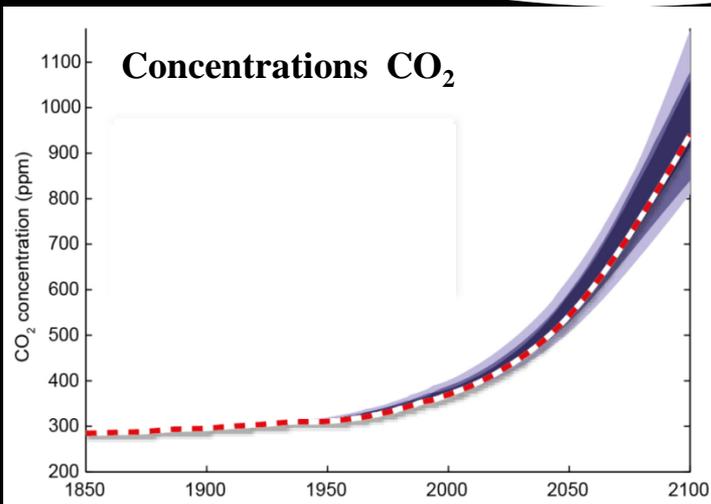


# Mangroves en Nouvelle Calédonie

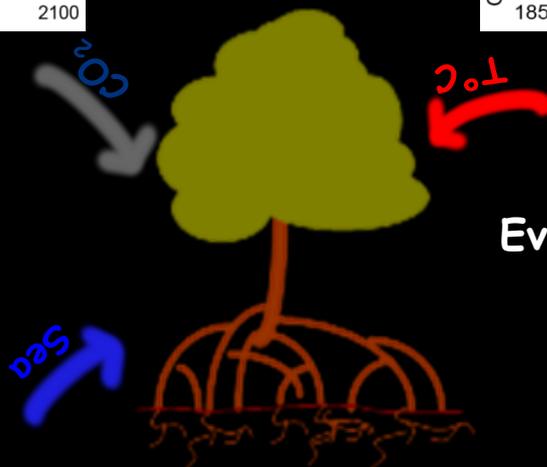
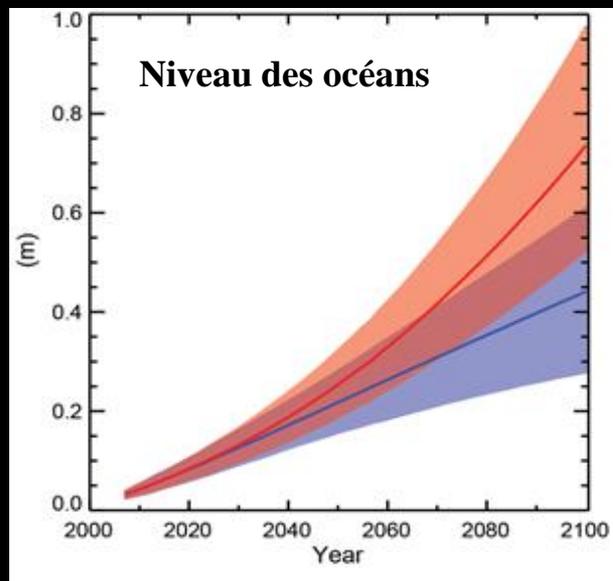
## Mangrove zonation: « le cœur de Voh »



# Changements climatiques



Données: IPCC 2013



**Evolution des Mangroves?**

**Prévisions pour la fin du siècle**

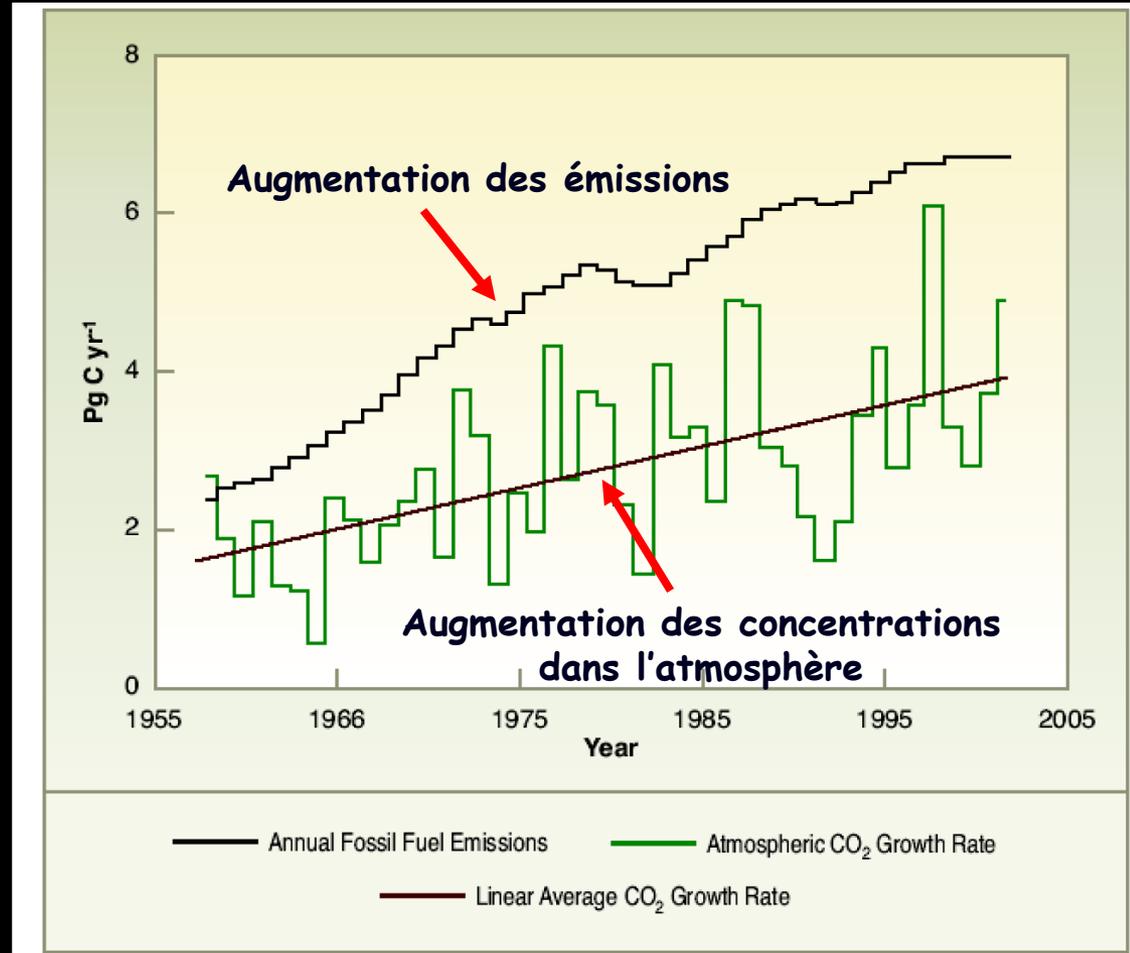
- 800 ppm de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère
- + 3 à 6°C température de l'air
- + 30 à 100 cm du niveau des mers



La mangrove, un atout face aux changements climatiques

## Augmentation des émissions en CO<sub>2</sub>

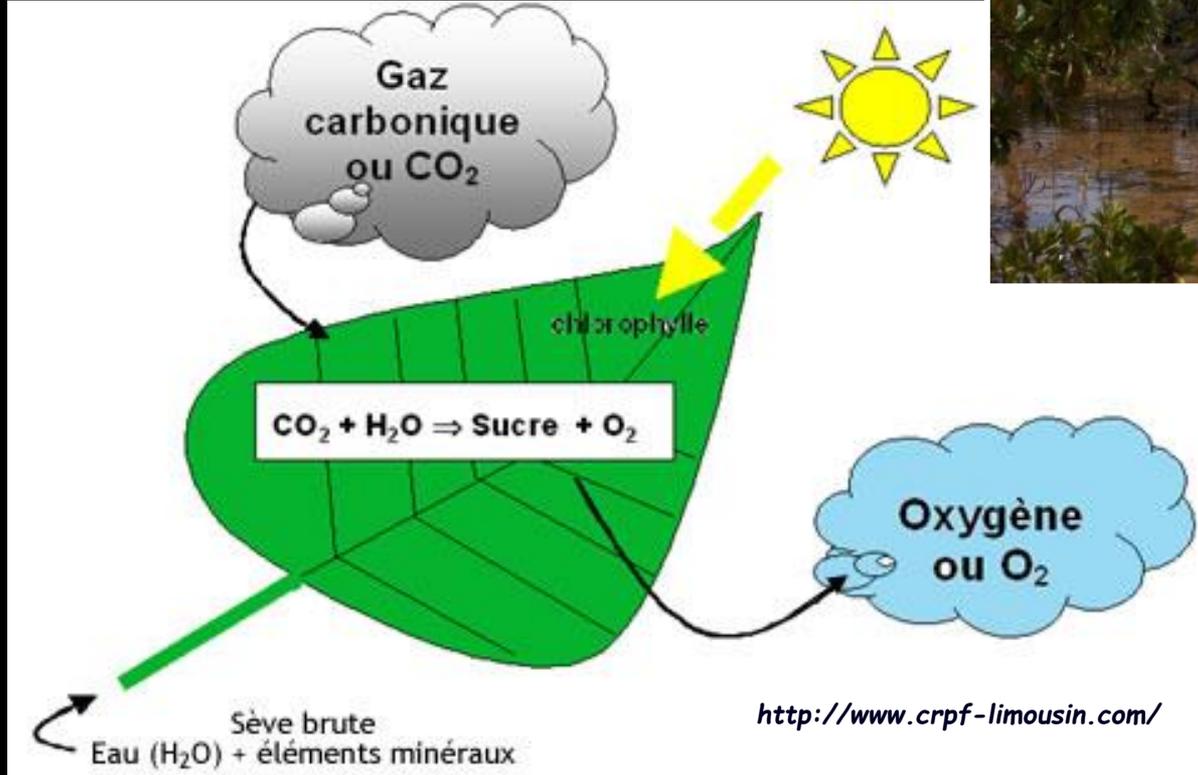
Les émissions sont partiellement absorbées par les forêts et les océans



(source : <http://www.climatescience.org>)

# Cycle du carbone

## La photosynthèse

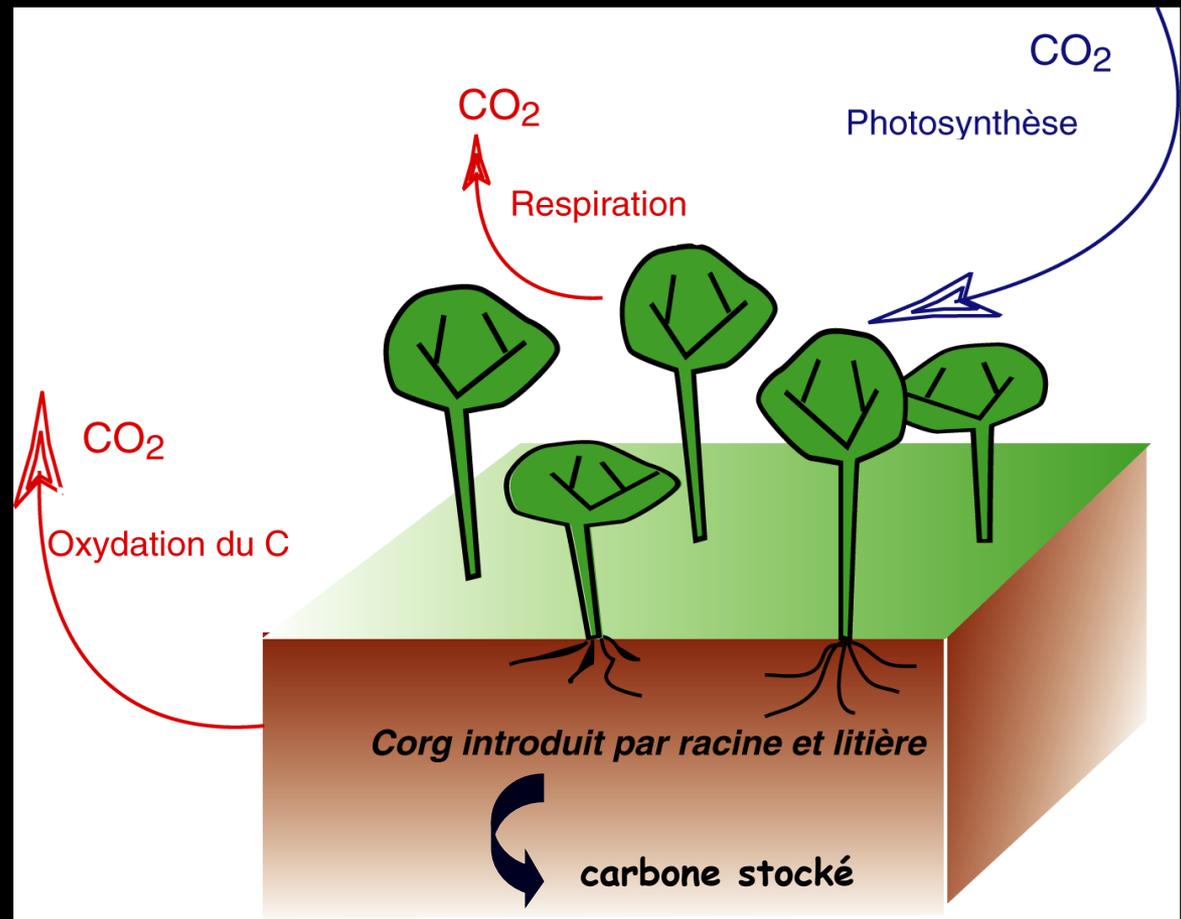


# Cycle du carbone

Des écosystèmes terrestres peuvent fixer puis stocker le Carbone.

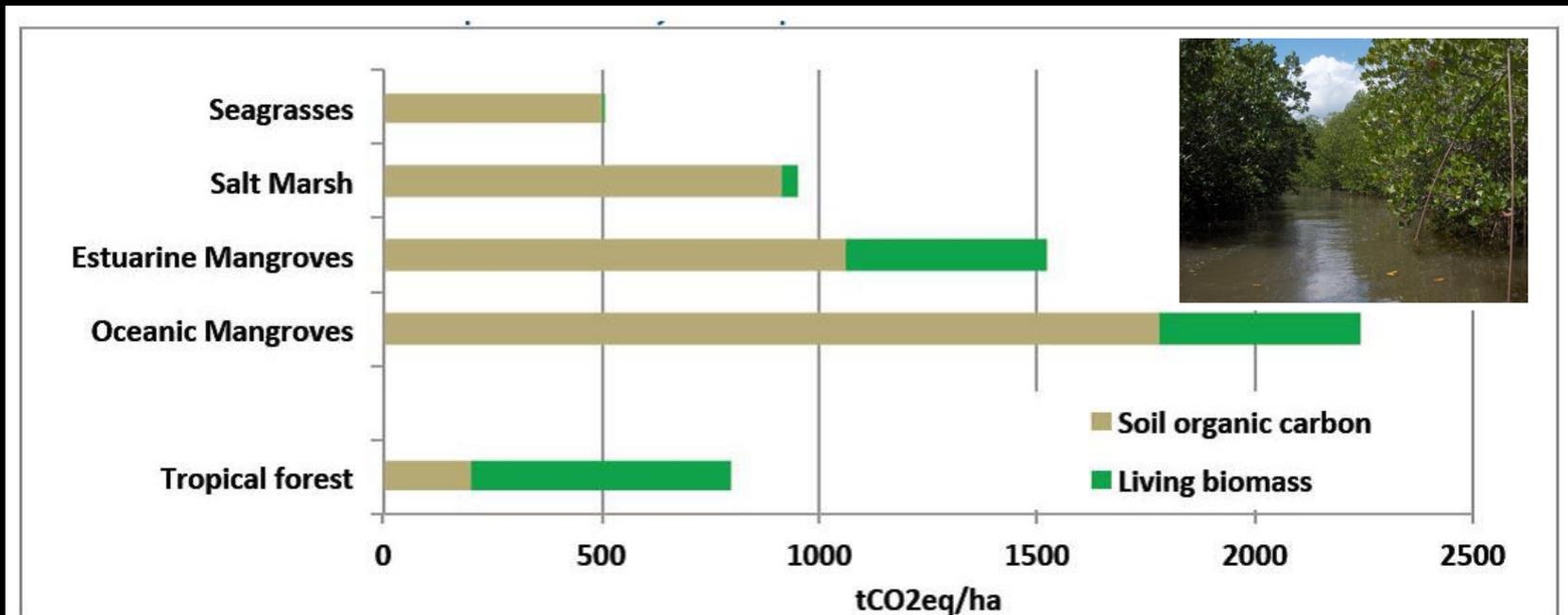
La photosynthèse est un puits pour le  $\text{CO}_2$ .

La décomposition de matière organique (MO) est une source.



# Cycle du carbone

- "Blue carbon" = carbone piégé par les écosystèmes côtiers
- Intérêts du fait de leur forte productivité et du caractère anoxique de leurs sols
- Ces écosystèmes piègent le carbone de façon plus efficace et sur une durée plus longue



\*Data is per unit area, where tCO<sub>2</sub>eq/ha is tons of carbon dioxide equivalents per hectare

Source: Murray, Brian, Linwood Pendleton, W. Aaron Jenkins, and Samantha Sifleet. 2011. Green Payments for Blue Carbon: Economic Incentives for Protecting Threatened Coastal Habitats. Nicholas Institute Report. NI R 11-04

(Alongi, 2009; Bouillon et al., 2008; Chmura et al., 2003; Donato et al., 2011; 2012; Kauffman et al., 2011; Ray et al., 2011)

# Cycle du carbone

Ecosystème terrestre le plus productif avec la forêt tropicale primaire ( $\sim 2 \text{ kg C m}^{-2} \text{ an}^{-1}$ )

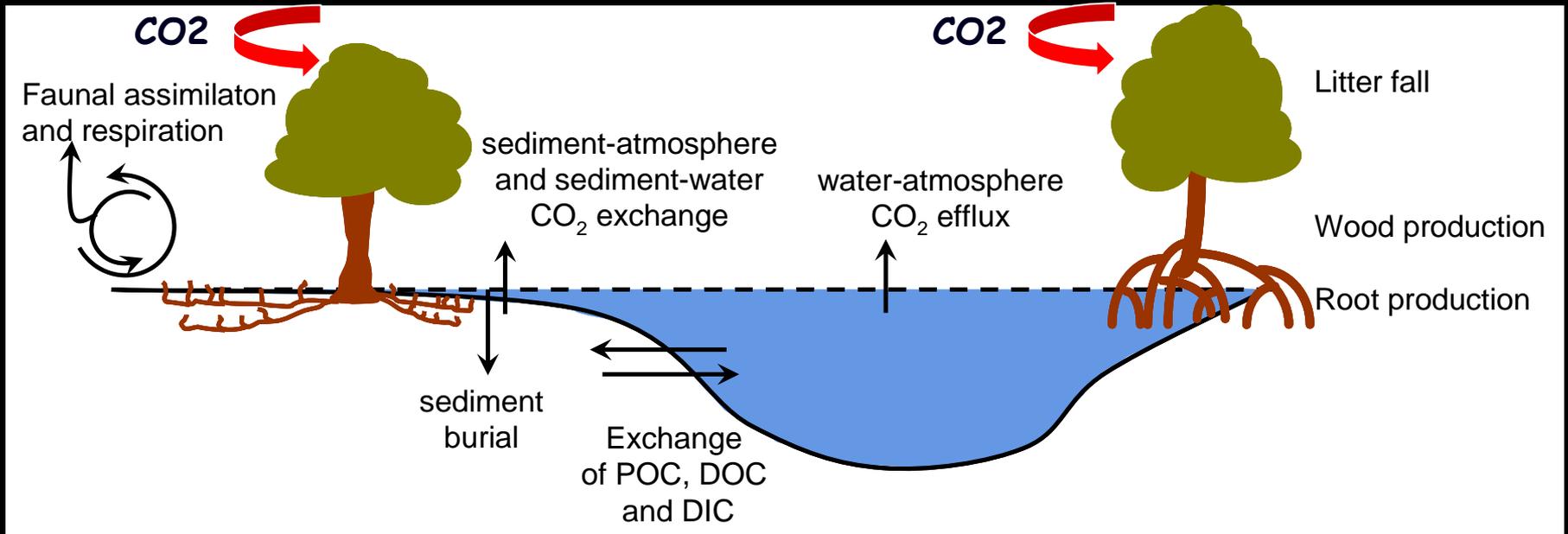


**Mangrove = Puits pour le  $\text{CO}_2$  atm**

Export par les marées de litière

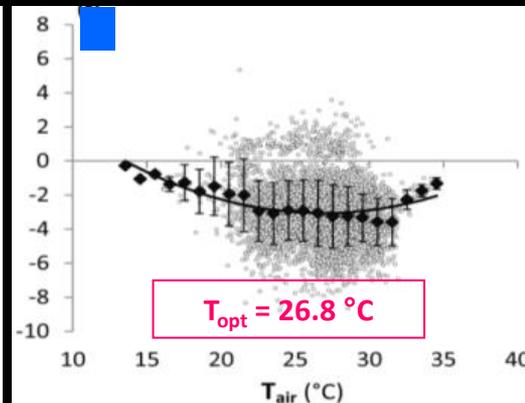
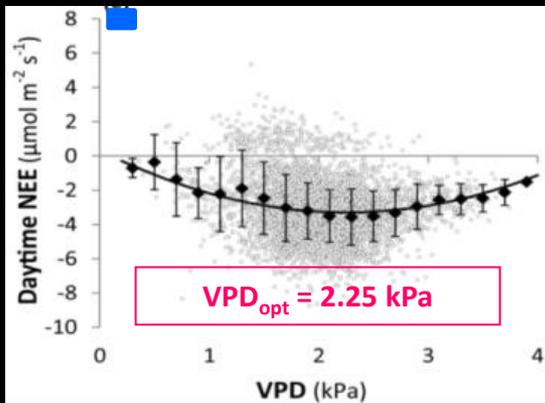


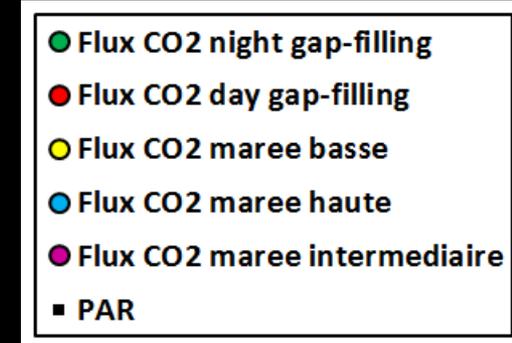
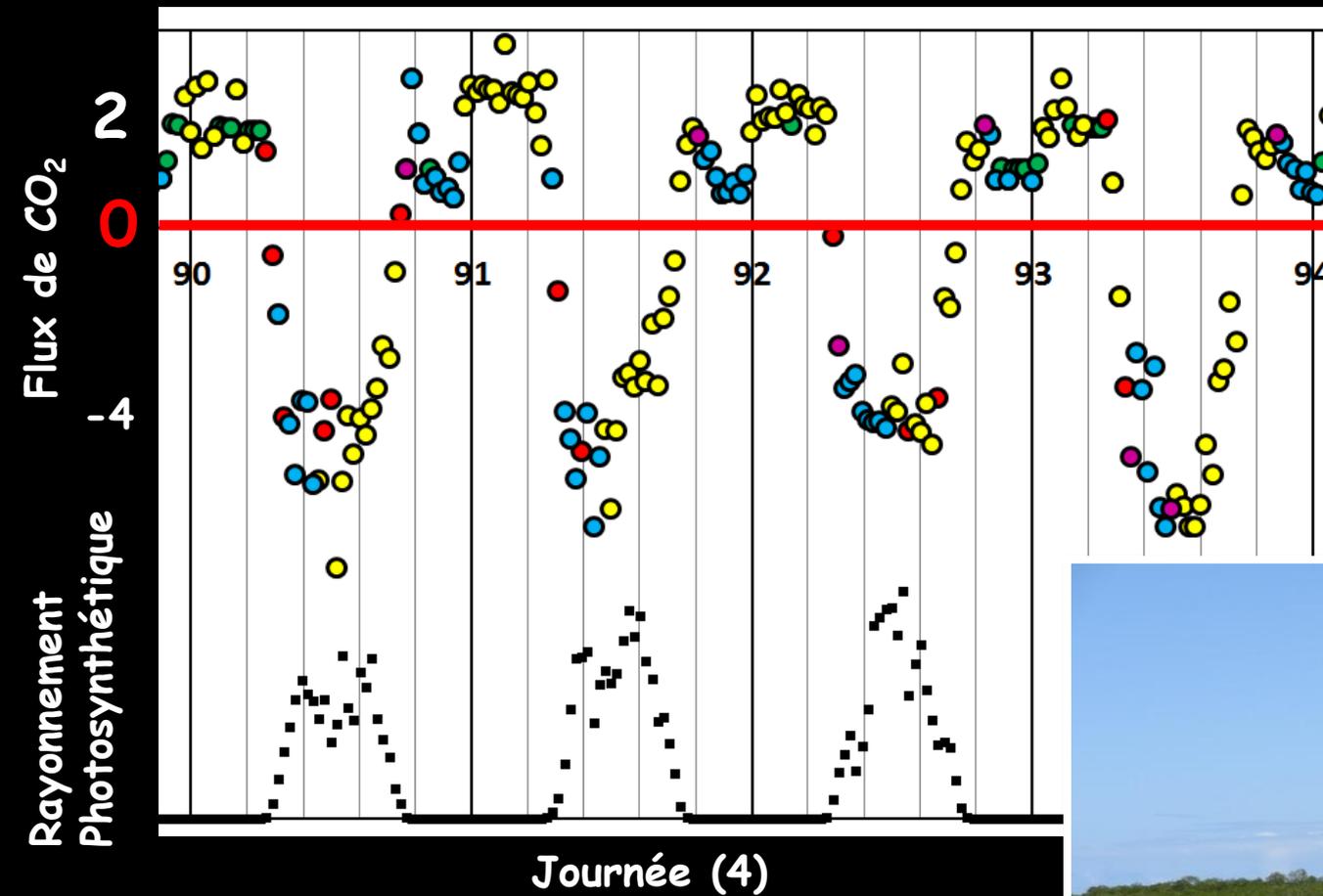
**Mangrove = Source pour le carbone**



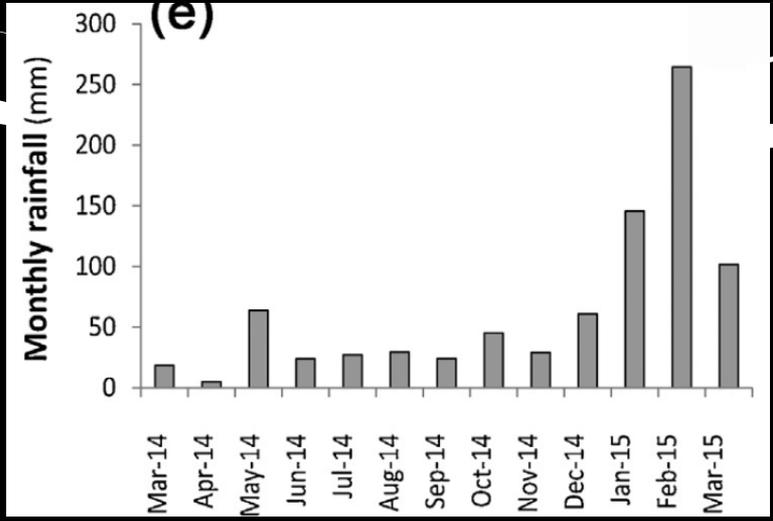


Instrumentation in situ  
Tour à flux  $CO_2$   
Post-doc Audrey Leopold

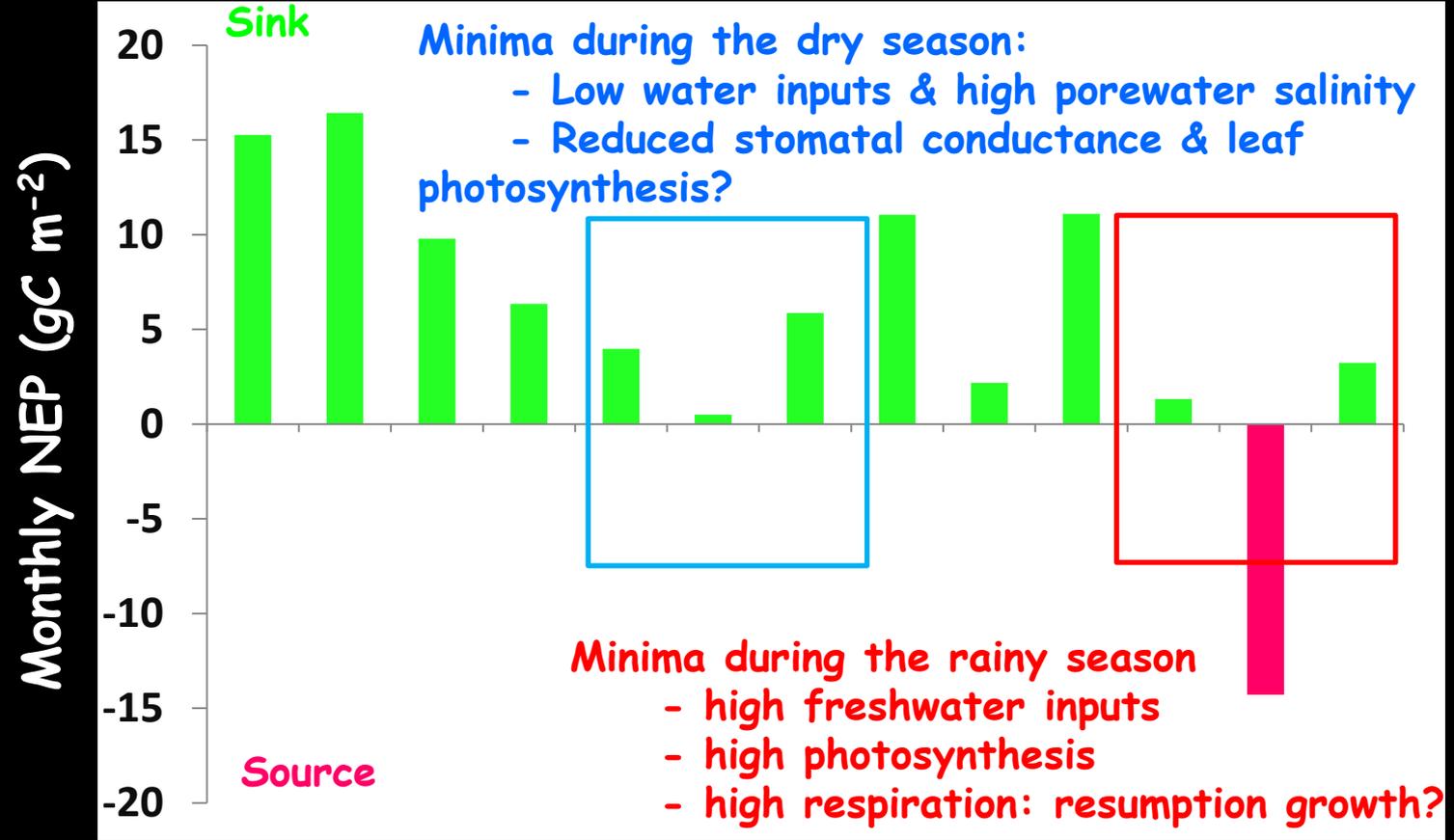


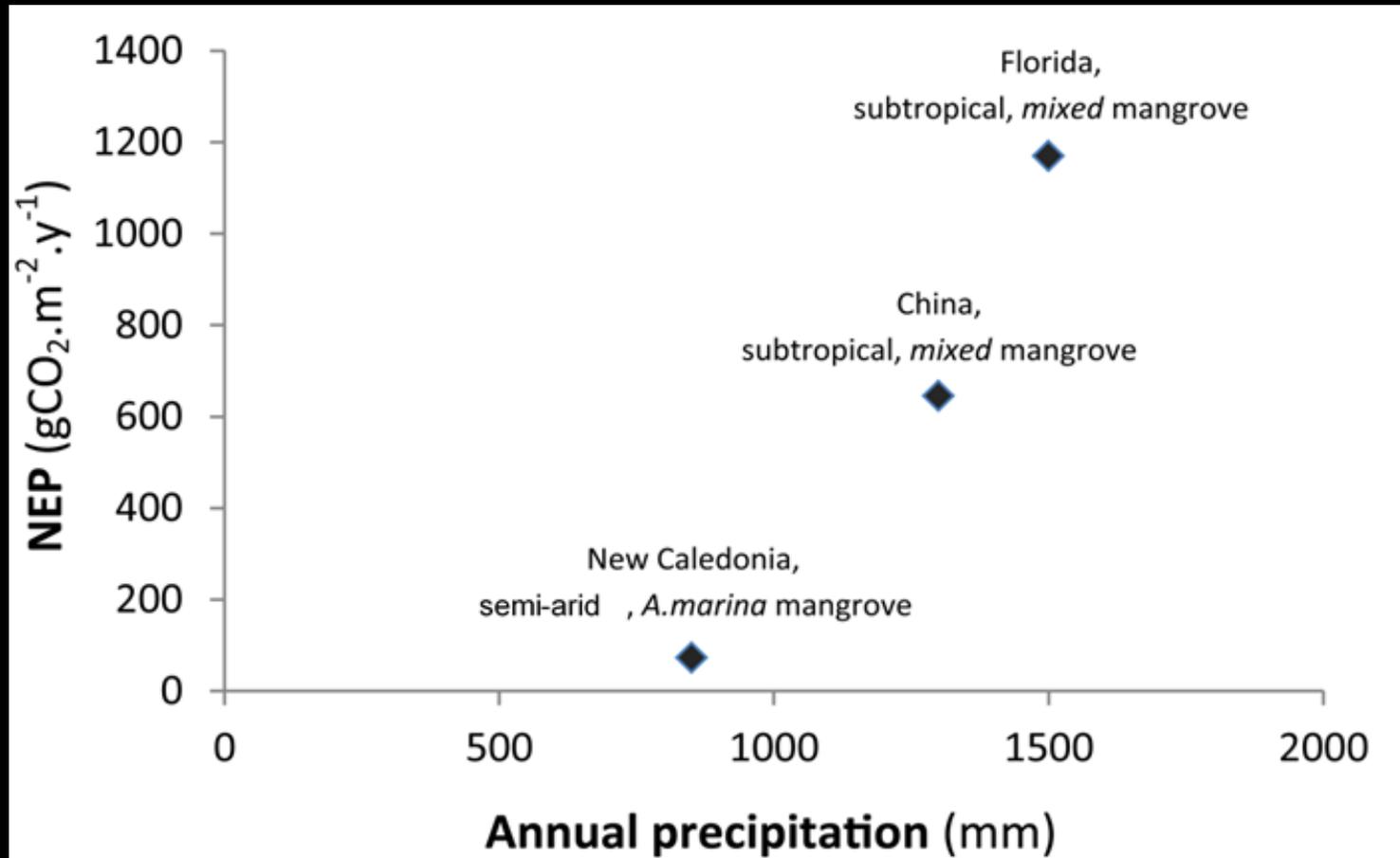


Instrument : système « Eddy Covariance »



Mar.14-Mar.15  
 Relative low annual NEP=  
 72.9 gC m<sup>-2</sup>





**Influence of precipitation on mangrove Net Ecosystem Productivity (gCO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> yr<sup>-1</sup>) (Estimated from eddy-covariance studies, adapted from Leopold et al., 2016 with data from China (Chen et al. 2014), data from Florida (Barr et al., 2010) and data from New-Caledonia (Leopold et al., 2016)).**

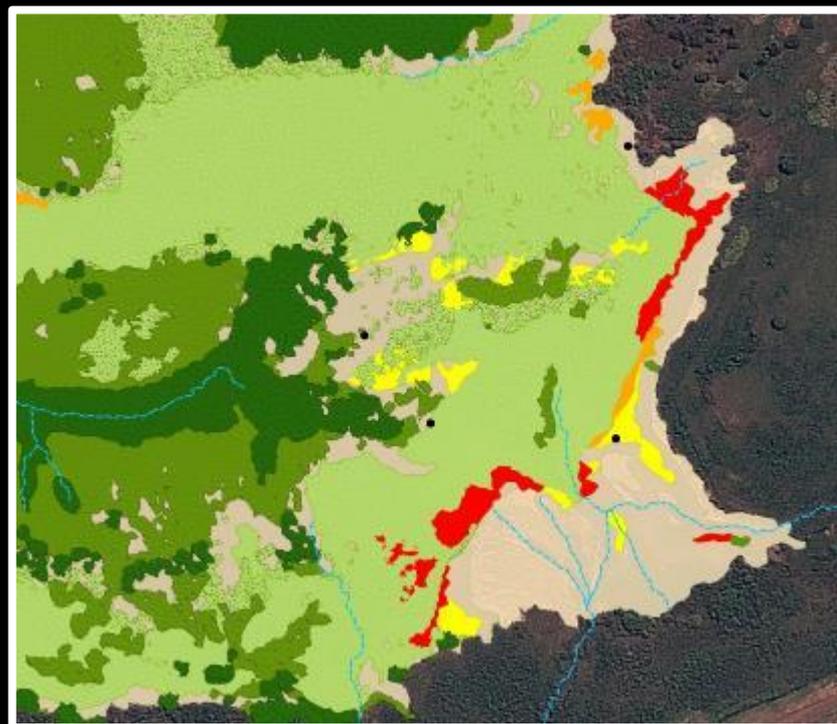
## Mangrove zonation: « le cœur de Voh »

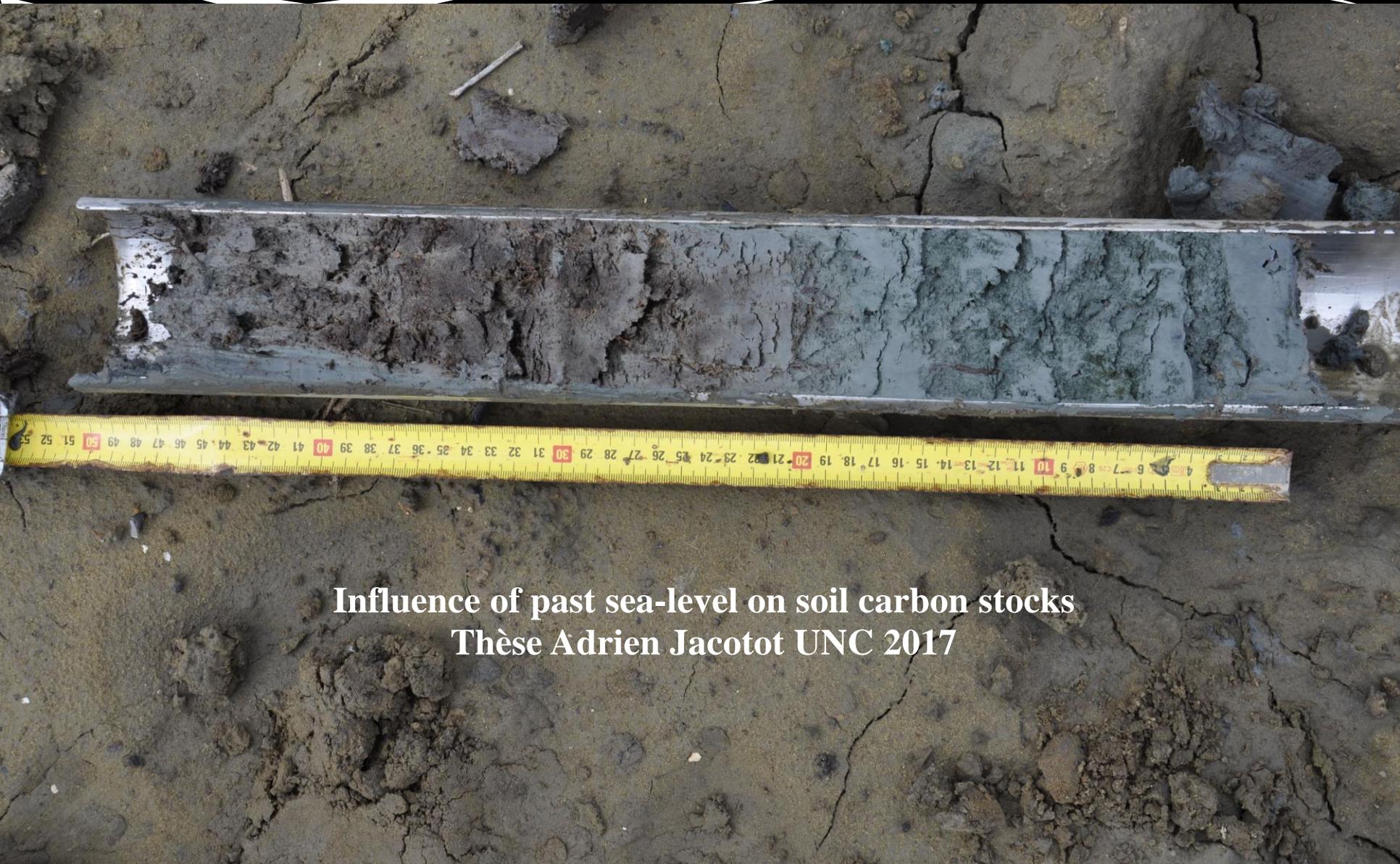


Hausse du niveau des océans



Recul des mangroves vers les terres





Influence of past sea-level on soil carbon stocks  
Thèse Adrien Jacotot UNC 2017

Study site



# Methodology

## Coring:

- 50 cm depth ( $n=3$ )
- From top to substrate ( $n=1$ )



## Sampling:

- Subsamples of 5 cm thick

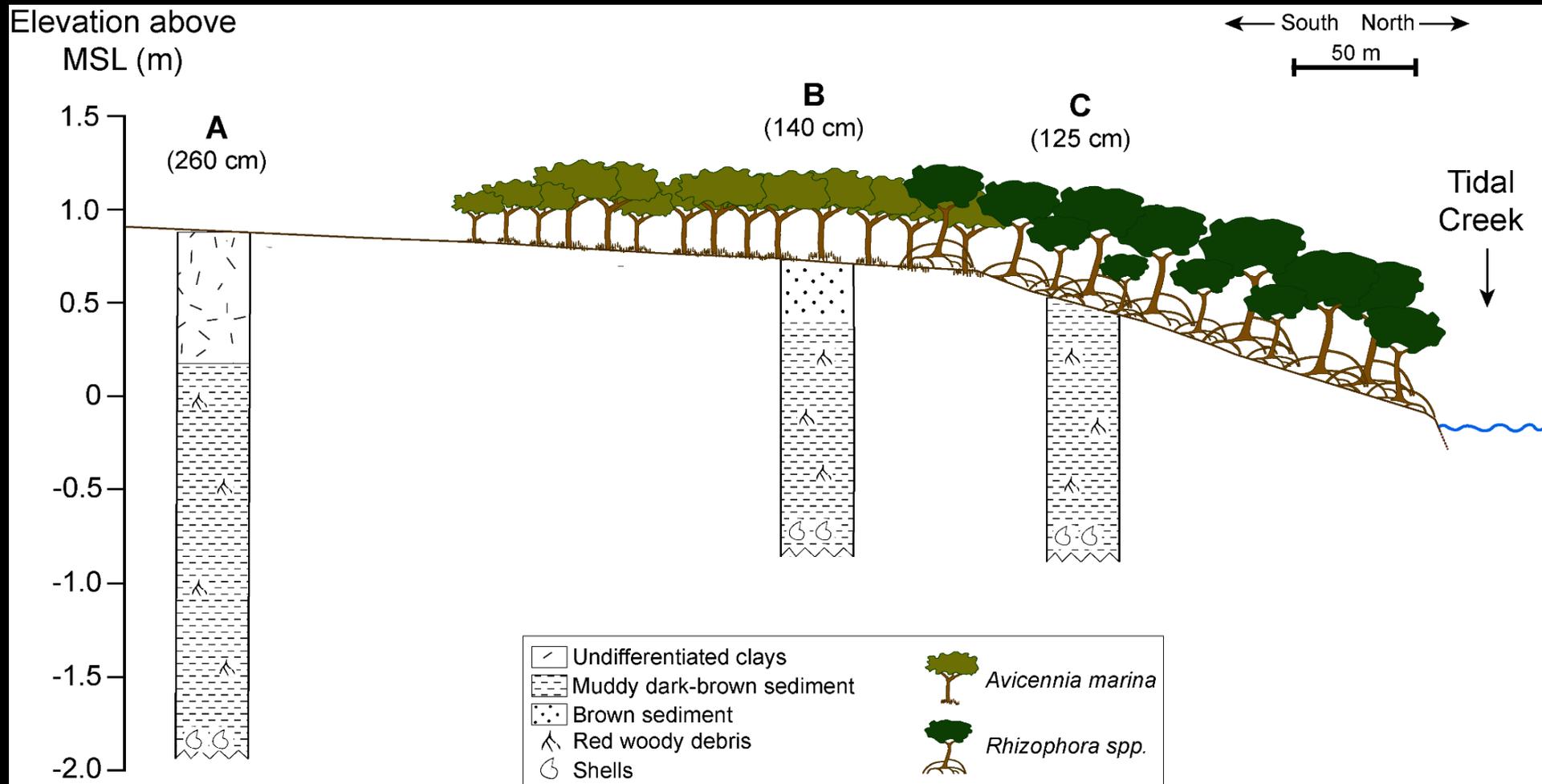


## Analyzes:

- Carbon quantity
- C/N,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$
- Radiocarbon dating

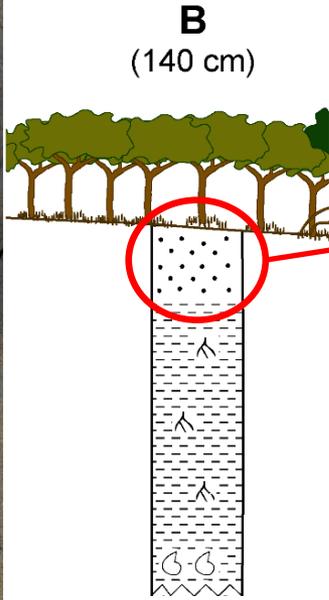
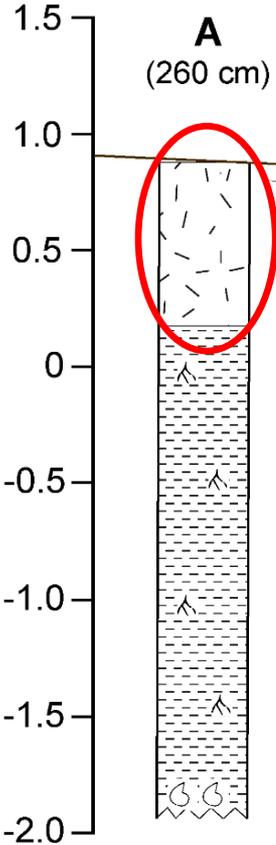


## Results: evidence of a *Rhizophora* former layer in the deep sediments

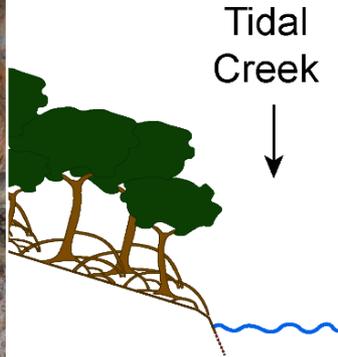


# Results: evidence of a *Rhizophora* former layer in the deep sediments

Elevation above MSL (m)

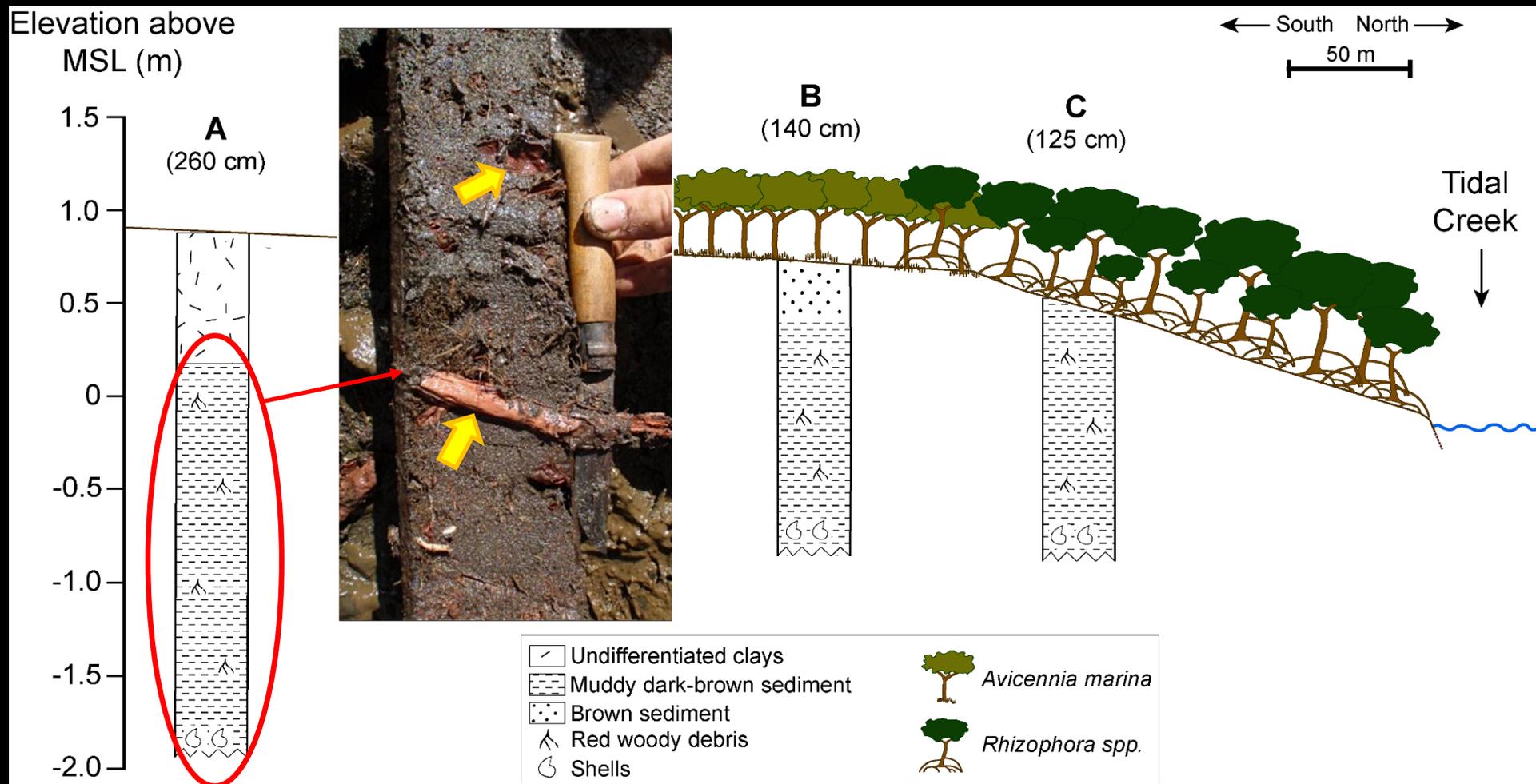


← South North →  
50 m

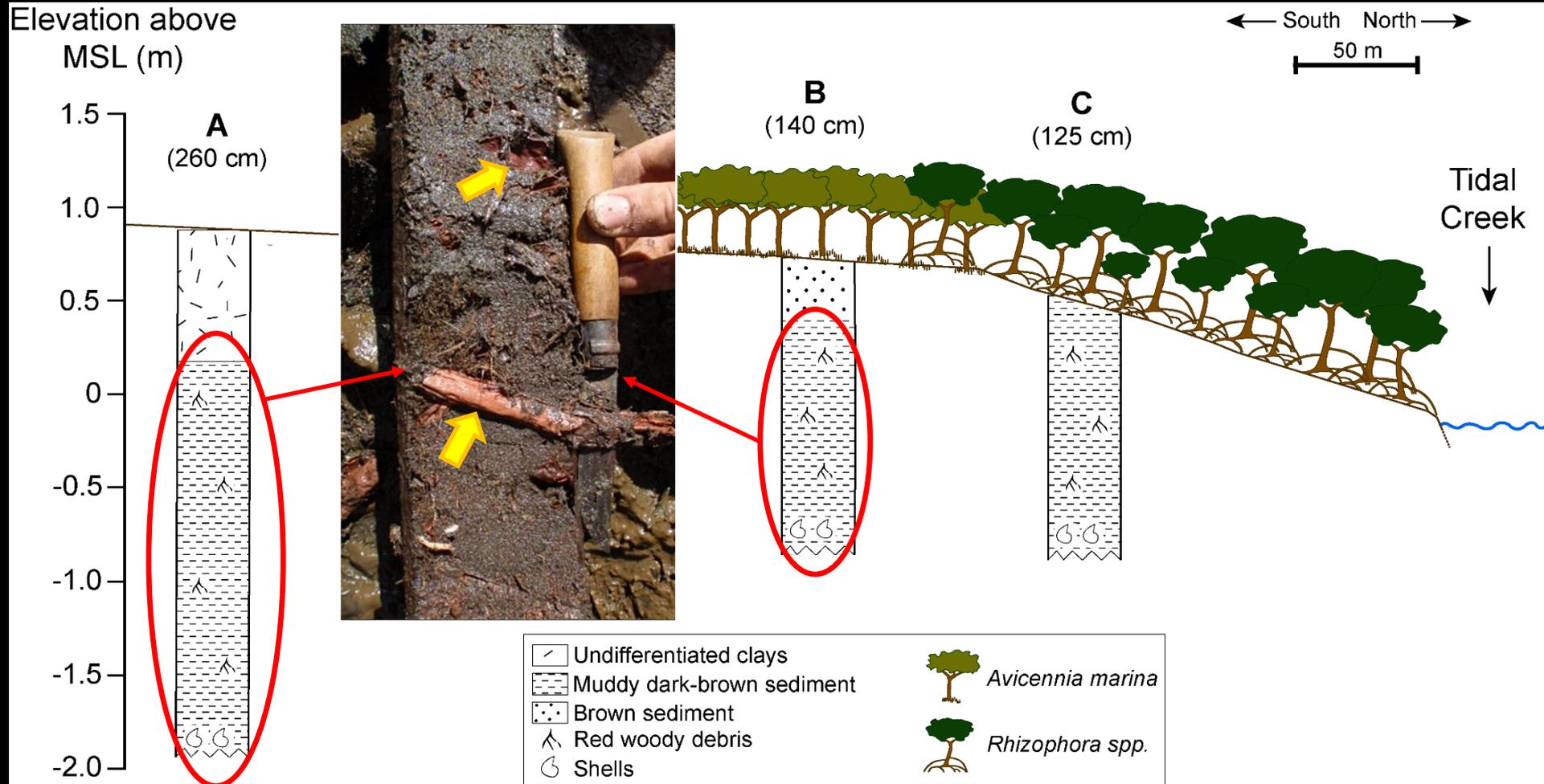


- |  |                           |  |                         |
|--|---------------------------|--|-------------------------|
|  | Undifferentiated clays    |  | <i>Avicennia marina</i> |
|  | Muddy dark-brown sediment |  | <i>Rhizophora spp.</i>  |
|  | Brown sediment            |  |                         |
|  | Red woody debris          |  |                         |
|  | Shells                    |  |                         |

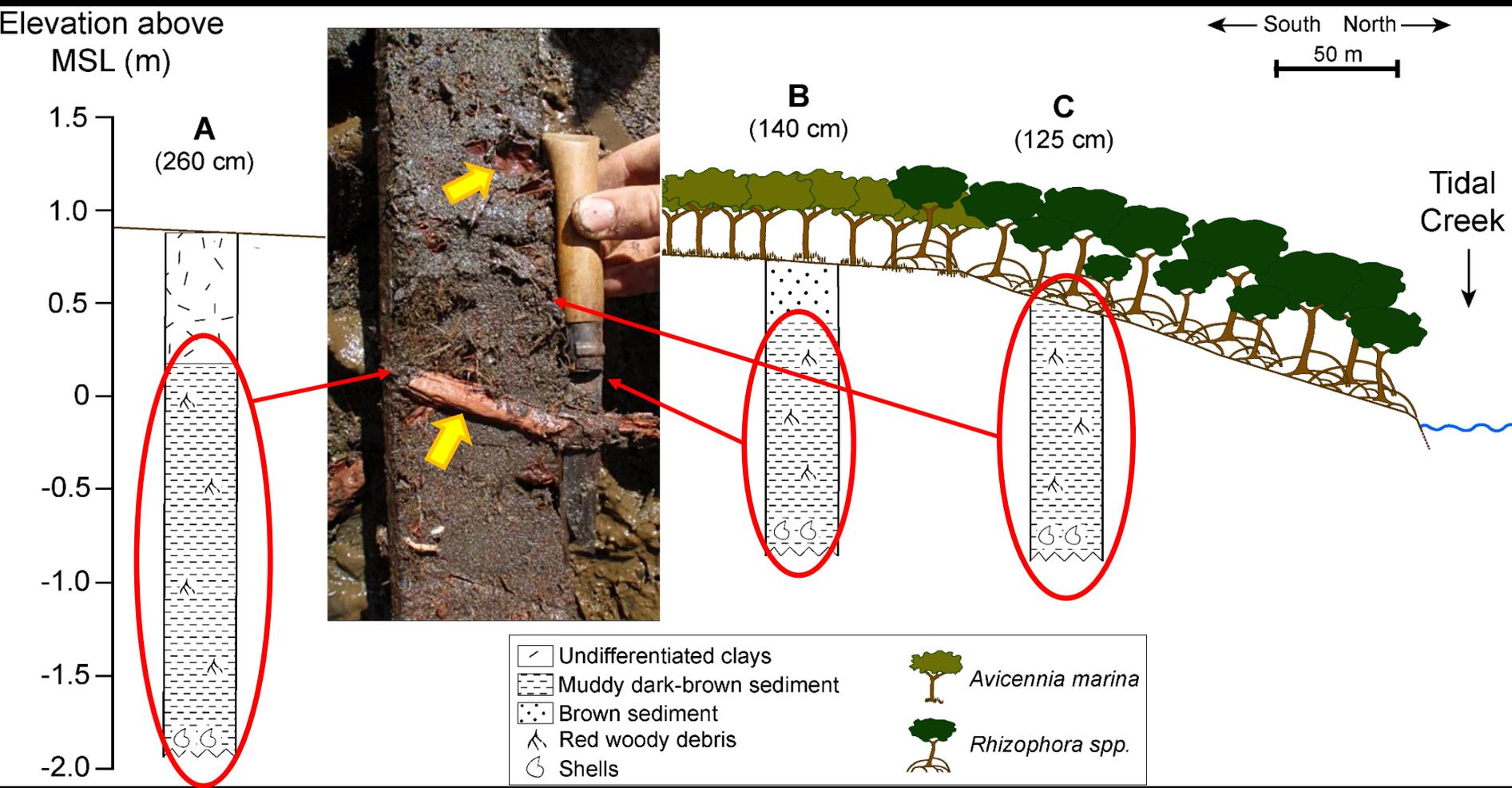
## Results: evidence of a *Rhizophora* former layer in the deep sediments



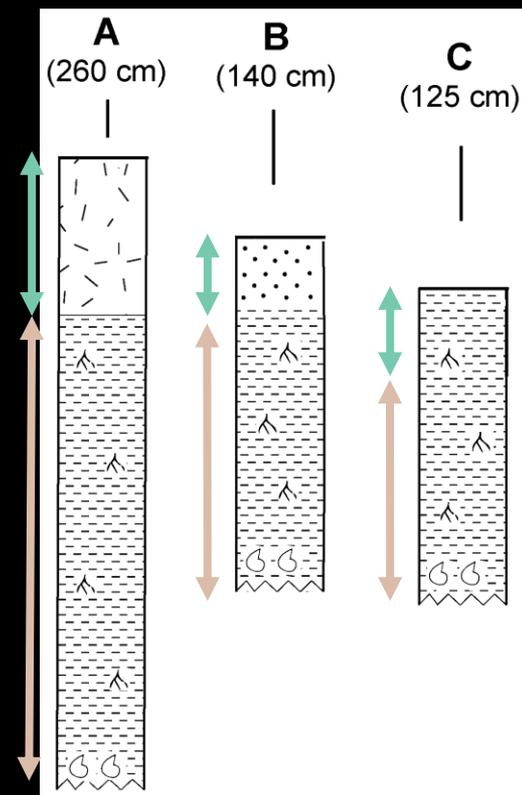
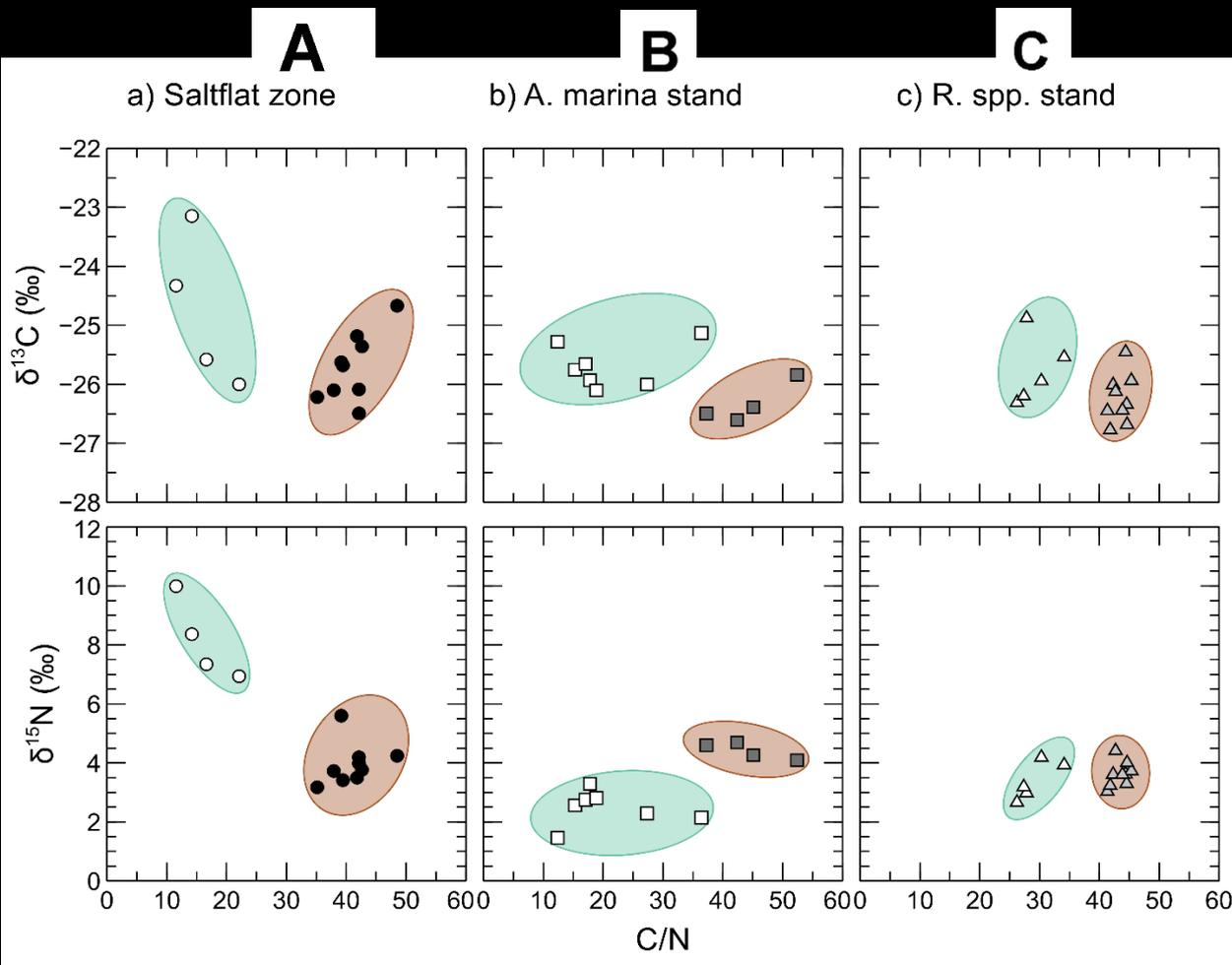
# Results: evidence of a *Rhizophora* former layer in the deep sediments



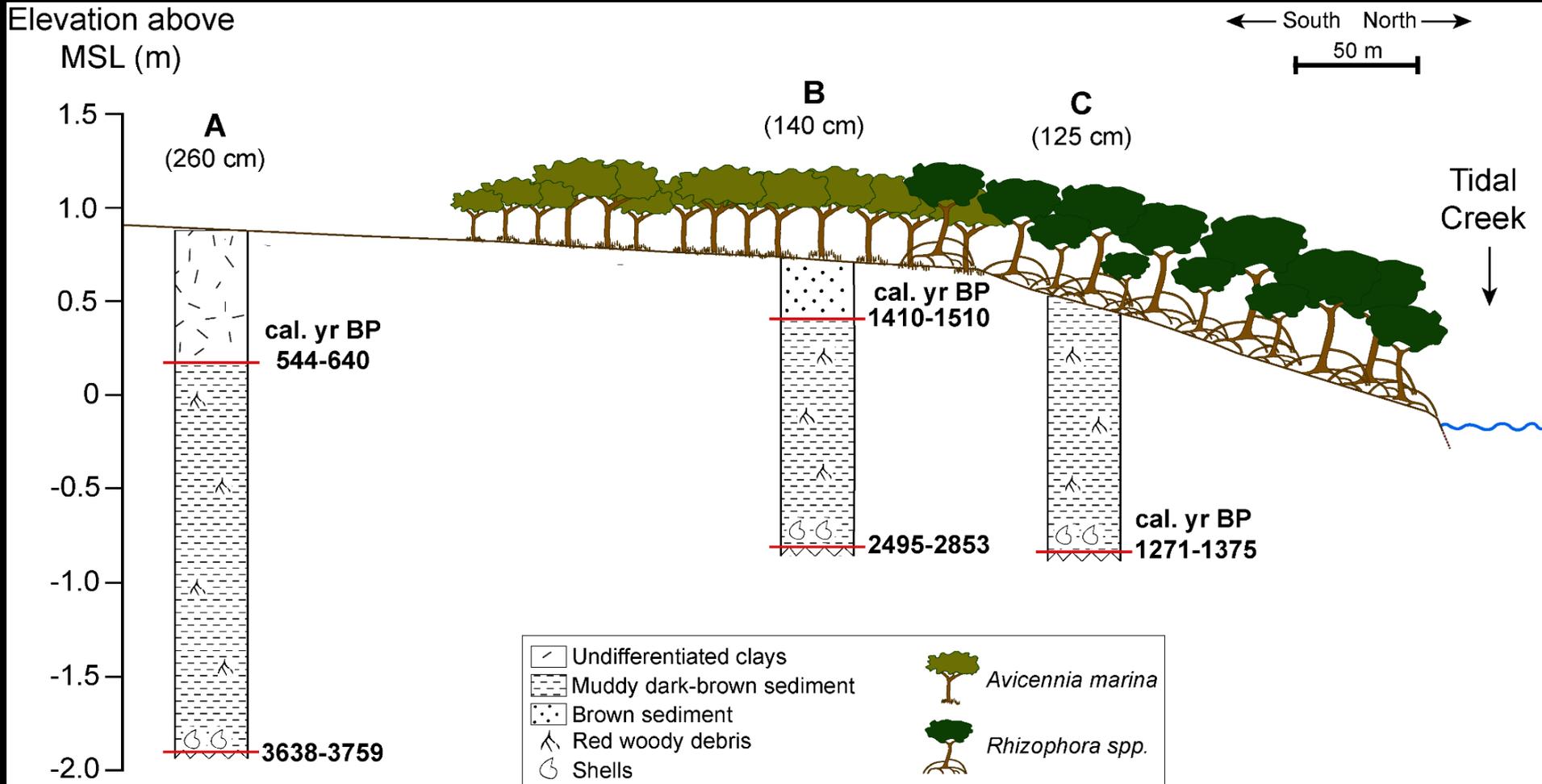
**Results: evidence of a *Rhizophora* former layer in the deep sediments**



# Results: evidence of a *Rhizophora* former layer in the deep sediments



# Results: radiocarbon dating



# Results: Mangrove downward migration during the Holocene

ca. 1,460 cal. yrs B  R. spp.  A. marina

A



B



C



MSL relative to actual



Actual

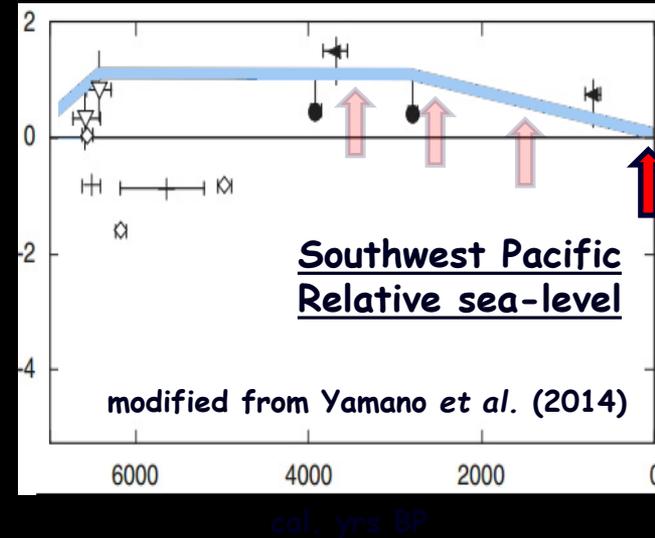
A



B

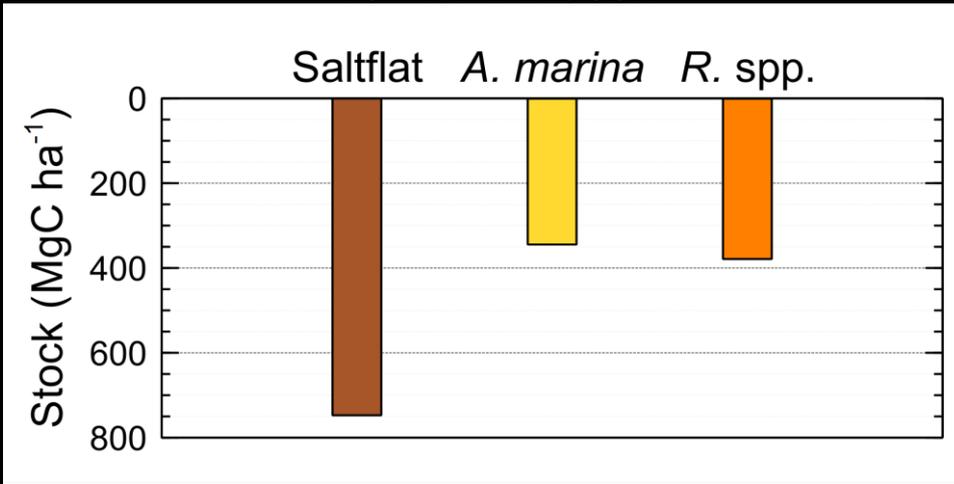


C

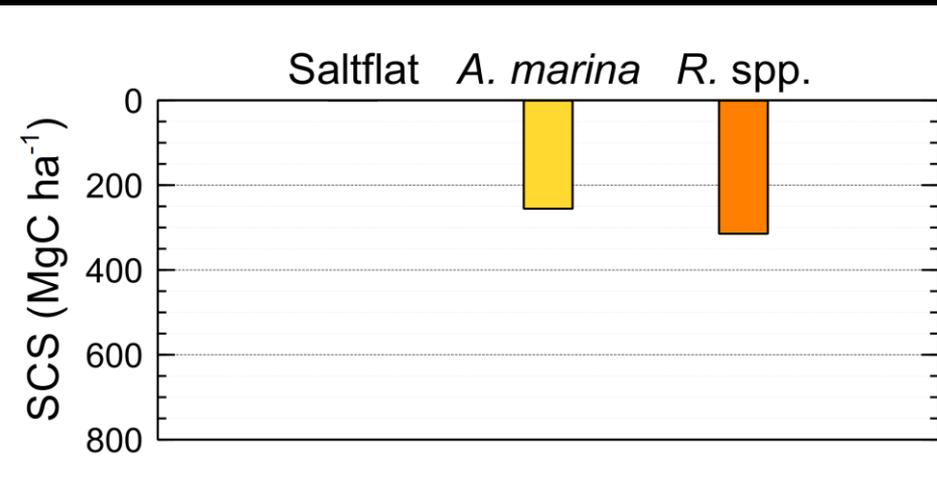


## Results: Carbon stocks

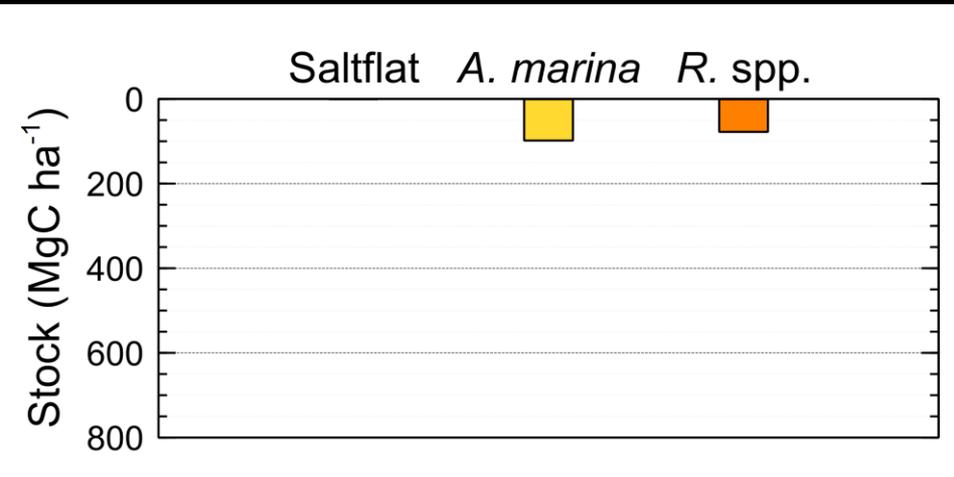
### To the bedrock



### To 1-m depth



### Related to the development of the current forest



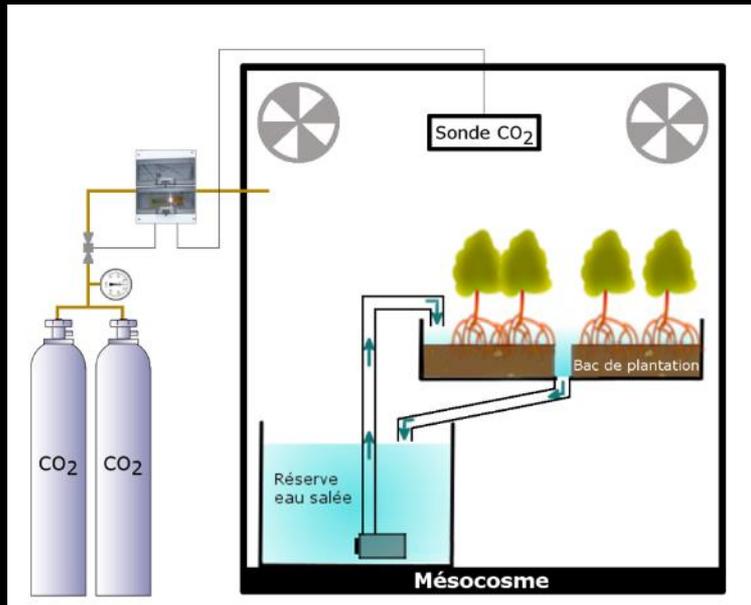
**Integration of C-stock to 1m down does not represent neither the stock linked to the current forest, nor the former mangrove buried in the deep soil horizons**

### Expériences en serres sous atmosphère contrôlée

- 3 serres de 80 m<sup>2</sup>, 25 bacs , 2000 plants, 2 espèces



- 800 ppm CO<sub>2</sub>
- Température
- Durée d'immersion



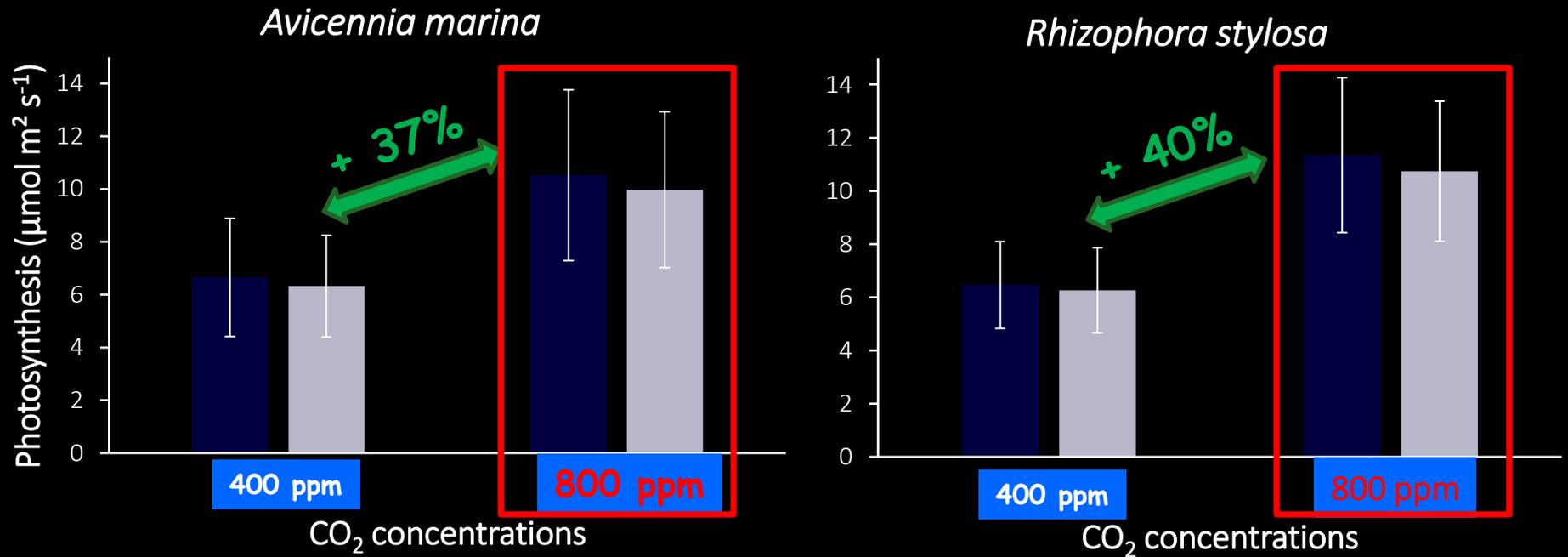
...mesures de :

- Augmentation de biomasses
- Activité photosynthétique
- Echange gazeux (feuilles)
- Expériences de décomposition

Thèse Adrien Jacotot

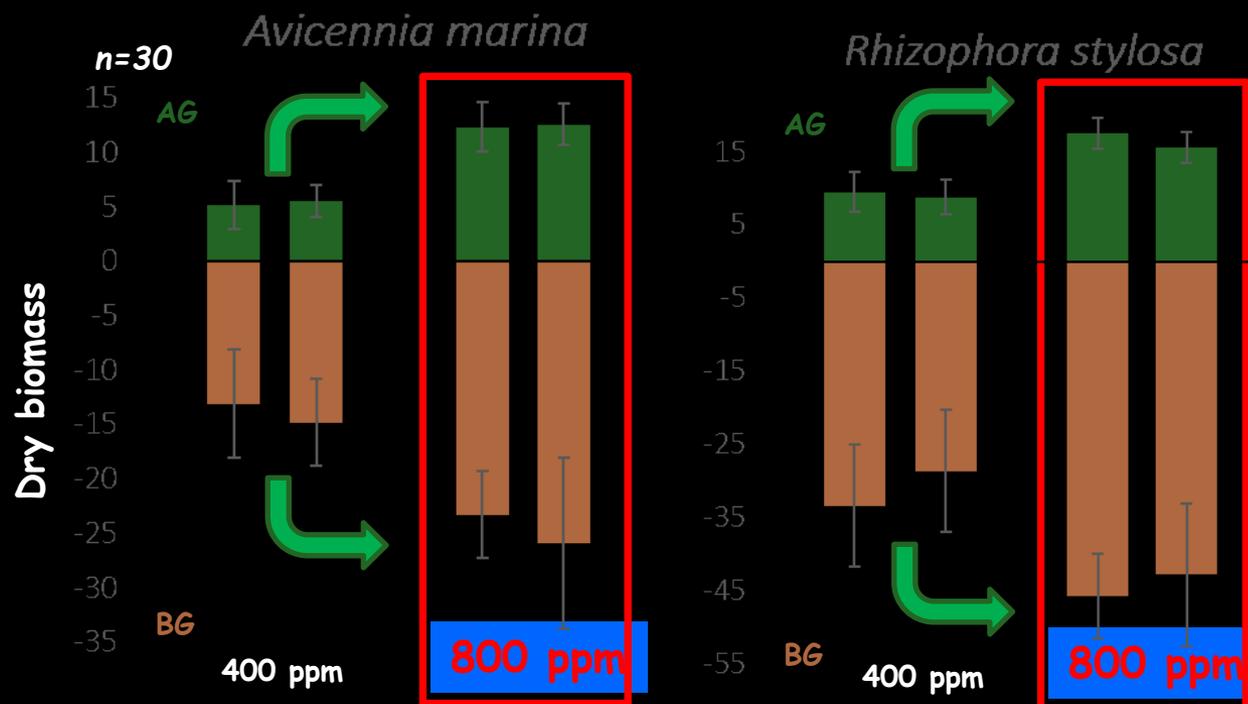


## Results: Influence of elevated CO<sub>2</sub> concentrations on photosynthesis



**Elevated CO<sub>2</sub> strongly stimulated photosynthesis**

## Results: Influence of elevated CO<sub>2</sub> concentrations on biomass



Increase in final biomass:

*A. marina*: + 46%

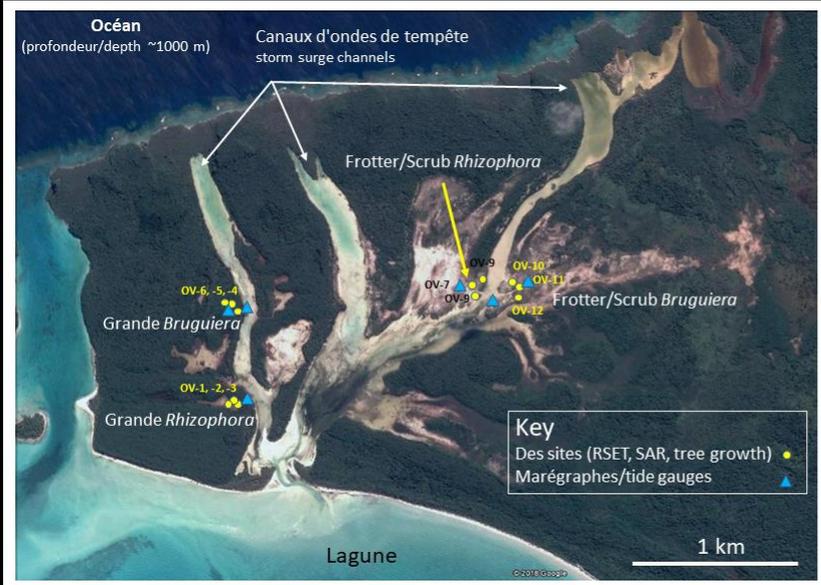
*R. stylosa*: + 32%

# Evolution d'une mangrove se développant sur une île basse, Ouvéa



THE UNIVERSITY  
OF QUEENSLAND  
AUSTRALIA



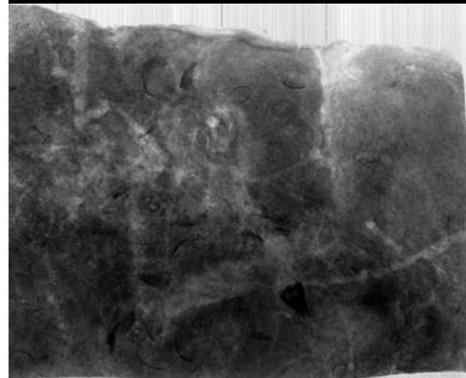
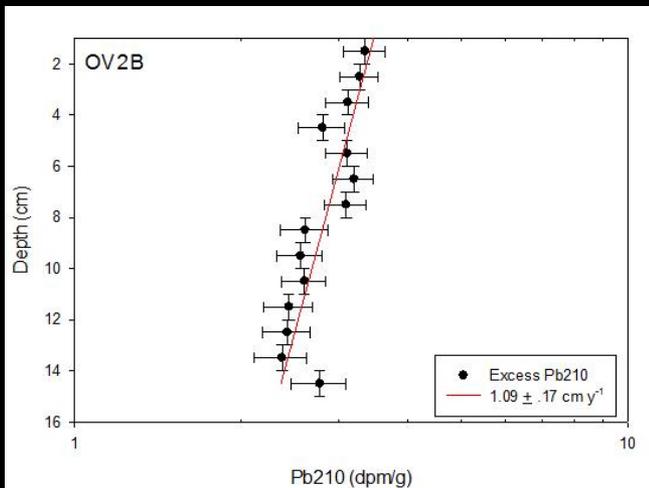


Grande *Bruguiera gymnorrhiza*



Grande *Rhizophora stylosa*





Taux de sédimentation 0,2 à 2 cm an<sup>-1</sup>



2021  
2030  
Décennie des Nations Unies  
pour les sciences océaniques  
au service du développement durable

## Nouveau programme prioritaire de recherche (PPR) « Océan et climat » 2021-2027

Un consortium de chercheurs, multidisciplinaire, travaillant tous sur les mangroves, propose de se réunir autour de ces écosystèmes "mangroves" de tous les Outre-mer, pour répondre à cet appel à projet.

L'une des finalités est de lever les verrous scientifiques pour permettre la gestion de ce bien commun que sont les mangroves, et de répondre à des questions du type :

- Quelles évolutions du fonctionnement des mangroves sont attendues dans le contexte de changement global?
- Quel devenir pour les services écosystémiques fournis par les mangroves (ex : stockage du carbone, production halieutique, épuration des eaux, protection du trait de côte ...) dans un contexte de changement global (changement climatique, érosion de la biodiversité, multiplicité des pressions anthropiques) ?
- Quel impacts du changements global sur le socio-écosystème mangroves et quelles adaptations possibles/nécessaires ?

L'objectif est également d'aider à structurer la communauté des personnes et organismes travaillant sur les mangroves dans tous les Outre-mer et de pouvoir ainsi proposer des réponses à ces questions à la fois à l'échelle globale (trans- bassins océaniques), mais également locale en prenant en compte la particularité des mangroves et des enjeux locaux.

Merci à tous

