



Comité de Pilotage du Projet Malamani



5 avril 2013

F. Fromard





Comité de Pilotage du Projet Malamani

Mission avril 2013

✓ *Equipe CNRS - ECOLAB*
François Fromard
Luc Lambs
Rémi Torrenta

✓ *Equipe SIEAM - ESPACE*
Kissimati Abdallah
Mathieu Moinet
Christophe Riegel

✓ *Equipe ARVAM*
Romain Davy



Direction
de l'Environnement,
de l'Aménagement
et du Logement
MAYOTTE



5 avril 2013





Comité de Pilotage du Projet Malamani

- ✓ Phase 1 : objectifs et bilan
 - ✓ Phase 2 : objectifs
 - ✓ Missions : octobre 2012 et avril 2013
 - ✓ Premier bilan phase 2
 - ✓ Perspectives : évolution du projet
 - ✓ Perspectives : nouvelles collaborations
-



5 avril 2013



Phase 1 : objectifs et bilan

- ✓ Conception et mise en place du système de prétraitement des eaux usées domestiques
- ✓ Conception et mise en place du système de conduite des eaux usées domestiques en mangrove



*Capacité d'épuration des
eaux usées domestiques*



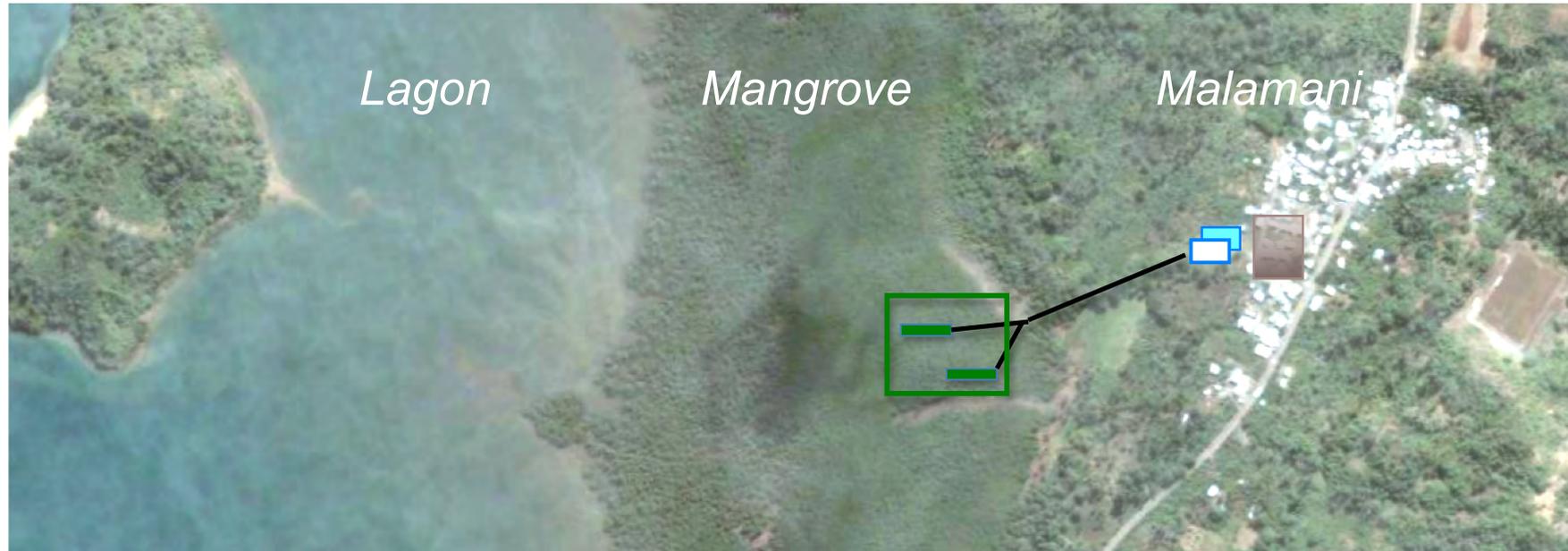
*Impact des eaux usées
domestiques sur la mangrove*



Phase 1 : objectifs et bilan

- ✓ Conception et mise en place du système de prétraitement des eaux usées domestiques
- ✓ Conception et mise en place du système de conduite des eaux usées domestiques en mangrove
- ✓ Analyse de *l'état zéro* de la mangrove (2007-2008)
- ✓ Mise en service des rejets (avril 2008)
- ✓ Expérimentations (parcelles témoins/impactées)
- ✓ Soutenance thèse M. Herteman (septembre 2010)

✓ Dispositif expérimental en mangrove



Rejets en mangrove

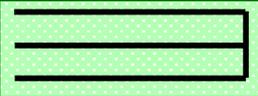
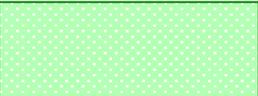


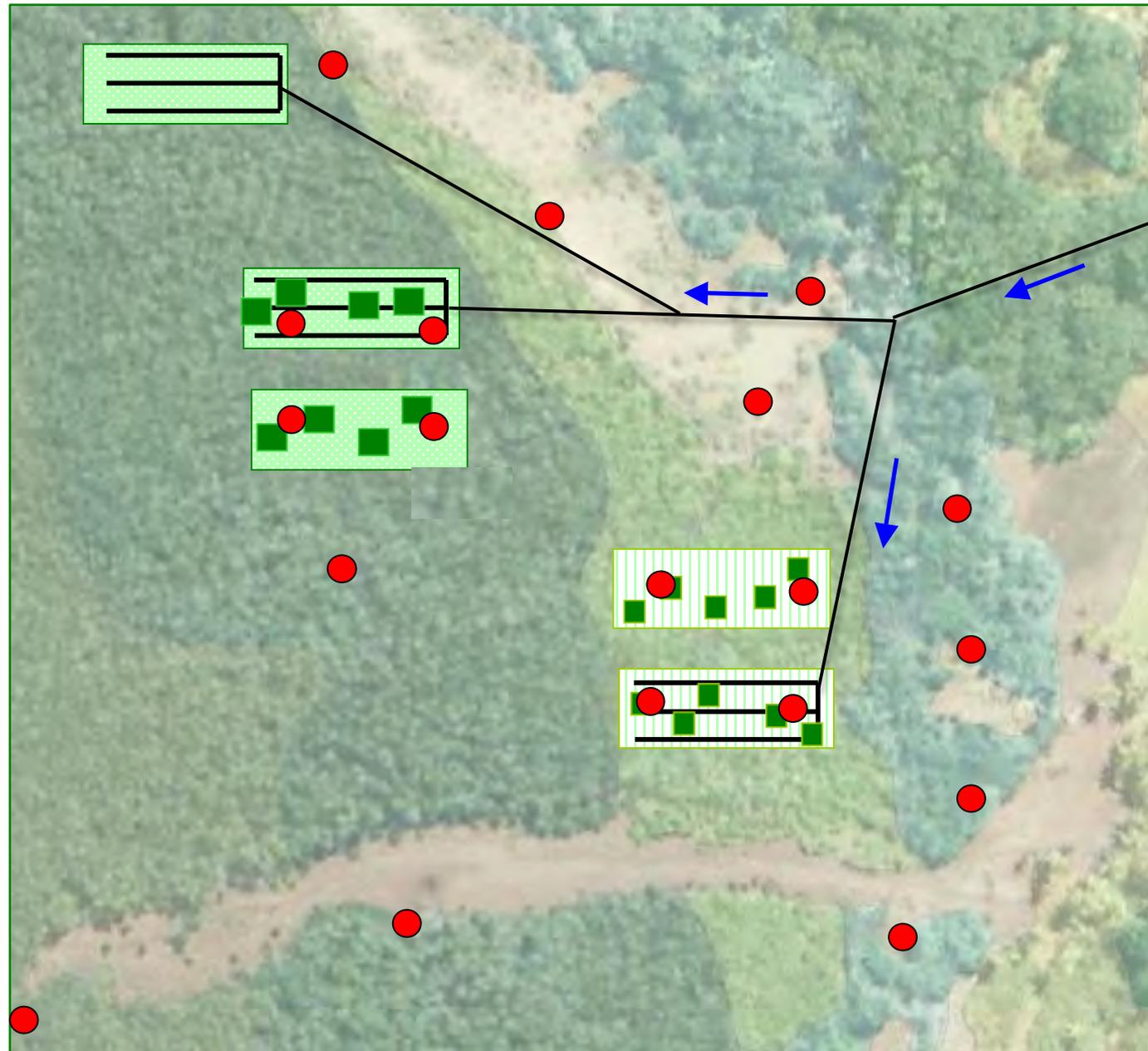
Décanteur et cuve-tampon



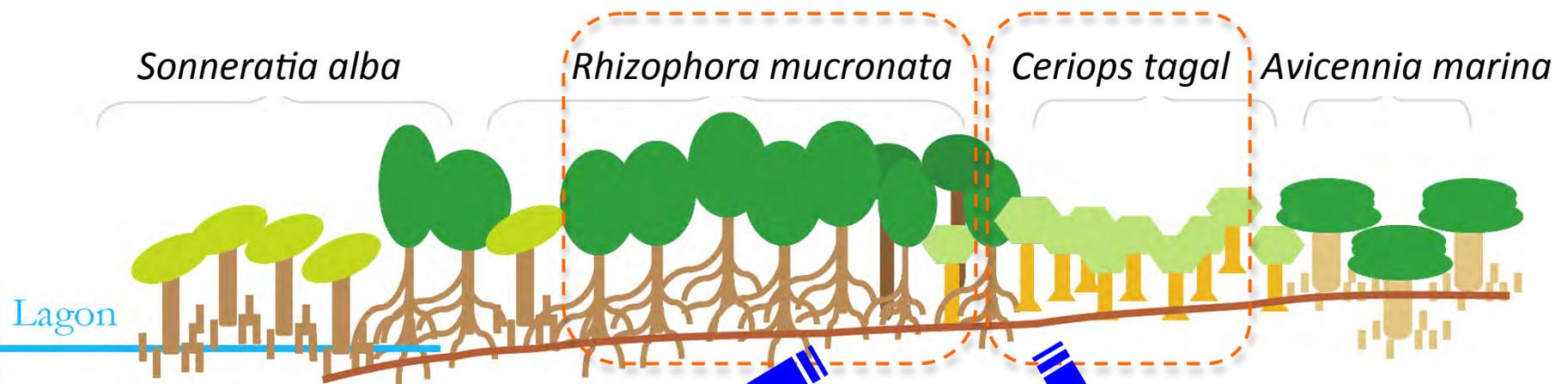
Lotissement RHI

✓ Dispositif expérimental en mangrove

-  *Rhizophora*
-  *Ceriops*
-  Suivi de la végétation
-  Piézomètre (analyses eau)
- Parcelle: (45mx15m)
- impactée 
- témoin 



✓ Dispositif expérimental en mangrove



- ✓ *Stress hydrique et salin*
- ✓ *Oligotrophie*

✓ Dispositif expérimental en mangrove

Rejets d'eaux usées domestiques prétraitées

→ MANGROVE



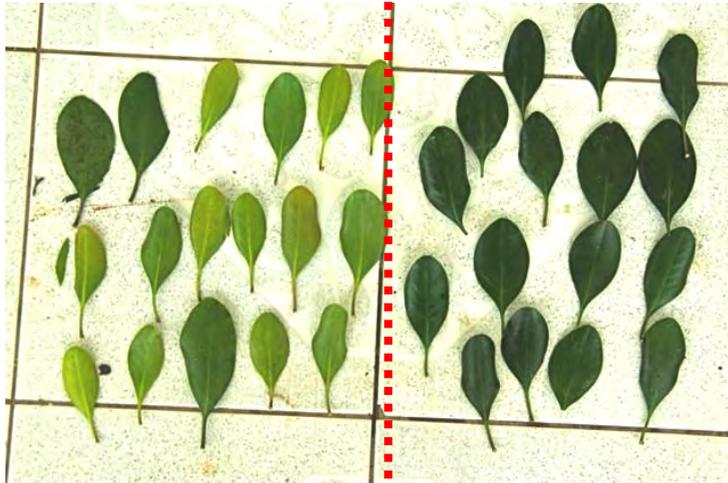
Etude des quatre *compartiments* de l'écosystème mangrove

✓ Impact des eaux usées sur la végétation

Feuilles et rameaux
de *Cerriops tagal*

Témoin

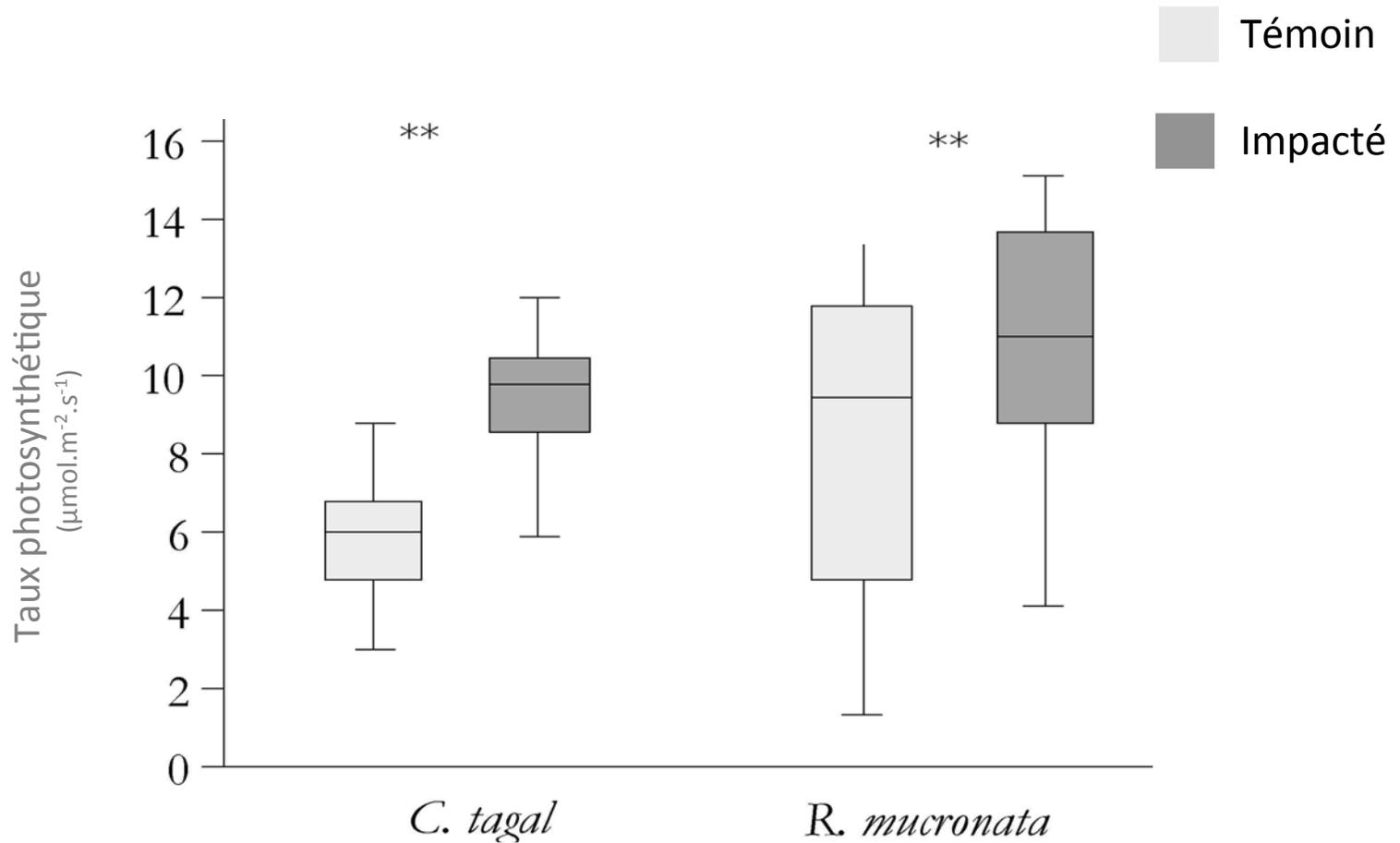
Impacté



Tâches vert sombre: parcelles impactées

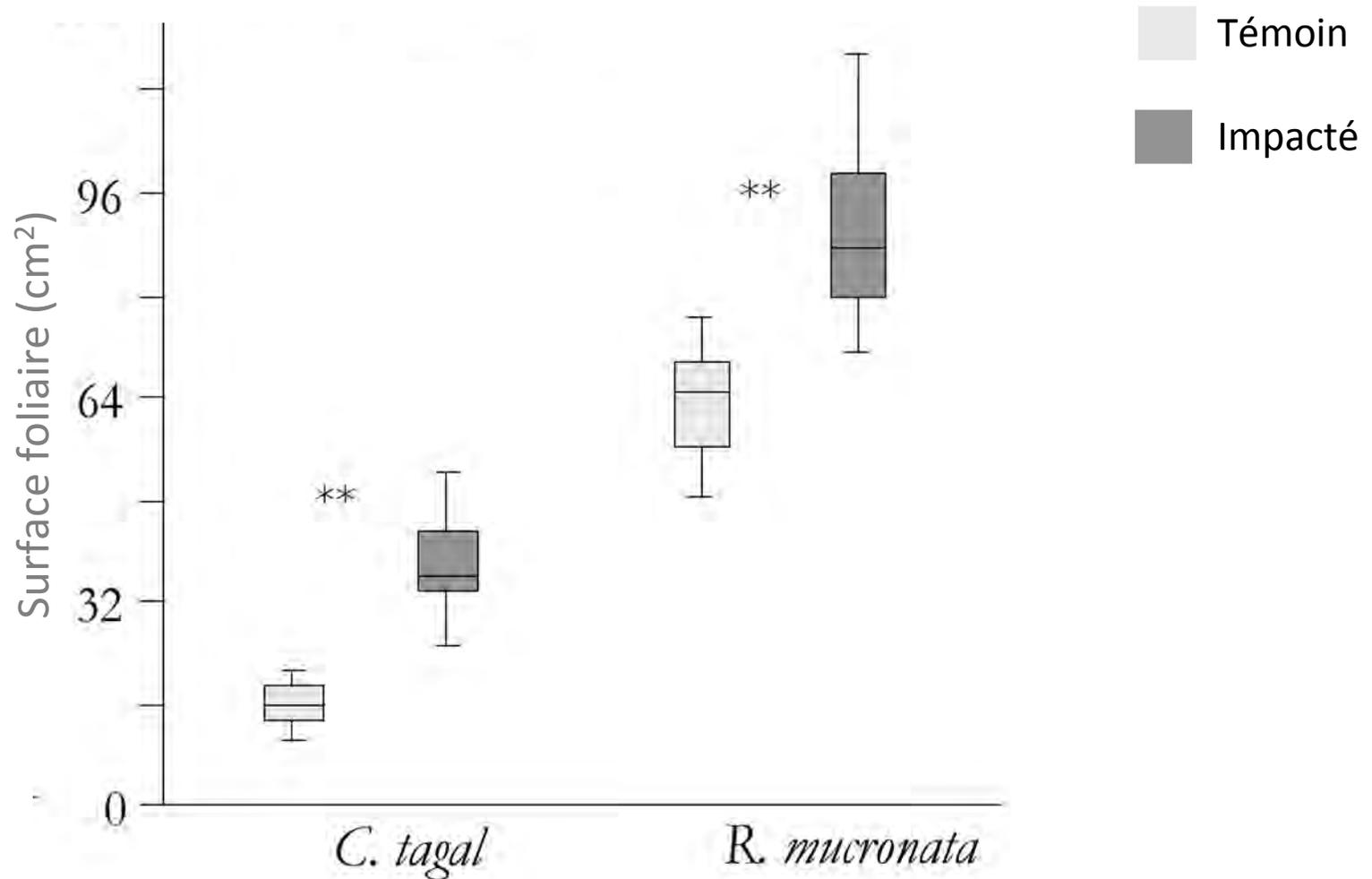
✓ Impact des eaux usées sur la végétation

Augmentation significative de l'efficacité photosynthétique
(mesures *in situ* d'échanges gazeux)



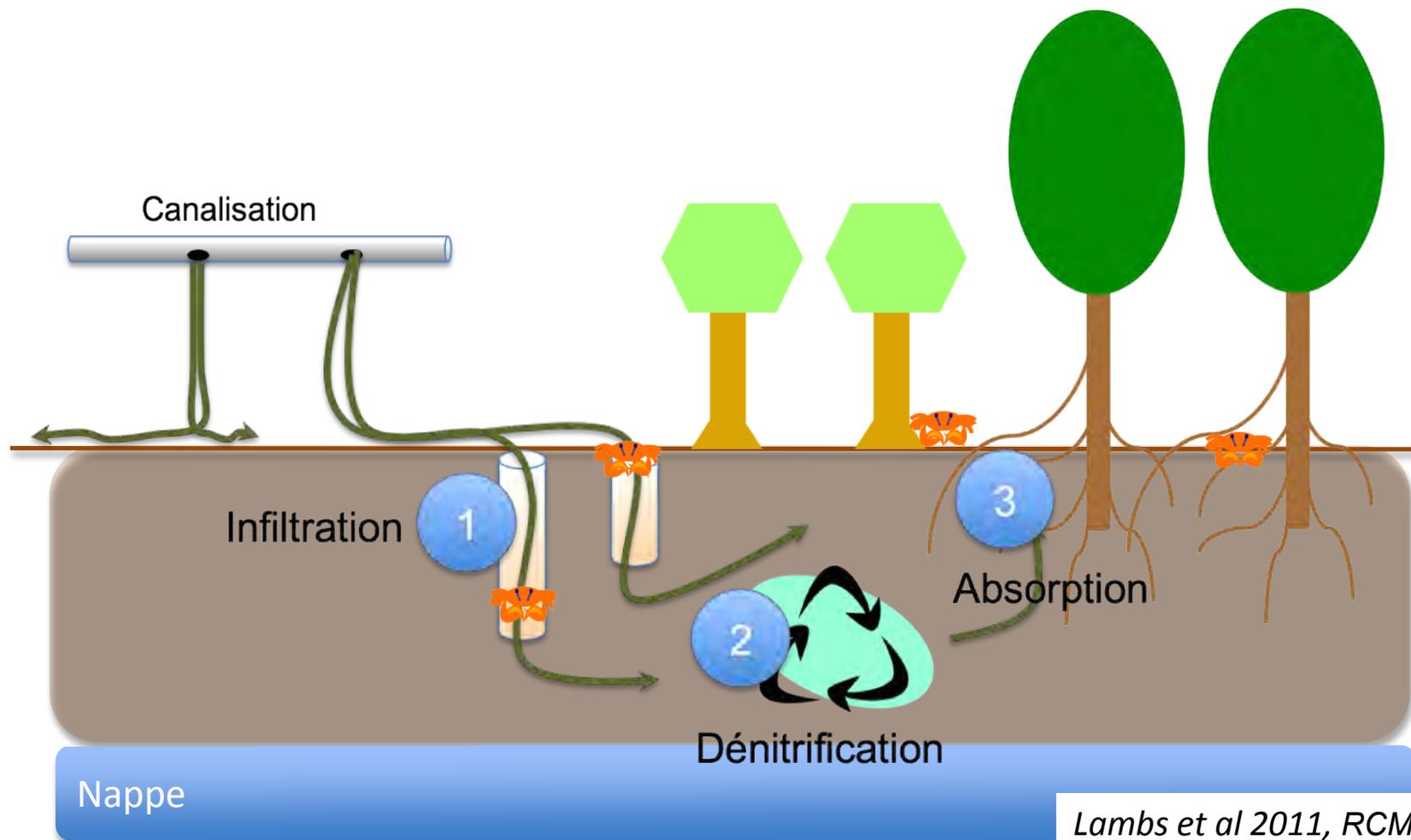
✓ Impact des eaux usées sur la végétation

Augmentation significative de la croissance des palétuviers



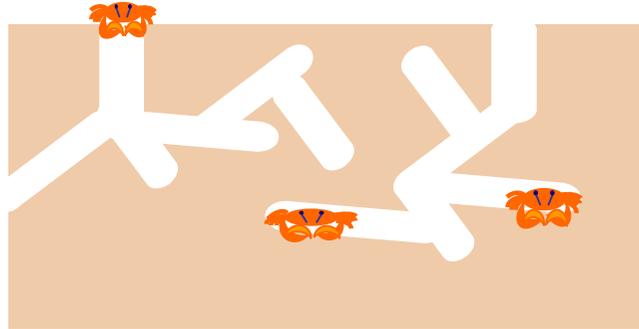
✓ Absorption des composés azotés par la végétation

Les eaux usées chargées en azote s'infiltrent dans le sédiment par les terriers de crabes et sont absorbées par la végétation (suivi par marquage isotopique ^{15}N)

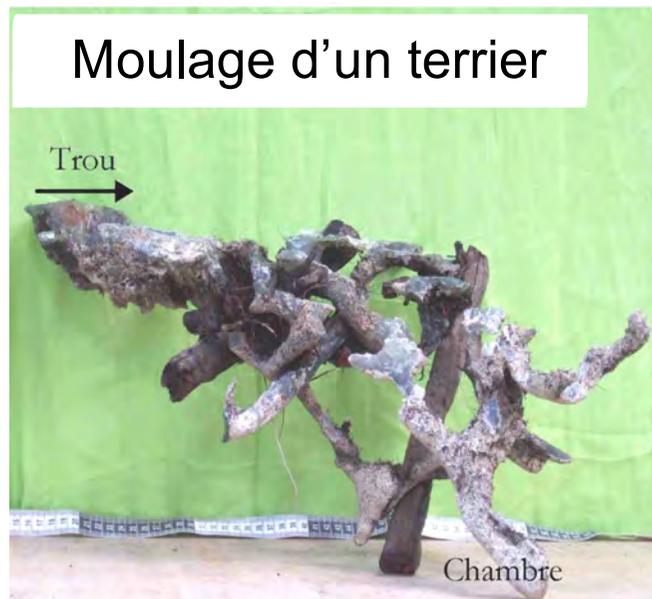


✓ Le rôle des crabes et de leurs terriers (bioturbation)

Les terriers déterminent la porosité du sédiment



Moulage d'un terrier



10 à 15 crabes/m²

30 - 40 ouvertures de terriers/m²

➡ *Evaluation des volumes et surfaces d'échanges créés par les terriers*

✓ Modification de la composition des communautés de crabes sous l'effet des eaux usées

7 espèces de crabes en mangrove :

■ U. annulipes

■ U. urvillei

■ U. iinversa

■ U. chlorophtalmus

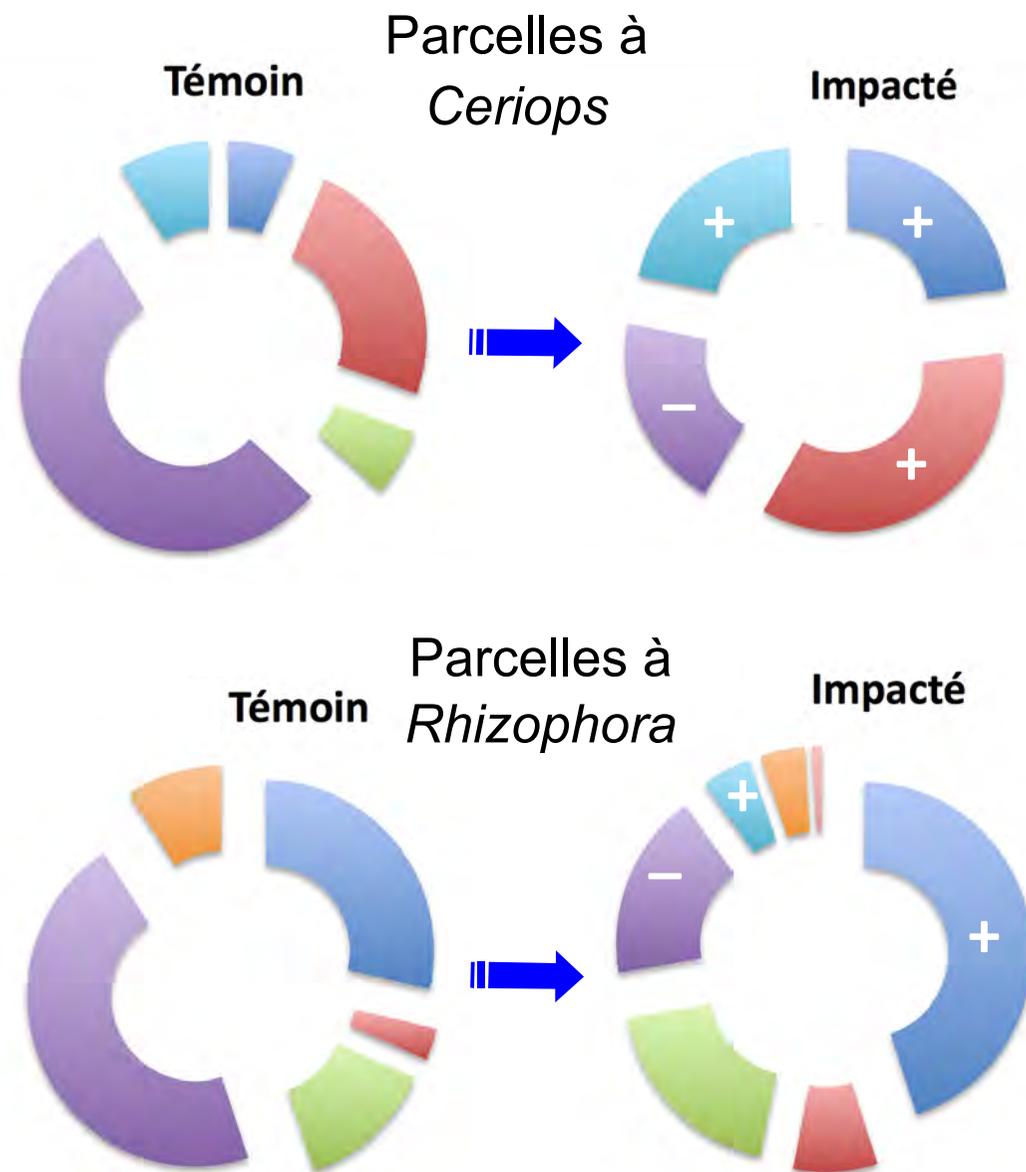
■ N. smithii

■ P. guttatum

■ N. meneirtii

U.: *Uca* N.: *Neosesarma*

P.: *Perisesarma*



Analyses d'eau et bactéries pathogènes



Paramètre	Prestataire	Méthodes	Unité	Seuil de détection	Précision
Température	ARVAM	Sonde <i>in situ</i>	°C	-	0,05%.
Salinité	ARVAM	Sonde <i>in situ</i>	psu	0,1 psu	0,1 psu
Azote ammoniacal	ARVAM	NF T 90-15 modifié Aminot et Kérouel, 2004	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	0,05 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	5%
Phosphate	ARVAM	NF EN 1189 modifié Aminot et Kérouel, 2004	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	0,02 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	0,05 $\mu\text{mol.l}^{-1}$
Nitrates	ROUEN	NF EN ISO 13395 modifiée RNO-CNEXO	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	0,08 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	5%
Nitrites	ROUEN	NF EN ISO 13395 modifiée RNO-CNEXO	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	0,04 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	11%
E. coli et entérocoques	ARVAM	IDEXX	Npp	10	

- 4 parcelles (2 impactées et 2 témoins)
- 2 points de mesure par parcelle
- Mesures sur 2 marées basses (48 heures)
- 2 niveaux de profondeur, (surface et piezomètre)
- 5 points hors parcelles : amont et aval parcelles, drain, sortie décanteur

➡ Depuis avril 2009 : 7 campagnes de mesure

Phase 1 : bilan

(i) les processus de nitrification/dénitrification sont actifs en mangrove mais variables selon les faciès de végétation

(ii) le rôle des crabes, par le biais de la bioturbation qu'ils provoquent, est essentiel dans le développement de ces processus

(iii) les eaux usées sont au moins en partie absorbées par la végétation de mangrove (meilleure efficacité photosynthétique, croissance accrue)



Phase 1 : bilan

(i) les processus de nitrification/dénitrification sont actifs en mangrove mais variables selon les faciès de végétation

(ii) le rôle des crabes, par le biais de la bioturbation qu'ils provoquent, est essentiel dans le développement de ces processus

(iii) les eaux usées sont au moins en partie absorbées par la végétation de mangrove (meilleure efficacité photosynthétique, croissance accrue)

(iv) l'apport des eaux usées engendre des modifications dans l'assemblage des communautés de crabes

(v) une accumulation de phosphore paraît se développer dans les sédiments en profondeur ainsi qu'une infiltration de nitrate dans la nappe

(vi) localement les bactéries pathogènes (*E. coli*) peuvent être abondantes

Phase 2 : objectifs

- (i) Poursuite des analyses Végétation: croissance, productivité, biomasses
- (ii) Poursuite des analyses Crabes : structure et dynamique des populations, bioturbation
- (iii) Azote et Phosphore dans le système mangrove : bilan
- (iv) Communautés microbiennes: rôle dans le cycle de l'azote et dans le traitement des eaux usées



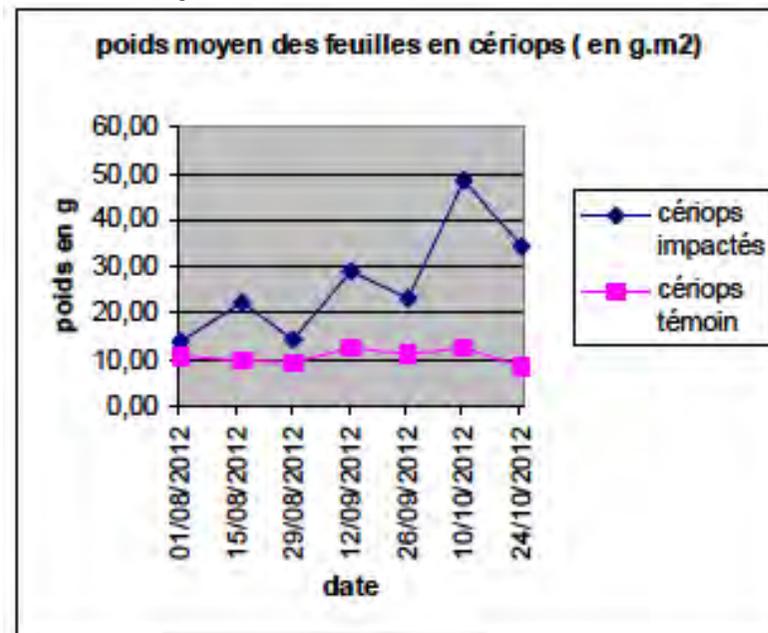
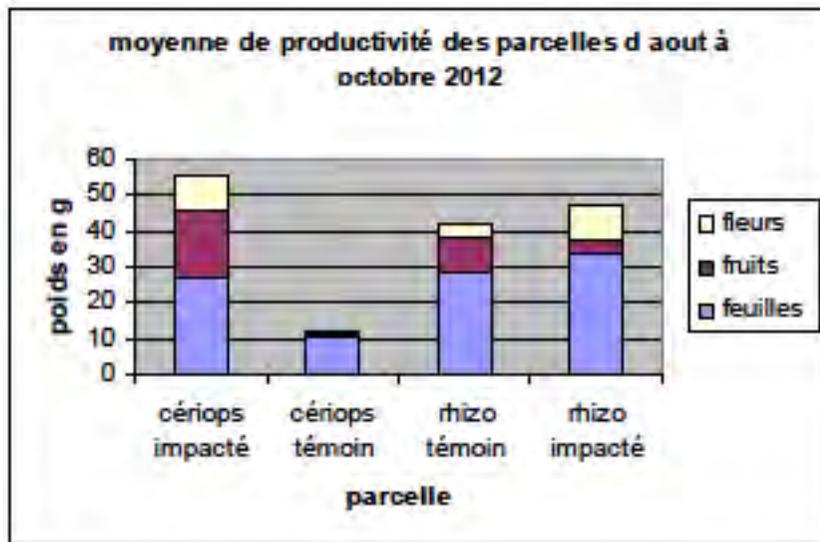
Piégeage de biofilms sur substrats artificiels



Piégeage de NO₂ pour la caractérisation des processus de dénitrification

✓ Poursuite des analyses Végétation: croissance, productivité,

Différenciation de la productivité parcelles impactées vs témoins

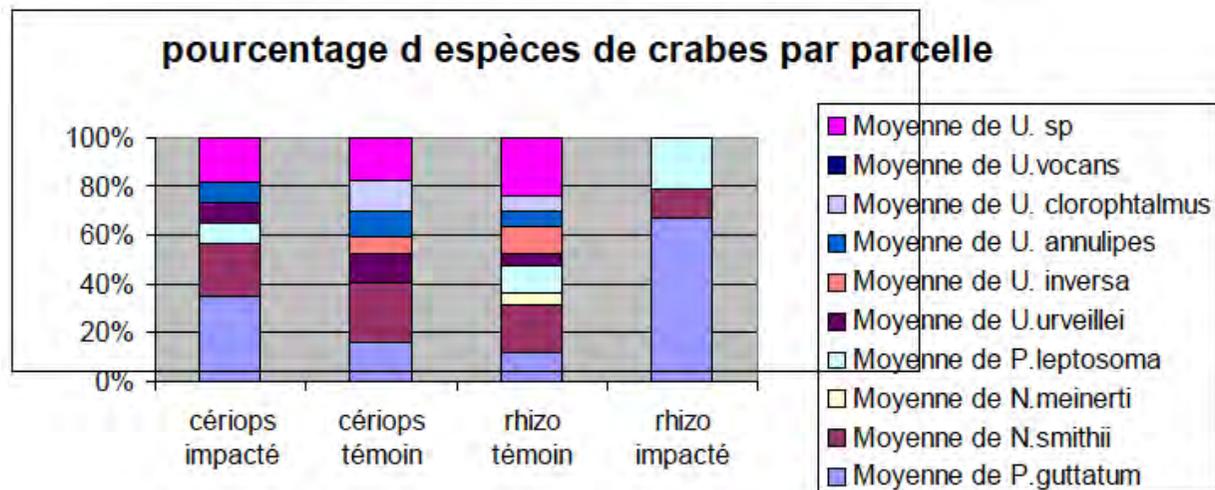


Accumulation de litière au sol dans la parcelle Rhizophora impactée

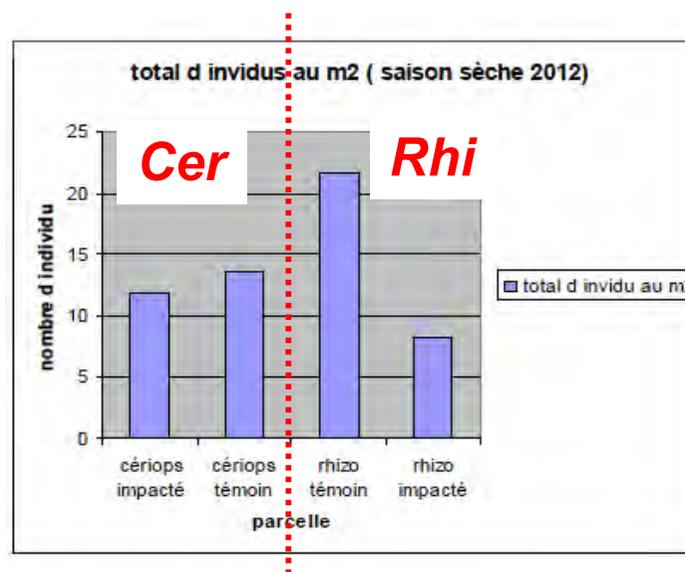


✓ Structure et dynamique des populations de crabes

Saison sèche 2012 : baisse de la diversité dans les parcelles impactées



Saison sèche 2012 : diminution de la densité des crabes dans les parcelles impactées à Rhizophora



✓ Azote et Phosphore dans le système mangrove : bilan

L. Lambs

Bilan Azote

1^{er} traçage ¹⁵N Avril 2009

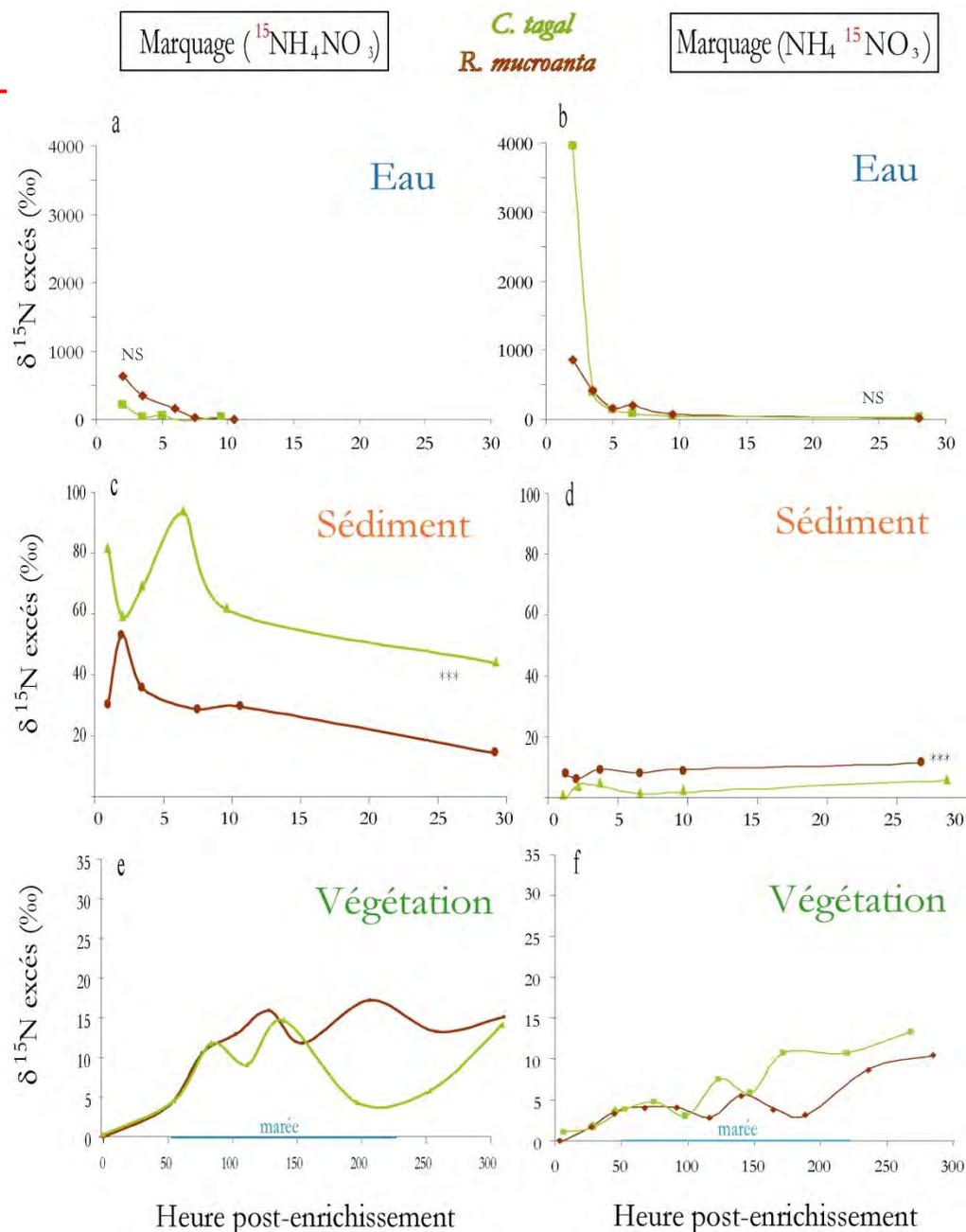
Injection de 1,5g de ¹⁵NH₄ et 0,5g de ¹⁵NO₃
(double traçage)

b i l a n massique	Cerriops (NH ₄)	Cerriops (NO ₃)	Rhizo (NH ₄)	Rhizo (NO ₃)
feuilles	10	21	27	35
sol	30	8	26	5
	41%	29%	53%	40%

Les 40 à 60% manquants:

- soit dans l'eau du sol (avec possibilité de diffuser dans la mangrove en aval)

- soit perdus par *volatilisation directe* ou par *dénitrification microbienne*



Bilan Azote

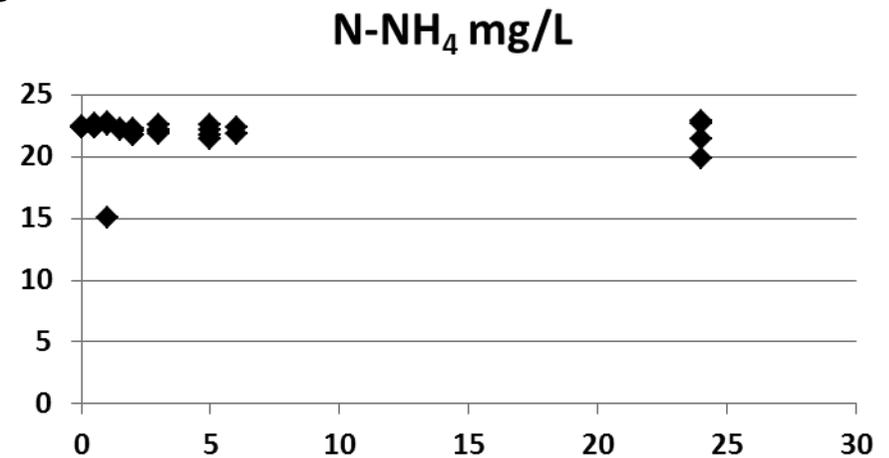
2^{ième} traçage $^{15}\text{NH}_4$ Avril 2012
(traçage simple)

Pour tester la volatilisation: NH_3
avec piégeage H_2SO_4 sur 24h



- La volatilisation directe NH_3 des eaux usées est faible

- Idem lorsque le $^{15}\text{NH}_4$ est versé sur le sédiment de *Ceriops* ou *Rhizophora*, l'émission de NH_3 jusqu'à 5h reste nulle ou faible.



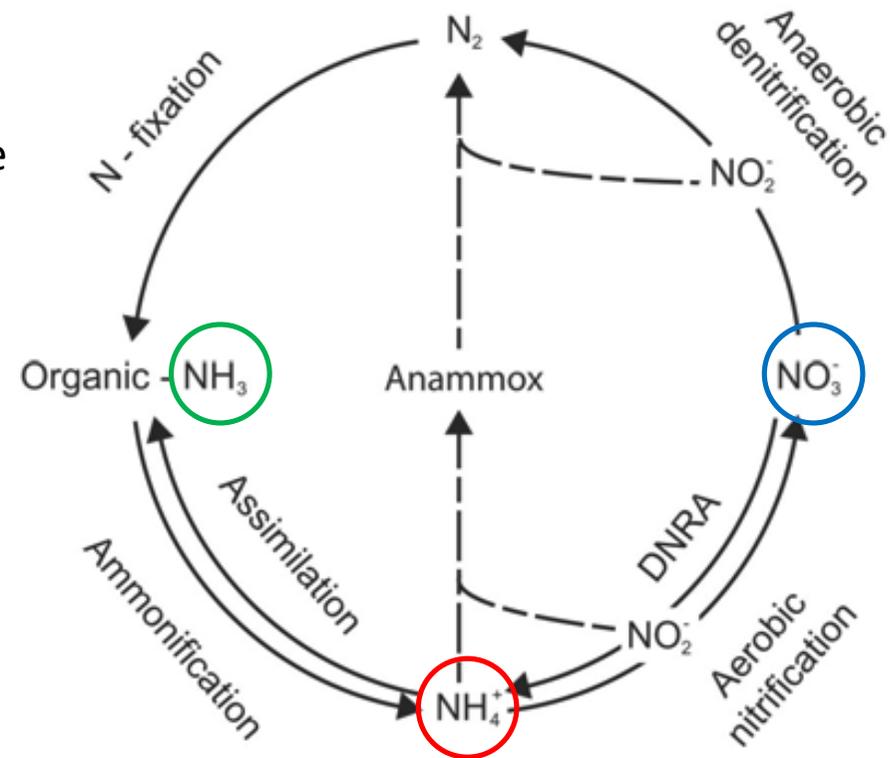
Bilan Azote

Conclusion des traçages ^{15}N :

- ✓ La quantité d'azote amenée par les eaux usées semble dépasser la capacité d'absorption du sol et de la végétation (*hypothèse*).
- ✓ si cette hypothèse est vérifiée: optimiser le traitement en amont (lit bactérien, oxygénation au niveau du décanteur) et/ou ou augmenter la surface de mangrove réceptrice

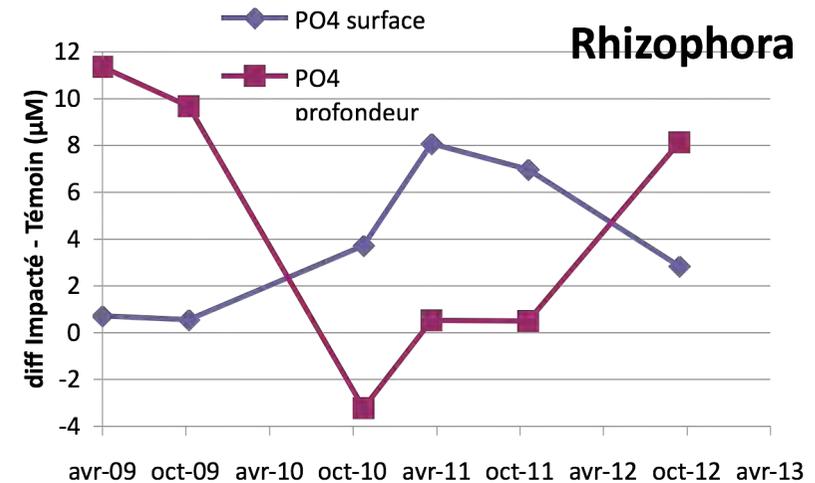
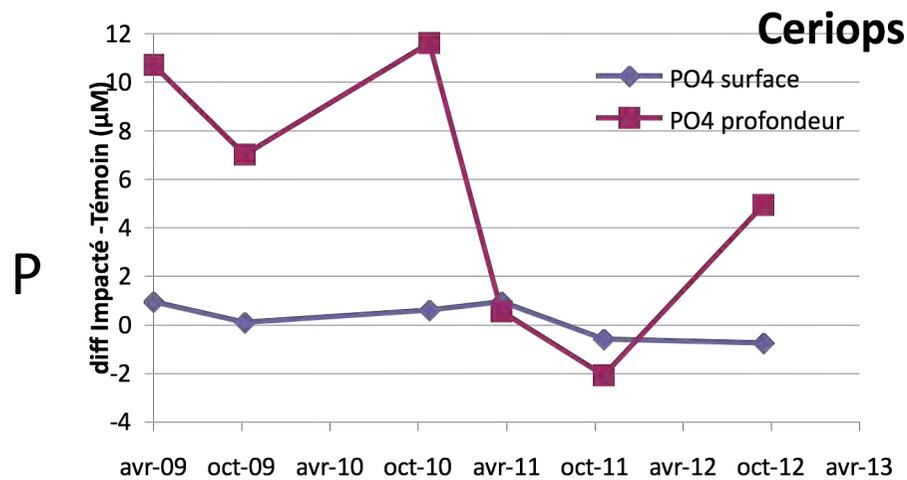
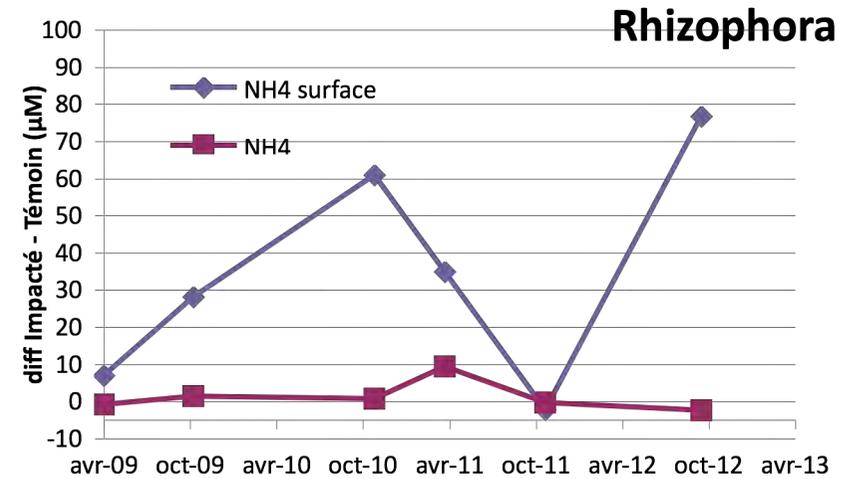
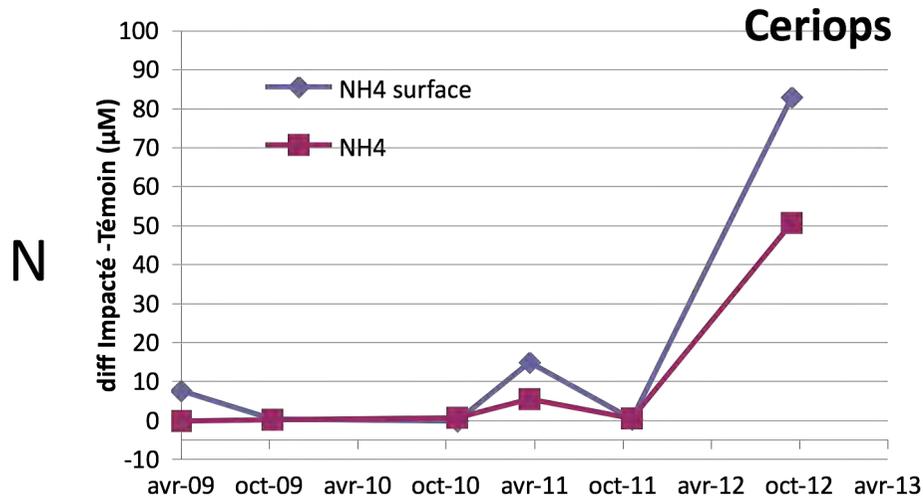
Dénitrification microbienne:

Expérimentations en cours pour (re) caractériser la dénitrification réelle (blocage C_2H_2 *in situ*) et la dénitrification potentielle



Caractérisation N et P dans l'eau

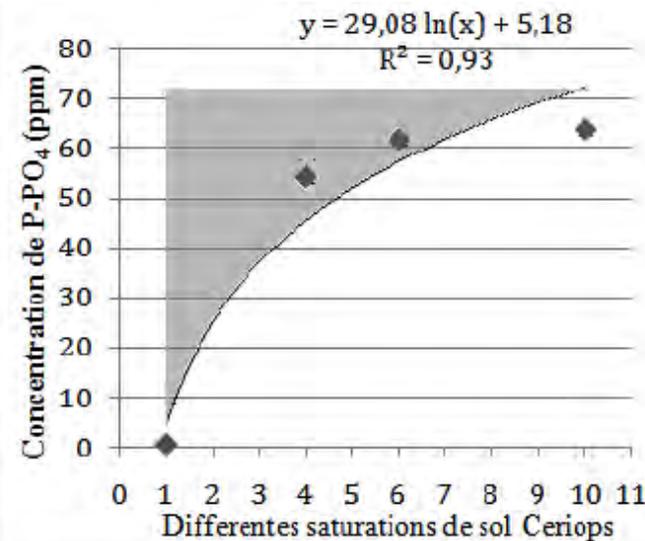
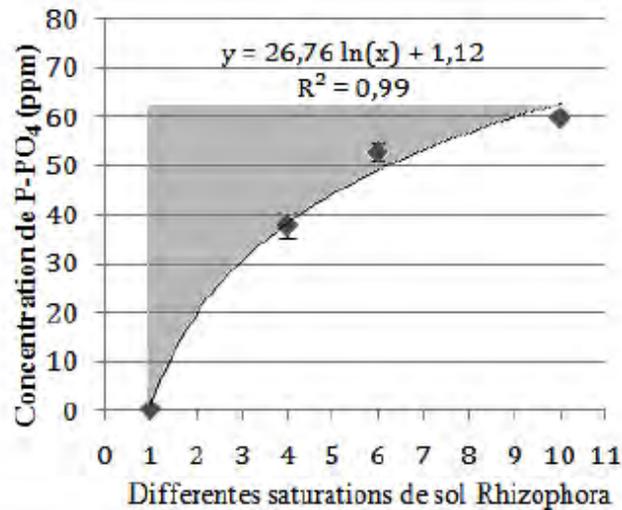
(Analyses : ARVAM La Réunion)



Caractérisation N et P dans le sol

(Expérimentation : *INRA Nancy*)

Capacité de rétention de l'*ammonium* et du *phosphate* dans les sols
(*Ceriops tagal* et *Rhizophora mucronata*)



$$\text{Aire} = \int_{inf}^{sup} [\text{max} - (a \times \ln(x) + b)] dx$$

$$\text{Aire} = \int_{inf}^{sup} [\text{max} - (a \times \ln(x) + b)] d$$

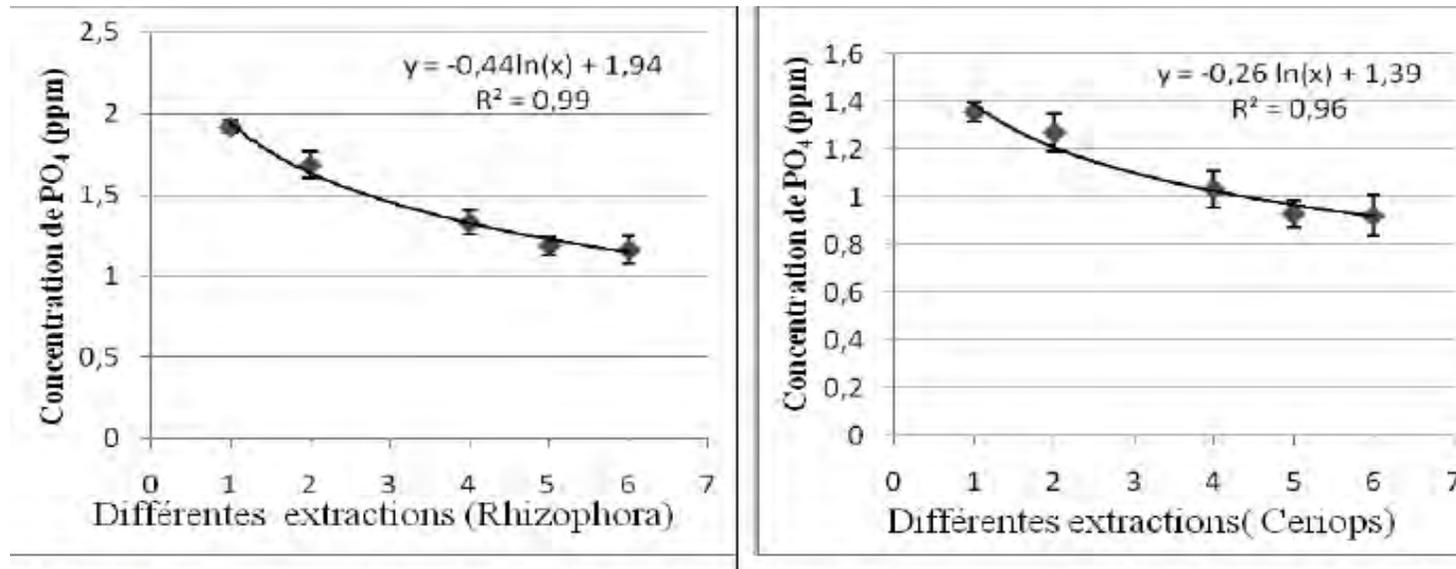
Rhizophora = 153 ppm

Ceriops = 118 ppm

Estimation de la quantité de P-PO₄ retenue dans les sols (*Rhizophora* et *Ceriops*),
après saturation par la solution (NH₄) H₂ PO₄.

Caractérisation N et P dans le sol

(Expérimentation : *INRA Nancy*)



Concentrations de P- PO_4 extrait pendant différentes séries de traitement des sols (*Rhizophora* et *Ceriops*) par une solution de K_2SO_4 (0,5 M) (les barres représentent 1 écart-type, n= 3 pour 1 cycle de désaturation, n=3 pour 2 cycles, n=3 pour 4 cycles, n=5 pour 5 cycles et n=10 pour 6 cycles).

Conclusion

Les 2 facies à *Ceriops* et *Rhizophora* paraissent avoir une bonne aptitude à retenir et stocker le phosphate dans le sol

✓ Communautés microbiennes: rôle dans le cycle de l'azote et dans le traitement des eaux usées

R. Torrenta

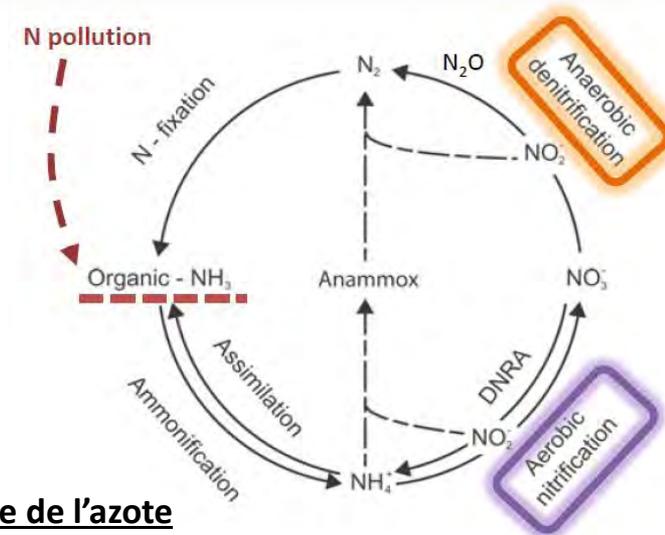
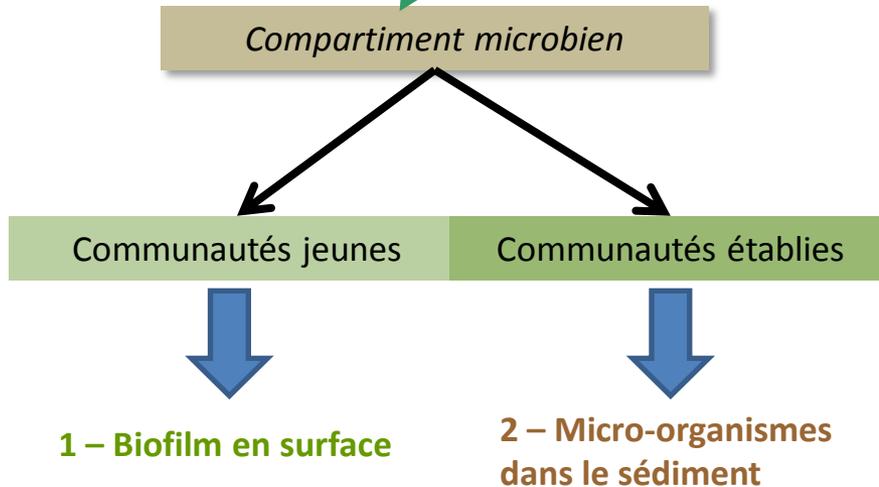
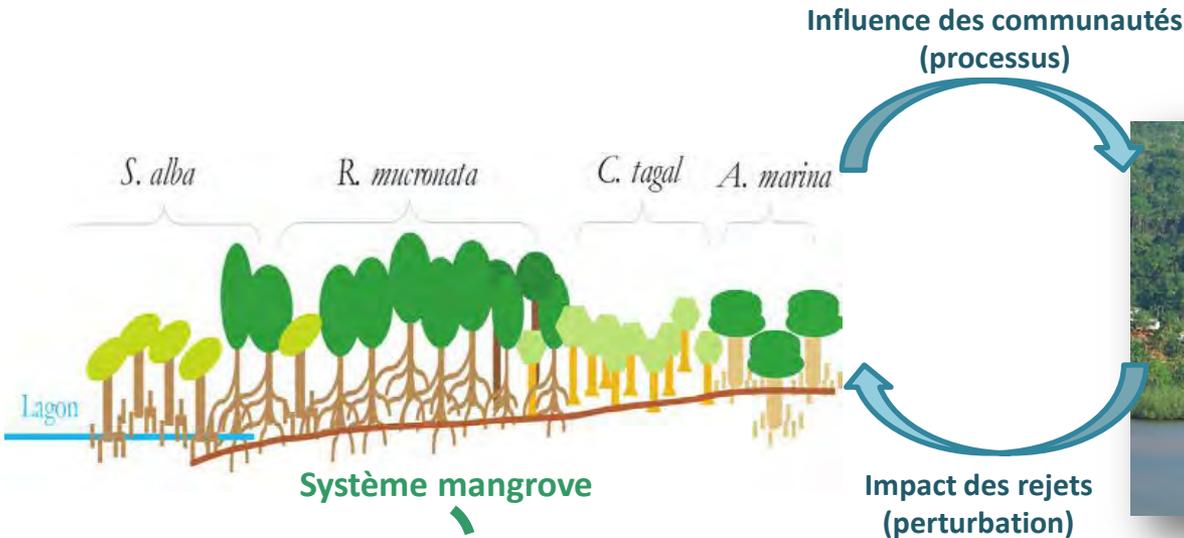
Missions octobre 2012 et avril 2013

Master 2 Rémi Torrenta (encadrement : J Leflaive - F. Fromard, EcoLab)

Projet de thèse



Approches-cibles



Cycle de l'azote

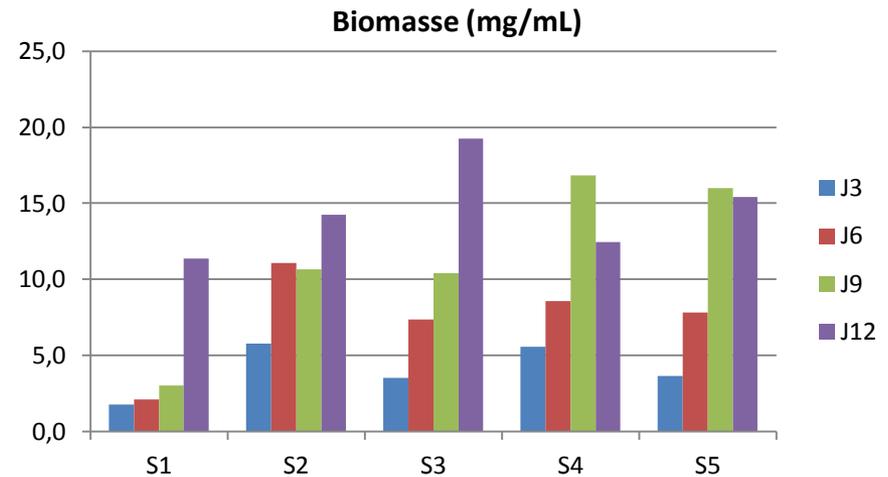
1 – Croissance de biofilm sur supports artificiels

Etude des 4 parcelles du projet



Manipulation coupons

- 4 dates de prélèvement du biofilm (0-12 jours)



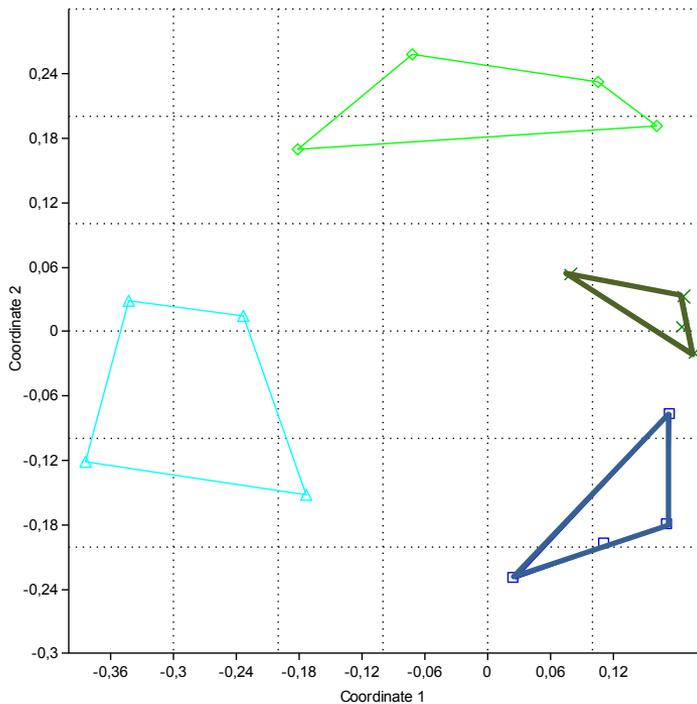
Productivité et dynamique du biofilm

- Diversité bactérienne
- Diversité des eucaryotes
- Diversité des bactéries dénitrifiantes

+ Identification des espèces d'algues, dont diatomées

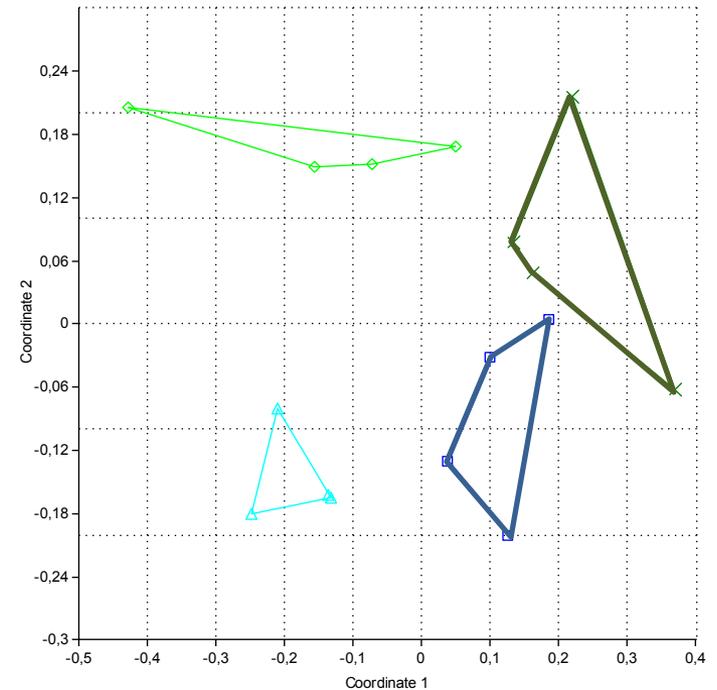
Résultats préliminaires de diversité

- + d'espèces de bactéries au cours du temps mais les communautés s'établissent rapidement



Diversité bactérienne

Cerriops



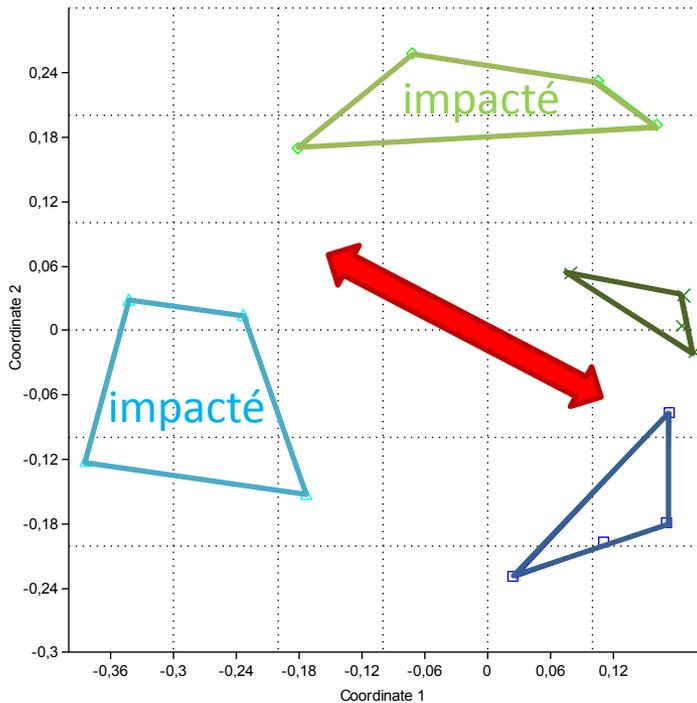
Diversité des eucaryotes

Rhizophora

- Effet site important (- marqué chez eucaryotes)

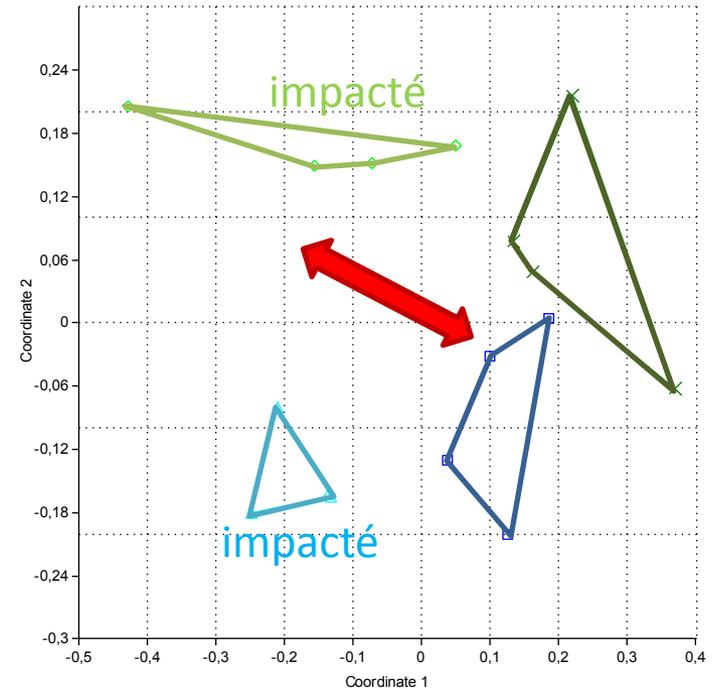
Résultats préliminaires de diversité

- + d'espèces de bactéries au cours du temps mais les communautés s'établissent rapidement



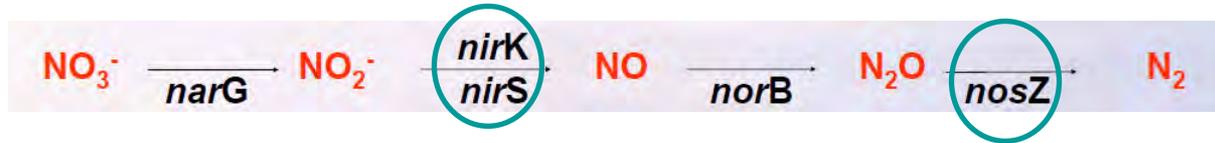
Cerriops

Rhizophora

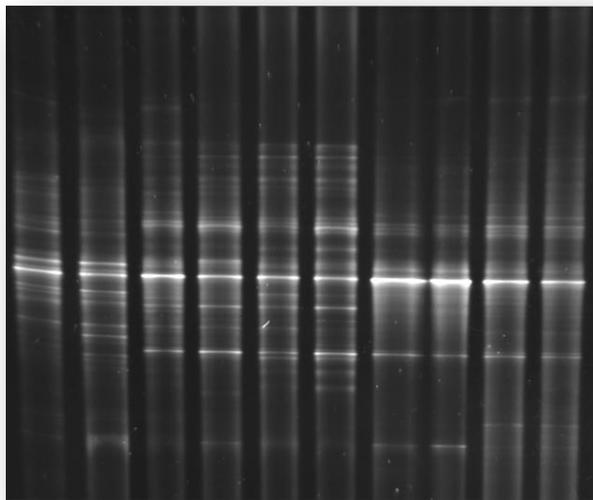


- Effet très marqué des rejets sur la structure des communautés**

Diversité des gènes de la dénitrification



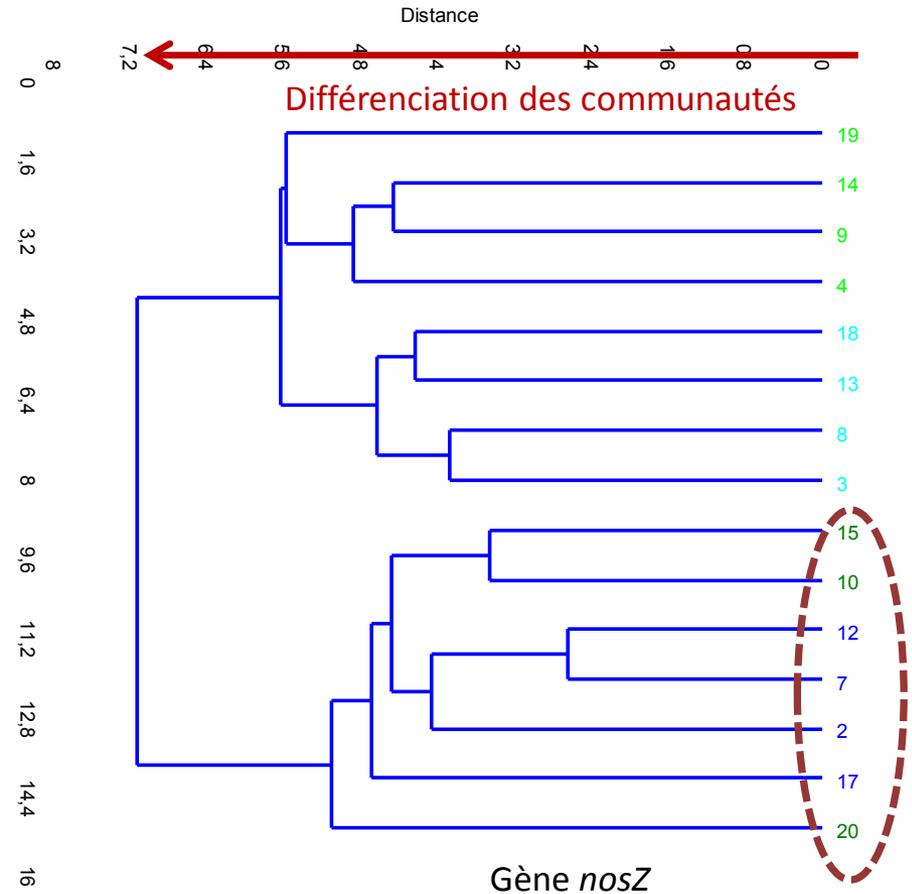
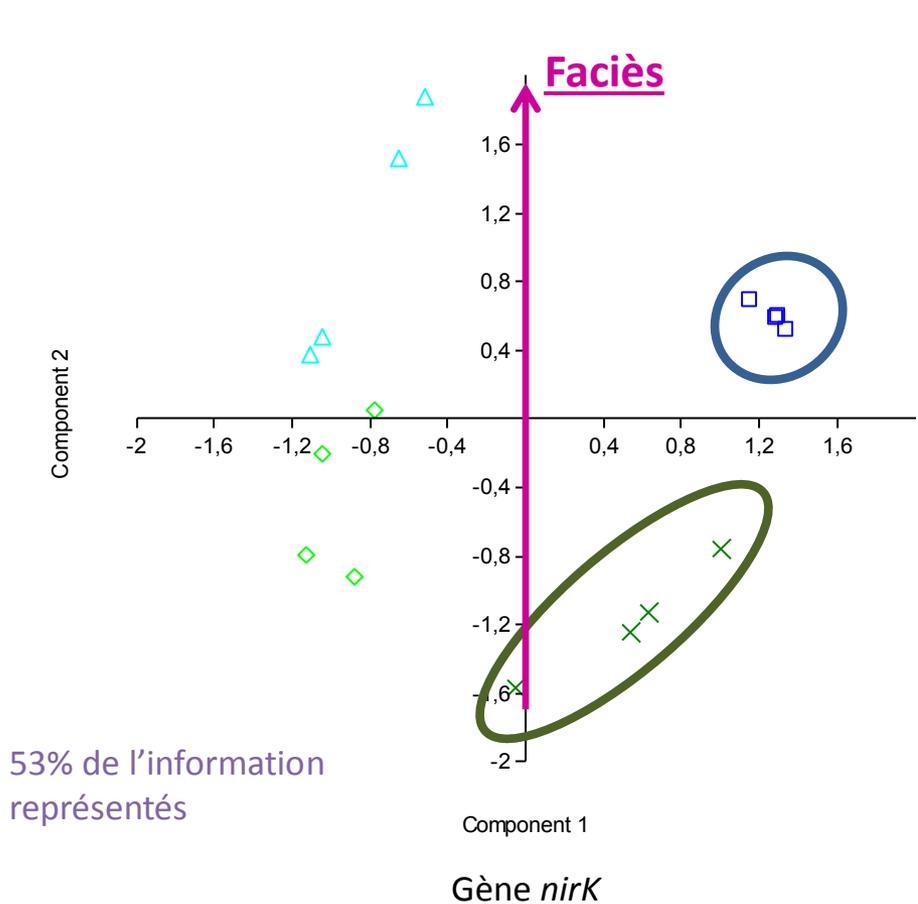
- Etude de **3 gènes fonctionnels** impliqués dans les étapes enzymatiques de la réaction
- Analyse par présence/absence de bandes (\Leftrightarrow taxons)



Taxons différents possédant le gène nirK

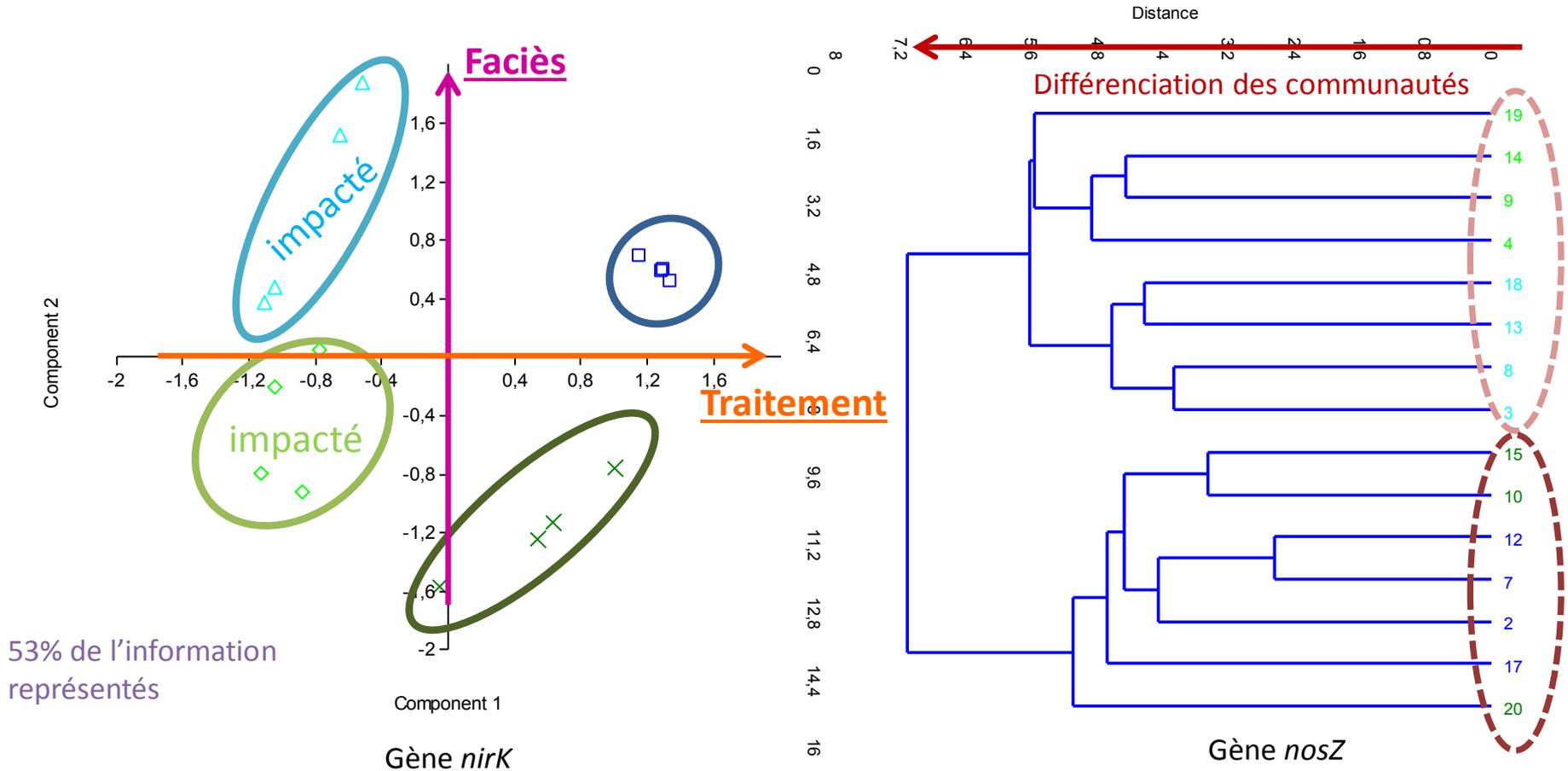
Photo d'un gel de DGGE

Résultats préliminaires - dénitrification



- Similarités entre sites témoins

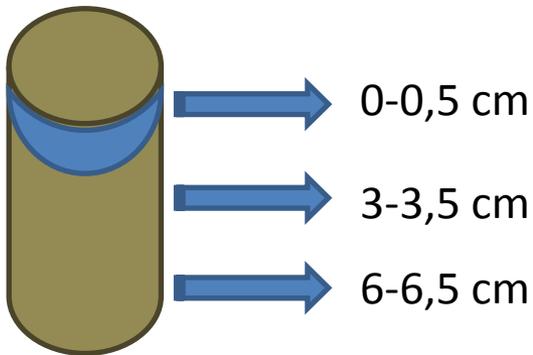
Résultats préliminaires - dénitrification



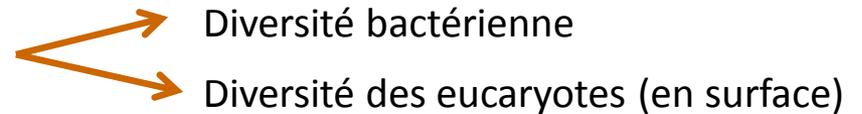
- **Effet important des rejets sur les communautés bactériennes dénitrifiantes**
- Effet sur les densités de populations (processus affectés) ? => A faire !

2 – Micro-organismes des sédiments

Prélèvements : carottages dans les sédiments



- 2 microfaciès (zone en butte et zone drainée)
- 3 profondeurs



 Méiofaune

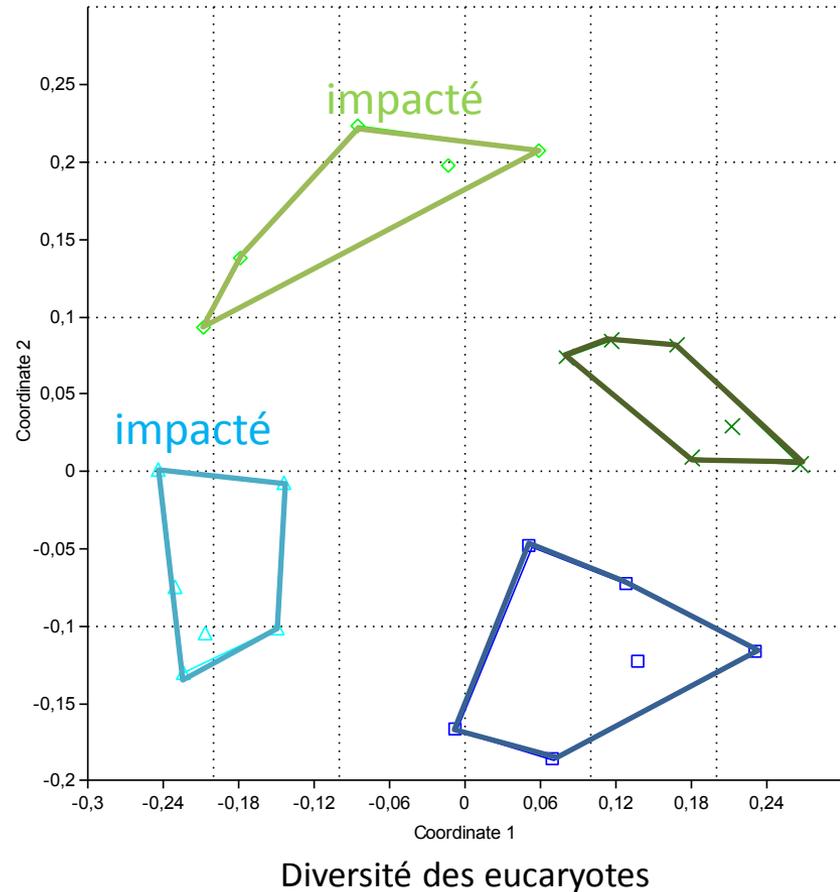
Mesures physico-chimiques, paramètres environnementaux



Lien avec la structure des communautés

Résultats préliminaires de diversité

Différences significatives entre les communautés bactériennes des 4 parcelles



- Fort impact des rejets sur la composition des communautés
- **Pas de perte de biodiversité**

Objectifs de la mission d'avril 2013

- Reproduire l'expérience de croissance biofilm => Effet saison
- Evaluer les taux de dénitrification sur les différentes parcelles :
 - Effective = *in situ* (dégagement de gaz N₂O)
 - Potentielle = en labo (ajout de substrat dopant)
- Déterminer la zone réelle d'impact des rejets en se basant sur la structure des communautés microbiennes => Transects :

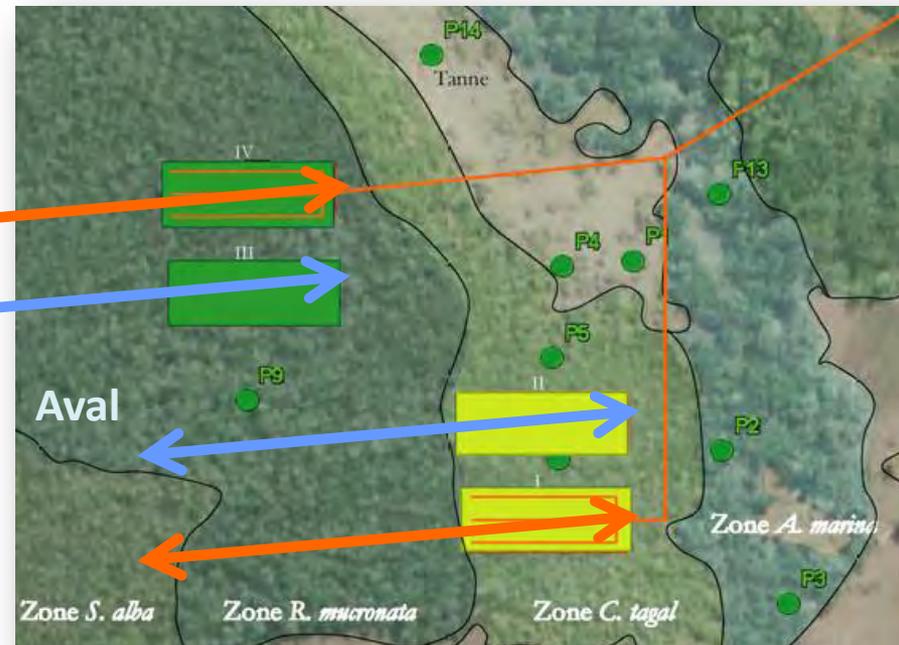
Aspect végétation => Zone enrichie en nutriments (plus grande que les parcelles)



Evolution communautés microbiennes ?



Prélèvements de sédiments en aval



Perspectives - Evolution du projet

 Plusieurs scénarios...

Perspectives - Evolution du projet

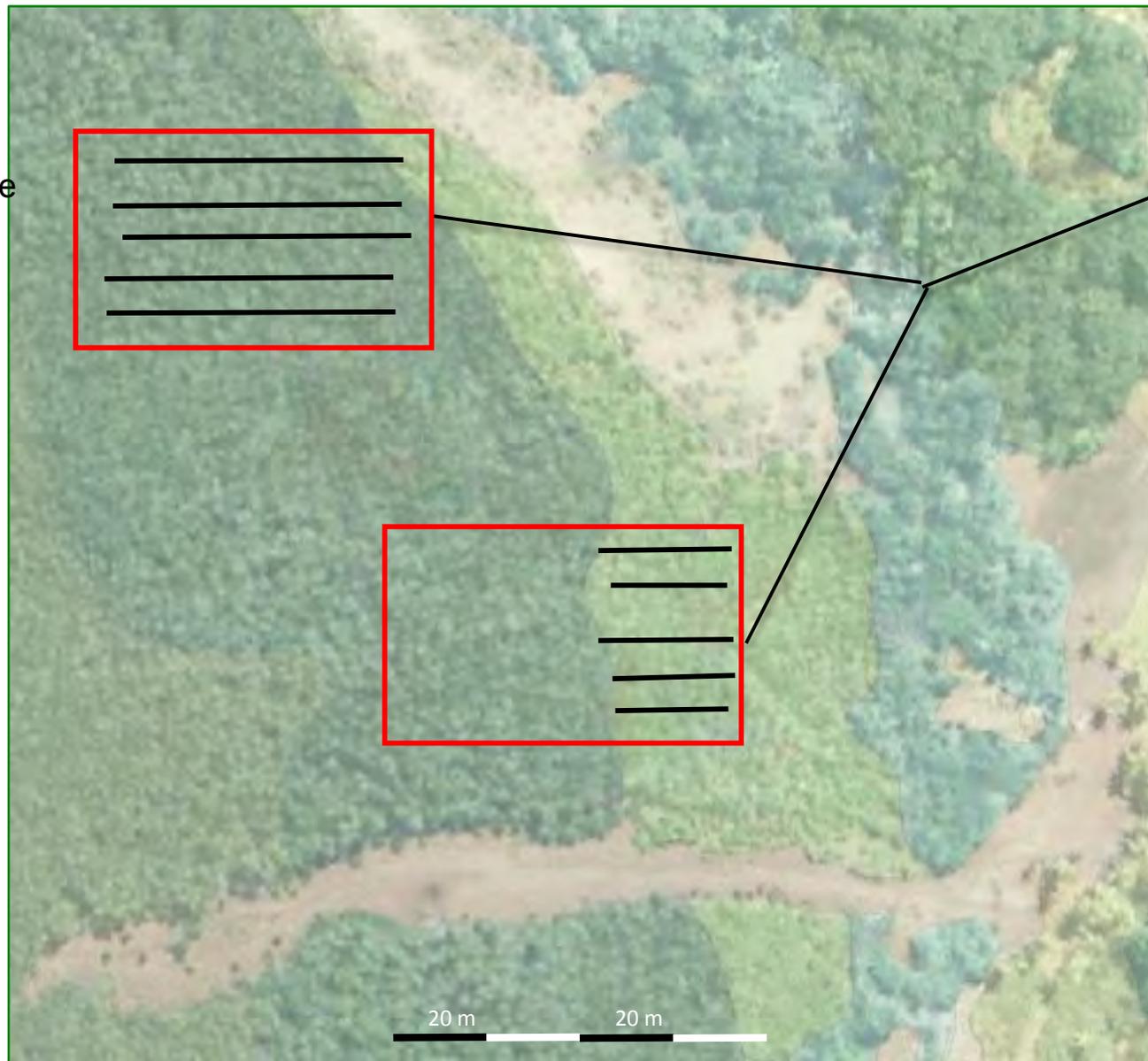
 Plusieurs scénarios...

- ✓ Arrêt du projet Malamani à son échéance fin 2013
- ✓ Maintien du site dans sa configuration actuelle et nouveaux axes de recherche pour une meilleure efficacité des processus de bioremédiation
- ✓ Evolution du site actuel vers un procédé opérationnel
- ✓ Autres perspectives ..?

✓ Modification du dispositif / vers un dispositif opérationnel 1



Nouvelle
parcelle impactée



✓ Modification du dispositif / vers un dispositif opérationnel 2



Nouvelle
parcelle impactée



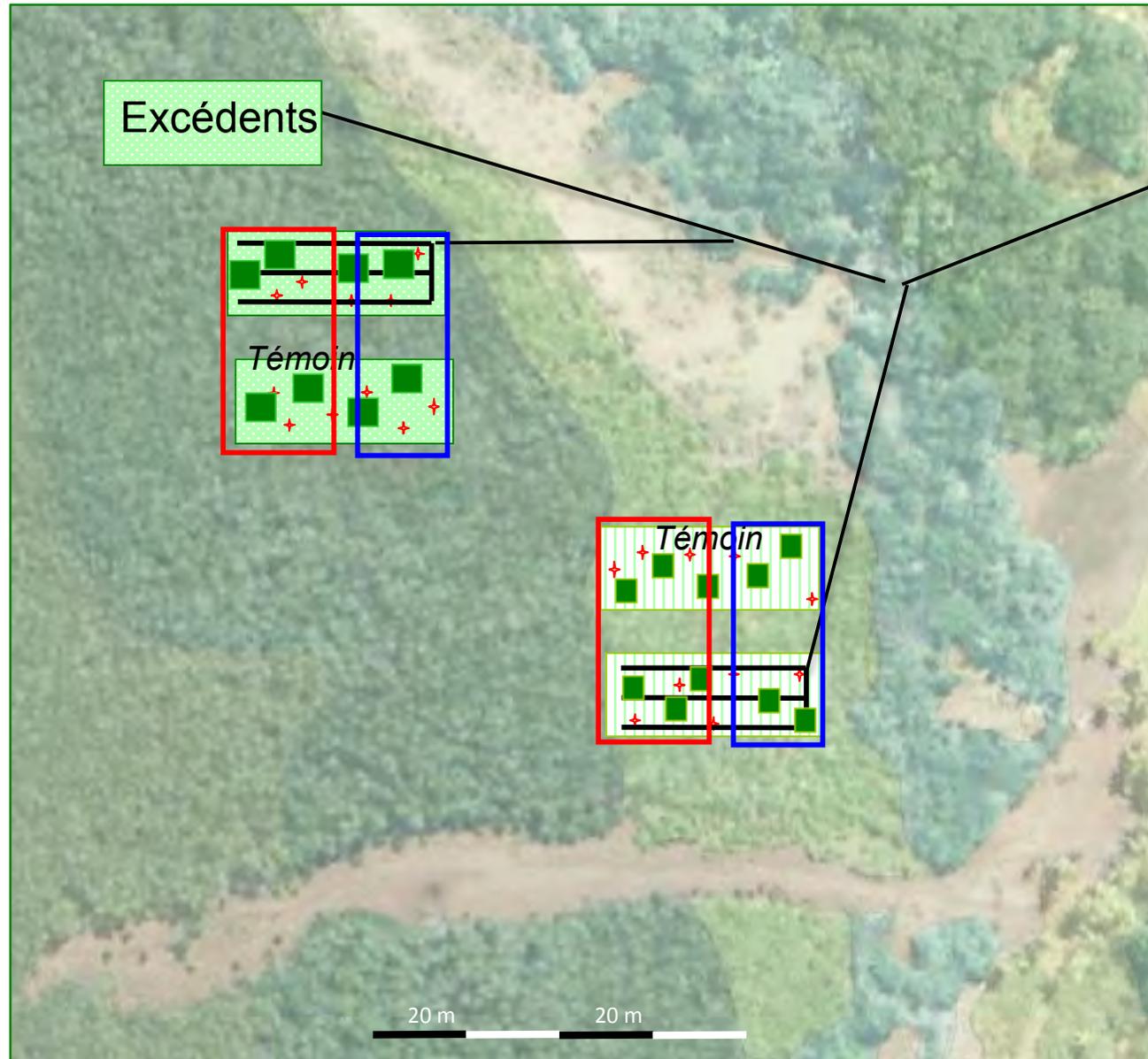
✓ Modification du dispositif / Test de Résilience du système



Nouvelle
parcelle impactée



Nouvelle
parcelle témoin



Perspectives de recherche sur le site de Malamani

- ✓ Communautés microbiennes et cycle de l'azote en mangrove, en conditions naturelles et perturbées. Contribution à l'optimisation du traitement des eaux usées.

Proposition *J. Leflaive, F. Fromard*



- ✓ Impact des eaux usées sur les populations de crabes

Proposition *Elliott Sucré*



- ✓ Impact des eaux usées sur les communautés macrobenthiques

Proposition *Judith Klein*



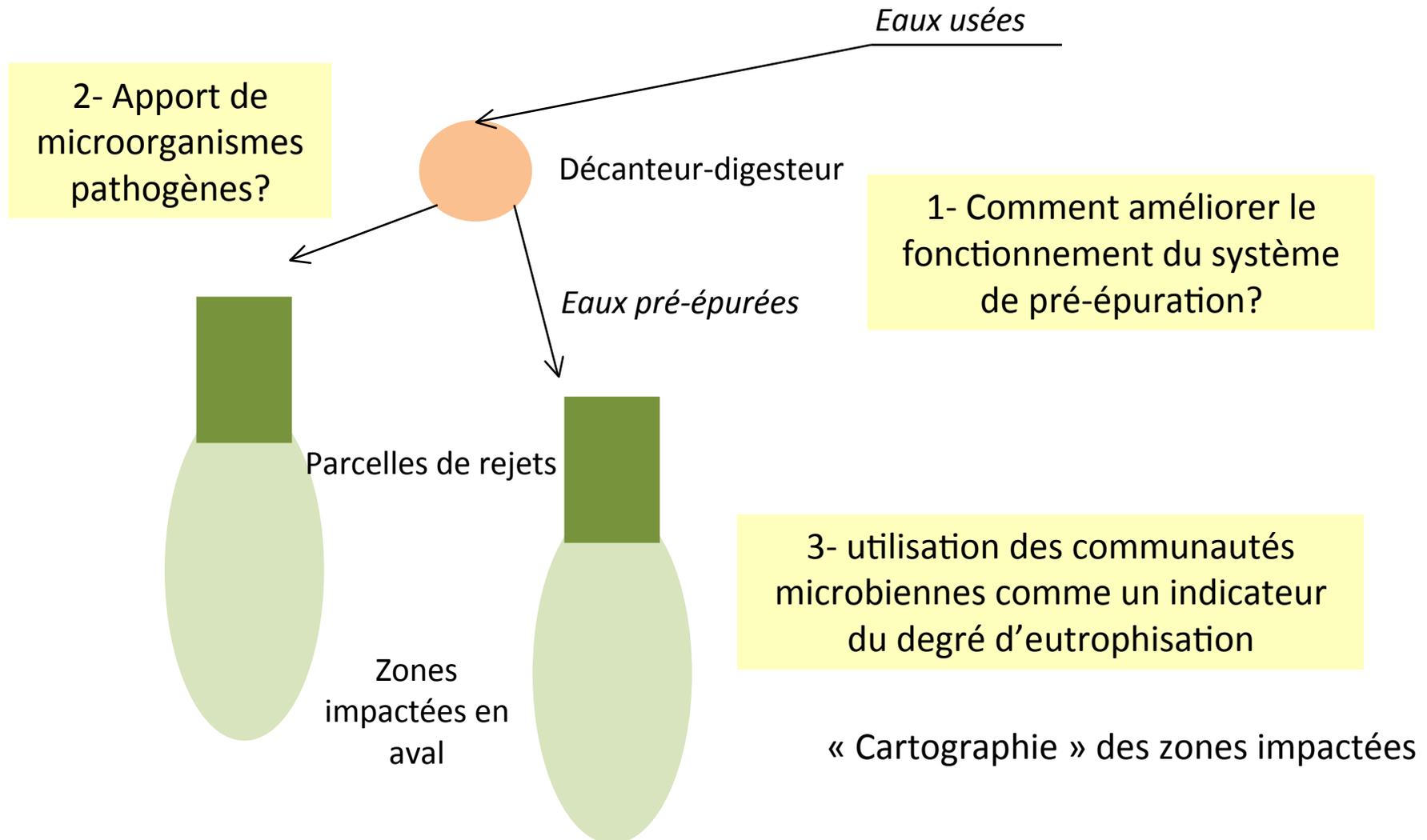
Communautés microbiennes et cycle de l'azote en mangrove, en conditions naturelles et perturbées. Contribution à l'optimisation du traitement des eaux usées.



Projet de thèse visant à développer l'étude amorcée en 2013
(M2 R. Torrenta / Ecolab)

- ✓ Etude du compartiment microbien de l'écosystème mangrove
- ✓ Rôle dans le cycle de l'azote
- ✓ Recherche d'une optimisation du traitement des rejets azotés
- ✓ Encadrement de recherche : équipes *microbiologie* et *mangrove* du laboratoire Ecolab.
- ✓ Financement thèse : allocation CIFRE (ANRT et partenaire à identifier).

Communautés microbiennes et cycle de l'azote en mangrove, en conditions naturelles et perturbées. Contribution à l'optimisation du traitement des eaux usées.



Perspectives de bioremédiation

- Différenciation des communautés microbiennes  Contraintes environnementales
- Apport de nutriments  Modification des communautés
- Impact fonctionnel  Processus intervenant dans le cycle de l'azote



Utilisation de la mangrove comme système de traitement optimisé pour les eaux usées domestiques



Projet de Recherche

Impact des eaux usées domestiques sur les populations de crabes de mangrove.

Mise en place de biomarqueurs
Ecophysiologiques et Ecotoxicologiques



Elliott SUCRE

MCF en Biologie des Organismes et Ecologie
Département Sciences et Technologies



Comité de pilotage
5 avril 2013

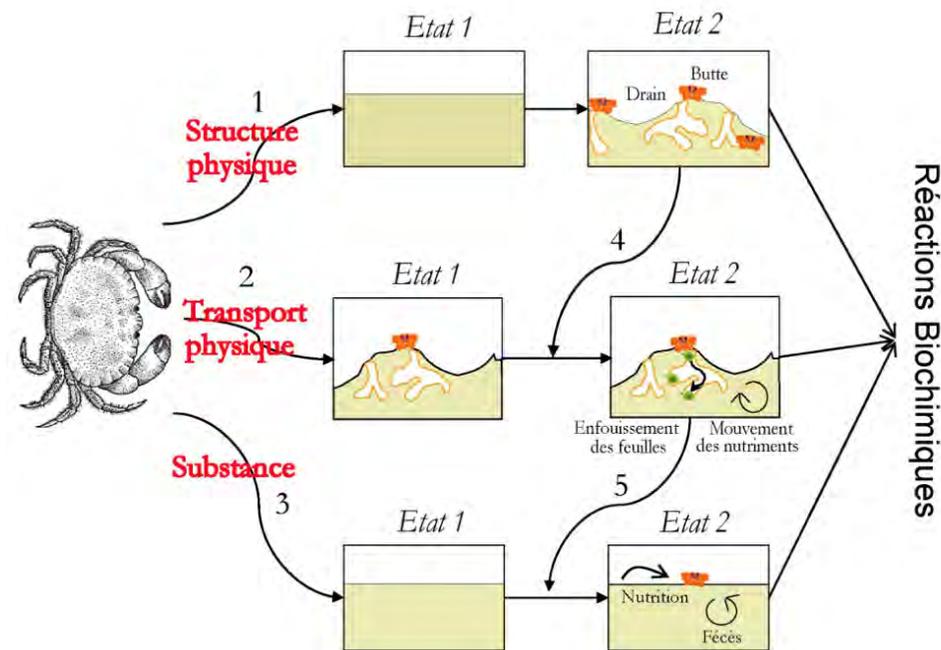
Contexte et travaux préliminaires

Les populations de crabes, espèces ingénieurs de la mangrove

Herteman M, 2010 (Thèse de doctorat)

➔ Rôle capital dans la structure et le fonctionnement global de la mangrove
Nutrition et Habitat

Responsables d'une part des **transfert des éléments** et maintiennent ainsi une **diversité fonctionnelle** et une **hétérogénéité biochimique** dans les sédiments



Contexte et travaux préliminaires

Modification des populations de certaines espèces de crabes

Herteman M, 2010 (Thèse de doctorat)

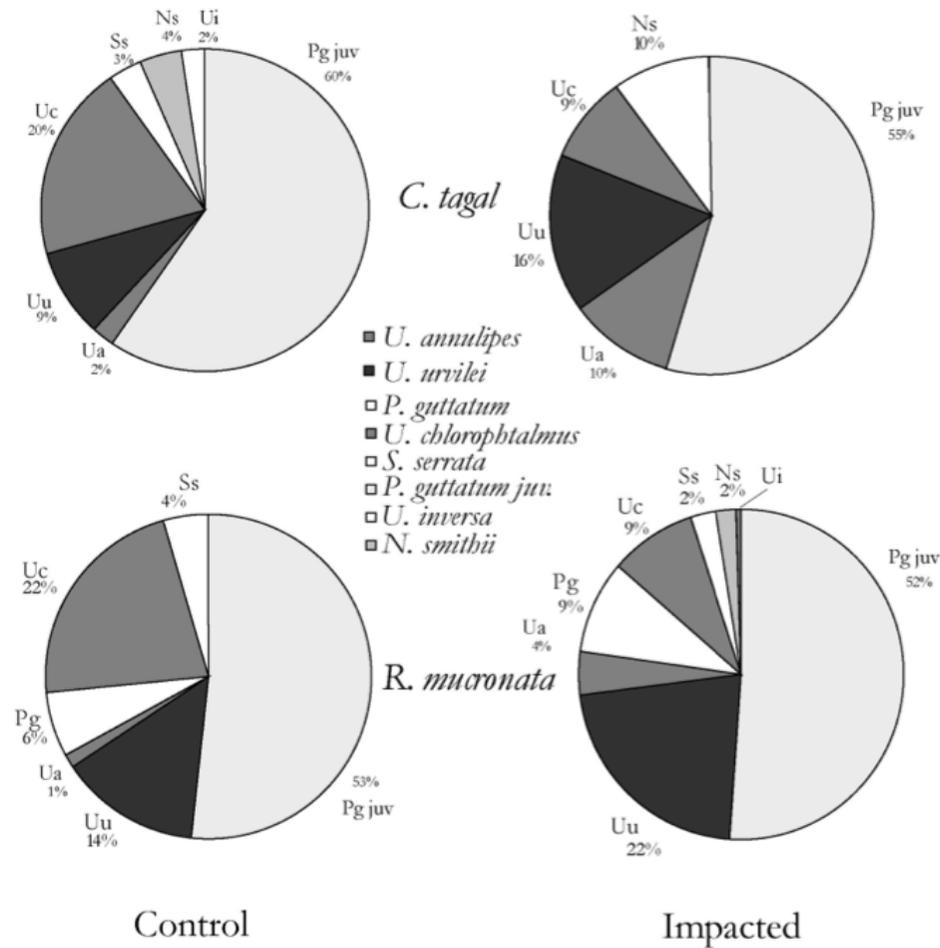
Superfamille	Espèces	Taille (mm)	Nutrition	Habitats	Végétation dominante	Répartition géographique	Références
	<i>Cardisoma carnifex</i> (Herbst, 1796)		Omnivore végétaliste	Terriers	Arrière mangrove	Indopacifique	7; 27
	<i>Neosesarmatium meinerti</i> (De Man, 1887)	35x40	Végétaliste	Terriers	<i>A. marina</i>	Est-Africain, Australie, Thaïlande, Océan Indien	2; 3; 5; 7; 8; 14; 15; 17; 20; 26
Grapsoidea	<i>Neosesarmatium smithii</i> (H. Milne Edwards, 1853)	39x40	Végétaliste	Terriers	<i>C. Tagal</i>	Est-Africain, Madagascar, Australie	7; 15; 17;
	<i>Perisesarma guttatum</i> (A. Milne-Edwards, 1869)	25x30	Végétaliste opportuniste	Terriers	<i>R. mucronata</i>	Est-Africain, Madagascar, Australie, Inde, Japon	7; 14;
	<i>Sesarmops impressus</i> (H. Milne Edwards, 1853)	38x40	Végétaliste	Terriers	Arrière mangrove	Australie, Est-Africain, Comores, Madagascar, Japon	28
	<i>Macrophtalmus depressus</i> (Rüppel, 1830)	11x17	Détritivore	Terriers	Limite de mangrove	Est-Africain, Madagascar, Indopacifique, Japon, Australie	
	<i>Pseudohelice quadrata</i> (Dana, 1851)	11x13	Détritivore	Terriers	Limite de mangrove	Est-Africain, Madagascar, Indopacifique, Japon	
	<i>Uca annulipes</i> (H. Milne Edwards, 1837)	9x15	Détritivore	Terriers	<i>C. Tagal</i> et sol nu	Est-Africain, Madagascar, Indopacifique	9; 10; 14; 15; 16; 18; 21; 22; 23; 24; 25
Ocypodoidea	<i>Uca chlorophthalmus</i> (H. Milne Edwards, 1852)	11x19	Détritivore	Terriers	<i>A. marina</i> , <i>C. Tagal</i> , <i>R. mucronata</i>	Est-Africain and Madagascar	16; 23
	<i>Uca inversa</i> (Hoffman, 1874)	14x23	Détritivore	Terriers	<i>A. marina</i>	Madagascar, South-East-Africain, Somali, Égypte	19; 21; 22; 24
	<i>Uca urvillei</i> (H. Milne Edwards, 1852)	15x30	Détritivore	Terriers	<i>R. mucronata</i> , <i>C. Tagal</i>	Est-Africain, Australie, Thaïlande, Inde Ouest, Madagascar	1; 13; 16; 23; 29
	<i>Uca vocans</i> (Linnaeus, 1758)	13x17	Détritivore	Terriers	<i>R. mucronata</i>	Indo-Ouest-Pacifique, Madagascar	16; 23
Portunoidea	<i>Scylla serrata</i> (Forsskål, 1775)	100x140	Omnivore	S'enfouit dans la vase	<i>R. mucronata</i> , <i>C. Tagal</i>	Sud-Est-Africain, Madagascar, Australie, Inde, Japon	12; 29

Herteman M., 2010 (Thèse de doctorat)

Contexte et travaux préliminaires

Modification des populations de certaines espèces de crabes

Herteman M, 2010 (Thèse de doctorat)



Herteman M., 2010 (Thèse de doctorat)

Contexte et problématique

Modification des populations de certaines espèces de crabes

Pourquoi ?

Comment ?

- Quels paramètres du milieu affectent les crabes du site expérimental de Malamani: **dessalure** ou présence de **polluants** ?
- Quels **processus physiologiques** sont impactés *in fine* ?

Besoin **d'outils diagnostiques** pour évaluer l'impact du rejet:



Biomarqueurs Ecotoxicologiques et Ecophysiologiques
(Capacité osmorégulatrice, stress oxydant...)

Stratégie scientifique



Deux axes envisagés:

- i) Impact de la diminution de la salinité sur les crabes: identification d'espèces sensibles et/ou tolérantes
- ii) Effets toxiques potentiels des composés chimiques présents dans l'effluent sur les espèces de crabes sélectionnées

Expertise scientifique:

Laboratoire ECOSYM (Montpellier)

Equipe AEO: Adaptations Ecophysiologiques des animaux aquatiques au cours de l'ontogenèse

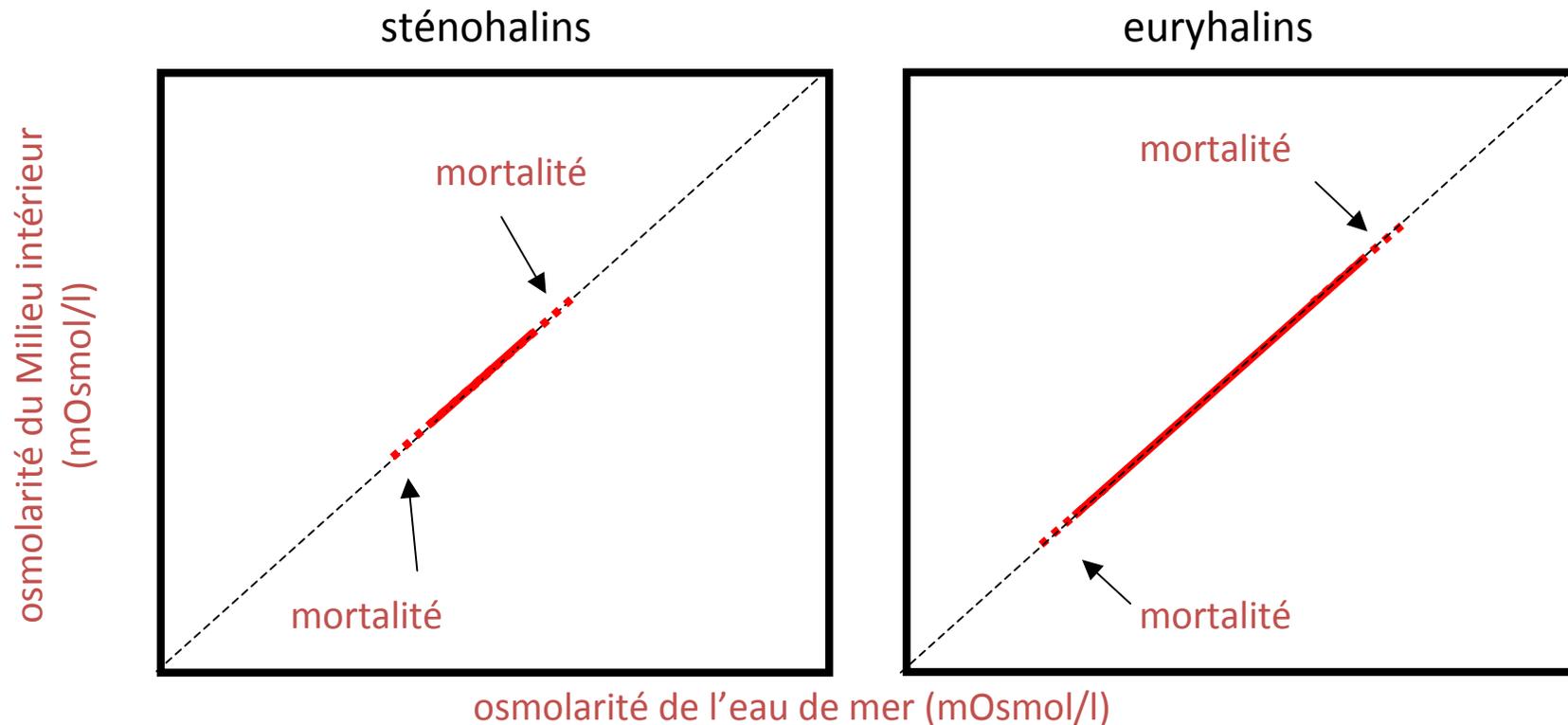
Mots clés: écophysiologie, écotoxicologie, biologie intégrative, mécanismes, biomarqueur, adaptation, mer, côtier, lagon, salinité, osmorégulation, nutrition, ontogénie, ionocytes, transports ioniques, **crustacés**.

i) Impact de la diminution de la salinité sur les crabes: identification d'espèces sensibles et/ou tolérantes

- ✘ Suivi continu de l'évolution de la salinité pendant un cycle journalier (avec ou sans rejet, zones impactées et témoin)
(E. Sucré, AEO-Univ Mayotte ; E Farcy, AEO-UM2)
- ✘ Evaluation des capacités osmorégulatrices de plusieurs espèces de crabes sélectionnées et capturées sur le terrain
(E. Sucré, AEO-Univ Mayotte ; J Lignot, AEO-UM2)

i) Impact de la diminution de la salinité sur les crabes: identification d'espèces sensibles et/ou tolérantes

- ✘ Suivi continu de l'évolution de la salinité pendant un cycle journalier (avec ou sans rejet, zones impactées et témoin)
(E. Sucre, AEO-Univ Mayotte ; E Farcy, AEO-UM2)
- ✘ Evaluation des capacités osmorégulatrices de plusieurs espèces des crabes sélectionnées et capturées sur le terrain



i) Impact de la diminution de la salinité sur les crabes: identification d'espèces sensibles et/ou tolérantes

- ✘ Suivi continu de l'évolution de la salinité pendant un cycle journalier (avec ou sans rejet, zones impactées et témoin)
(E. Sucre, AEO-Univ Mayotte ; E Farcy, AEO-UM2)
- ✘ Evaluation des capacités osmorégulatrices de plusieurs espèces des crabes sélectionnées et capturées sur le terrain
(E. Sucre, AEO-Univ Mayotte ; J Lignot, AEO-UM2)

➡ Dispositif expérimental : rampes d'aquariums montés en série

➡ Osmométrie hémolympatique

ii) Effets toxiques potentiels des composés chimiques présents dans l'effluent sur les espèces de crabes sélectionnées

- ✘ Elargir le spectre de composés toxiques analysés: analyse multi résidus (pesticides, perturbateurs endocriniens, détergents, etc.)
(E. Farcy, AEO-UM2)
 - ➡ Hélène Budzinski, laboratoire Physico et Toxico Chimie de l'Environnement (UMR CNRS 5008 EPOC), Université Bordeaux 1

- ✘ Tester l'effet des eaux usées sur la physiologie des crabes
 - = approche expérimentale avec des expositions à des dilutions croissantes d'effluent en laboratoire.

 - ➡ Test et validation de **Biomarqueurs** qui reflètent l'état de santé physiologique du compartiment « crabes »

ii) Effets toxiques potentiels des composés chimiques présents dans l'effluent sur les espèces de crabes sélectionnées

Quels biomarqueurs ?

- 1) Mesure d'enzymes du stress oxydatif chez des individus exposés ou non au rejet (*collaboration avec J. Issartel de l'IMBE à Marseille*)
- 2) Mesure de la capacité phagocytaire des hémocytes (*E. Farcy, AEO-UM2*)
- 3) Mesure des capacités osmorégulatrices (i.e mesures d'osmolalités hémolympatiques suite à un choc osmotique expérimental) chez des individus exposés ou non au rejet (*E. Sucré, AEO-Univ Mayotte ; E Farcy, AEO-UM2*)
- 4) Evaluation des altérations éventuelles au niveau des organes, cellules et protéines osmo-effectrices (*E. Sucré, AEO-Univ Mayotte ; E. Farcy, AEO-UM2*)

✓ Impact des eaux usées sur la diversité et les interactions dans les communautés macrobenthiques

Judith Klein (CR, IRD)

En collaboration avec:

Francesca Rossi (CR, CNRS)

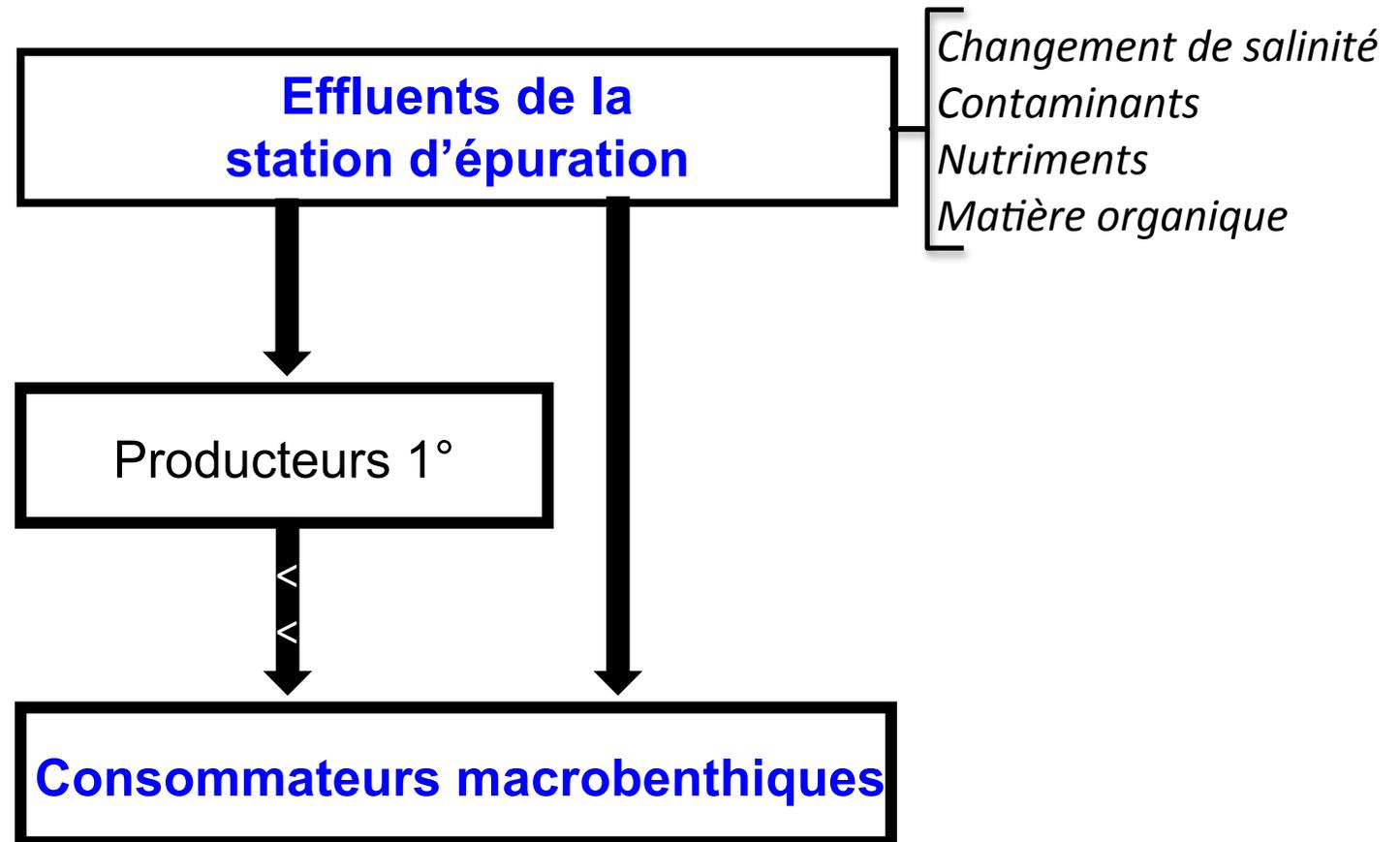
Emilie Farcy (MCF, Université Montpellier 2)

Elliott Sucre (MCF, Université Mayotte)



✓ Impact des eaux usées sur la diversité et les interactions dans les communautés macrobenthiques

Mangrove de Malamani, Mayotte



✓ Impact des eaux usées sur la diversité et les interactions dans les communautés macrobenthiques

Objectifs

I) Etudier l'impact sur les communautés macrobenthiques

(diversité, composition spécifique, compétition) (*Klein & Rossi*)

II) Identifier les mécanismes qui sont à la base de l'impact

Impact au travers:

la nourriture (nutriments, MO) → étudier les relations trophiques (*Klein & Rossi*)

les contaminants → étudier l'état physiologique (*Farcy & Sucré*)

le changement de salinité → étudier la capacité osmorégulatrice (*Sucré & Farcy*)

✓ Impact des eaux usées sur la diversité et les interactions dans les communautés macrobenthiques

Stratégie et méthodes

Etude sur le terrain:

Plan d'échantillonnage comprenant différentes échelles spatiales

Expériences sur le terrain:

Installation de cages sur le terrain

Analyses au laboratoire:

Analyse par HPLC des contenus stomacaux



Diversité des organismes macrobenthiques (crustacées, mollusques, polychètes)



Compétition entre principales espèces macrobenthiques



Relations trophiques entre principales espèces de macrofaune et producteurs 1°

✓ ANNEXE 1 : Présentation du Centre Universitaire de Mayotte

E. Sucre

Création du Centre Universitaire de Mayotte à Dembéni



➡ Le CU est l'aboutissement d'un projet né il y a deux ans:
Enjeu pédagogique et scientifique

Besoins:

- **Enseignement supérieur** et généraliste à Mayotte
- Politique en matière de **recherche**

Adéquation aux spécificités locales



Enseignement supérieur au Centre Universitaire de Mayotte



→ Trois universités partenaires
Trois départements (+ formation des
maîtres)
Enseignements en L1 et L2



Sciences et
Technologies
(MIPS et GBE)



Droit et AES
(Administration
Economique et Sociale)



Lettres et Sciences
Humaines
(Lettres modernes et
Géographie)

Le développement de la recherche Centre Universitaire de Mayotte



➔ Arrivée des premiers Maîtres de Conférences
à la rentrée 2012



Partenariat avec l'Université Montpellier 2



Laboratoire ECOSYM (Ecosystèmes marins côtier, UMR 5119)

➤ 2 MCF Mayotte
en 2013



➤ Elaboration d'une stratégie de recherche

Le développement de la recherche Centre Universitaire de Mayotte



1/ **Développer des thématiques de recherche**
en biologie marine originales et innovantes répondant au
contexte et aux besoins de l'île de Mayotte

Nécessité de créer un centre de recherche à Mayotte



2/ **Favoriser l'accueil** de chercheurs désireux d'étudier les
Ecosystèmes Mahorais, développer des **partenariats**
nationaux et internationaux



3/ **Former les scientifiques** (stagiaires, doctorants)

✓ ANNEXE 2 : Travaux publiés relatifs au site-pilote de Malamani

✓ Travaux publiés

Disponibles à



Thèse

2010. M. Herteman - Mangrove et bioremédiation, un projet-pilote à Mayotte. Thèse UPS Toulouse.

Mémoires Master 2 et Ingénieur

2007 – A. Destin - Influence de la macroporosité induite par les crabes sur la capacité de dénitrification des sédiments de mangrove.

2008 - A. Saenger - Absorption racinaire et qualité des eaux, mangrove de Mayotte.

2008 - M. Michel - Cycle de l'azote à l'interface eau-sédiment en mangrove, Mayotte.

2009 - S. Lefevre - Rôle des crabes dans la structuration des mangroves de Mayotte.

2009 - A. Leopold - Traçage isotopique N15 d'eaux usées en mangrove, Mayotte.

2009 – C. Louvet - Modélisation et optimisation d'une station pilote de traitement des eaux usées utilisant la mangrove pour le traitement secondaire. Mémoire Ingénieur INP- ENSIACET Toulouse.

2010 - P. Thlang - Mangrove et bioremédiation à Mayotte, aspects biogéochimiques.

En cours : R. Torrenta - Caractérisation génétique et fonctionnelle de biofilms en conditions naturelles et perturbées. Implication dans le cycle de l'azote en milieu de mangrove.

Articles scientifiques

2011 - Herteman M., Fromard F., L. Lambs L. - Effects of pretreated domestic wastewater supplies on leaf pigment content, photosynthesis rate and growth of mangrove trees: a field study from Mayotte Island, SW Indian Ocean. *Ecological Engineering* 37: 1283– 1291

2011 - Lambs L., Léopold A., Zeller B., Herteman M., F. Fromard. - Tracing sewage water by 15N in a mangrove ecosystem to test its bioremediation ability. *Rapid Com. Mass Spectr.* 25: 2777-2784

2012 - Bouchez A., Pascault N., Chardon C., Bouvy M., Cecchi P., Lambs L., Herteman M., Fromard F., Got P., Leboulanger C. - Mangrove microbial diversity and the impact of trophic contamination. *Marine pollution Bul.* A paraître.

✓ Travaux publiés

Rapports

2009 – Fromard F. - Projet SIEAM - ECOLAB CNRS : Le rôle de la mangrove dans la bioremédiation d'eaux usées domestiques. Application au site-pilote de Malamani, Mayotte.

2009 – Bouchard J.M., Herteman M., F. Fromard, Lambs L., E. Muller E. - Inventaire des Crustacés Décapodes de Mayotte. KUV, DAF Mayotte, 31 p.

2010 – PARETO – SIEAM - Étude d'environnement dans le cadre du projet de bioremédiation dans la mangrove de Malamani : Milieu marin - Caractérisation de l'état initial.

Articles de vulgarisation/ presse

2008 - Traitement des eaux usées domestiques : les vertus curatives de la mangrove. Horizon Austral, février 2008.

2009 - Le Grenelle de la Mer. L'écho côtier, juillet 2009.

2009 - La station d'épuration expérimentale de Malamani, un exemple pour l'Outremer. Mayotte Hebdo, juin 2009

2010 - La mangrove, un filtre naturel pour les eaux usées domestiques ? Mayotte Hebdo, janv 2010.

2011 - La mangrove au secours de l'assainissement. MAGE, journal syndicat des eaux Mayotte, mai 2011.

2012 - La mangrove filtre les eaux usées. L'écho côtier des outremer, janvier 2012.

2012 - La mangrove de Mayotte et son rôle écologique. Escale, journal Air Austral, mars 2012.

2012 - La mangrove de Malamani épure les eaux usées. Mayotte Hebdo Mai 2012.

2012 - Le projet mangrove et bioremédiation à Mayotte. Journal du CNRS, mai-juin 2012.

2012 - Une mangrove à nettoyage intégrée. MAGE, journal syndicat des eaux Mayotte, août 2012.

Vidéo clip :

Clip pour la Fête de la Science Midi-Pyrénées, 21-24 Octobre 2010. Une mangrove Toulouse, présenté par M. Herteman <http://www.youtube.com/watch?v=SvRsUeo3pNU>

✓ Mangrove de Malamani, Baie de Chirongui



François Fromard

Directeur de recherche CNRS
Equipe CIRCE

EcoLab - UMR 5245 (CNRS-UPS-INPT)

Université Paul Sabatier, Bât. 4R1

31062 Toulouse cedex 9, France



Université
Paul Sabatier
TOULOUSE 31



tél. : +33 (0)5 61 55 89 20

courriel : francois.fromard@univ-tlse3.fr

pseudo Skype : francois.from

<http://www.ecolab.ups-tlse.fr>

<http://infolittoral.spotimage.com/>