



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



WORKSHOP TRANSFRONTALIERO DI APPROFONDIMENTO

Orbetello

28-29 Gennaio 2020

28-29 Janvier 2020

IFREMER Laboratoire Environnement Ressources Provence Azur Corse
Sylvain Coudray, Nathalie Malet



La coopération al cuore del Mediterraneo
La coopération au coeur de la Méditerranée



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



ACTION PILOTE IFREMER

Développement d'un outil opérationnel
d'aide à la gestion environnementale
sur la lagune de Biguglia :

Indicateurs et scénarios hydrodynamiques et écologiques



La coopération al cuore del Mediterraneo
La coopération au coeur de la Méditerranée

ACTION PILOTE IFREMER

Fonctionnement hydrodynamique et écologique de la lagune de Biguglia

Action 1 - Fonctionnement hydrodynamique

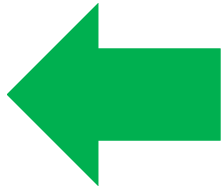
- ☑ Rapport 1/3 : Mise en place de la modélisation numérique 3D (P1)
- ☑ Rapport 2/3 : Fonctionnement hydrologique de la lagune de Biguglia (P2-P3)
- ☑ Rapport 3/3 : Indicateurs et test de scenarios hydro-climatiques (P4)

Action 2 - Fonctionnement écologique

- ☑ Base de données hydrologiques (P5)
- ☑ Rapport 1/2 : Mise en place du modèle écosystémique (P5)
- ☑ Rapport 2/2 : Fonctionnement écologique - Indicateurs et test de scenarios écologiques (P6)



FUNCTIONNEMENT HYDRODYNAMIQUE



Mise en place du modèle

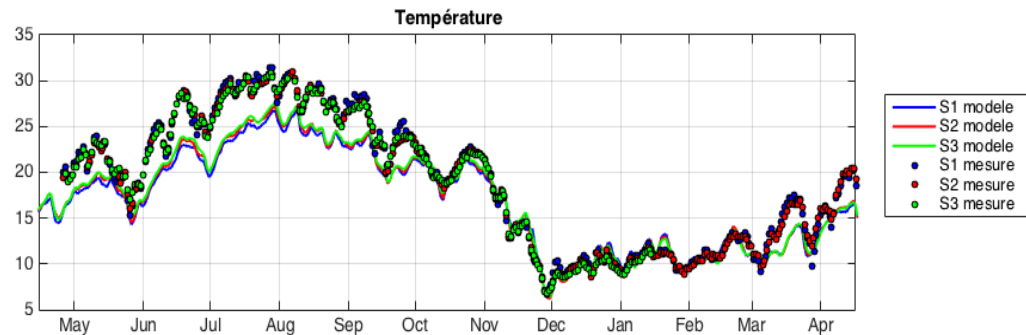
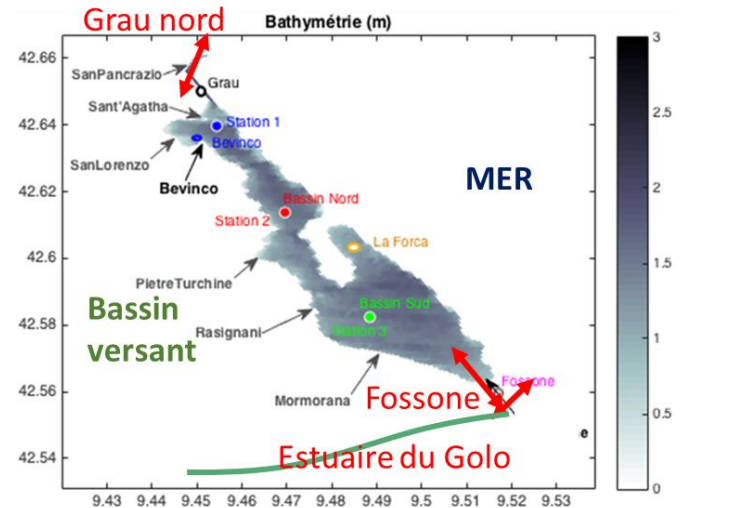
Un **modèle hydrodynamique** est une représentation virtuelle simplifiée d'une masse d'eau, qui tente de reproduire au mieux ses caractéristiques (ex : température, salinité, courants) et de simuler son évolution temporelle et spatiale.

Données de forçage :

- Bathymétrie
- Echange mer/lagune (par différence de hauteur d'eau)
- conditions météorologiques (vent, températures)

Simulations :

- Grau > profondeur variable
- Ouverture / fermeture du grau
- Dispersion de traceurs
- Crués extrêmes, sécheresse, ...



FUNCTIONNEMENT HYDRODYNAMIQUE

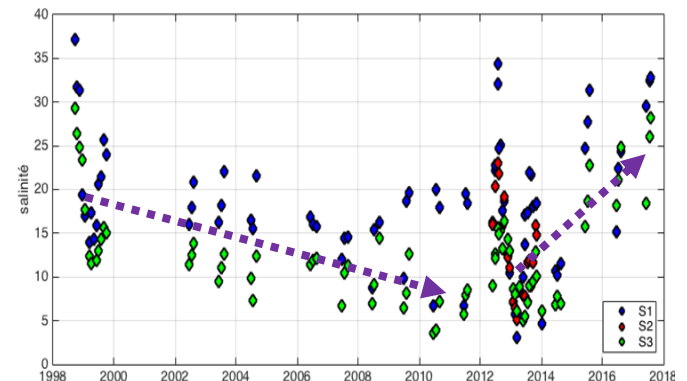
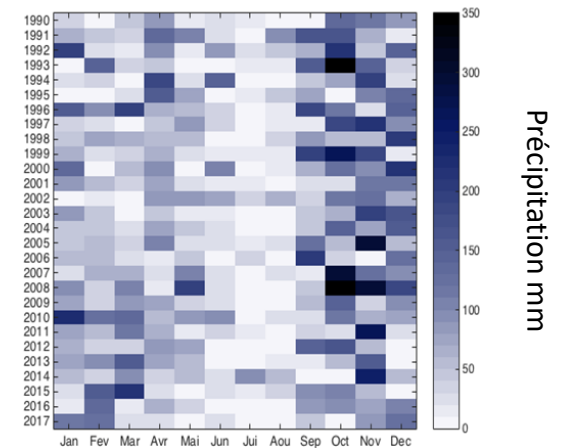
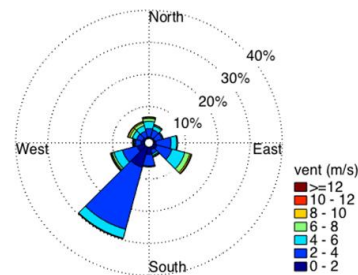
Fonctionnement hydrodynamique de la lagune

Les conditions météorologiques, les apports d'eau douce et les échanges avec la mer **influencent** directement le fonctionnement hydrologique et hydrodynamique de la lagune de Biguglia.

Le **contexte hydro-climatique** du site : données de pluviométrie, vent, température



Les **conditions hydrologiques** de la lagune : température, salinité



FUNCTIONNEMENT HYDRODYNAMIQUE

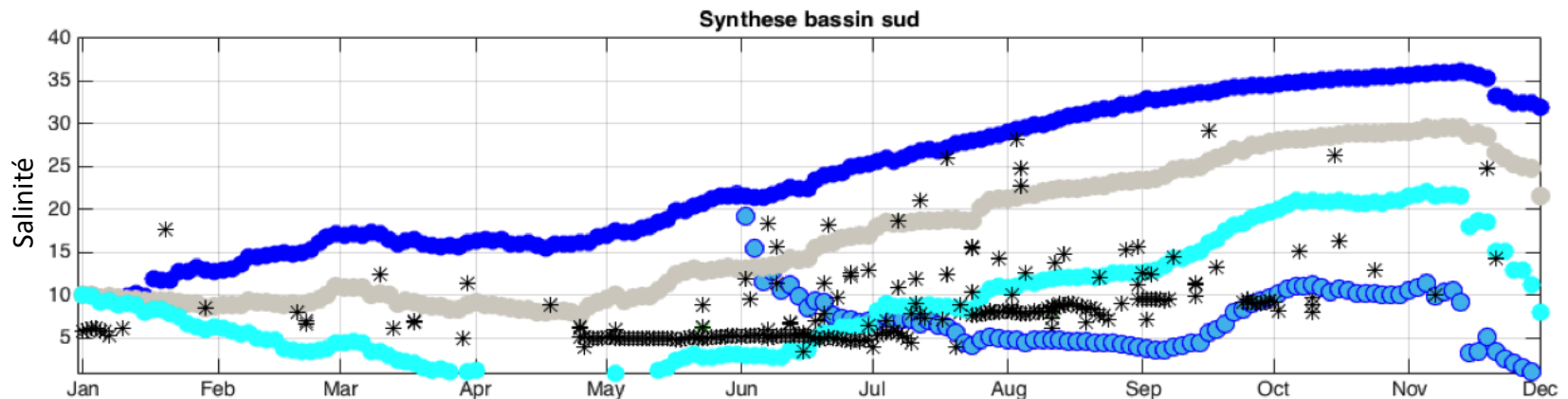
Fonctionnement hydrodynamique de la lagune

La salinité de l'étang est donc directement liée à l'état des graus.

Cas du bassin sud : l'eau douce s'écoule préférentiellement vers la mer en cas d'ouverture de l'embouchure du Golo ou, en cas de fermeture, vers la lagune, *via* le Fossone.

Ouverture sud : Canal du Fossone - Estuaire du Golo

Simulations	État de l'embouchure du Golo	Apports du Fossone
1	Ouverte	5% Golo
2	Fermée	5% Golo
3	Fermée	20% Golo
4	Ouverte : janvier à mai Fermée : juin à décembre	5% Golo 100% Golo

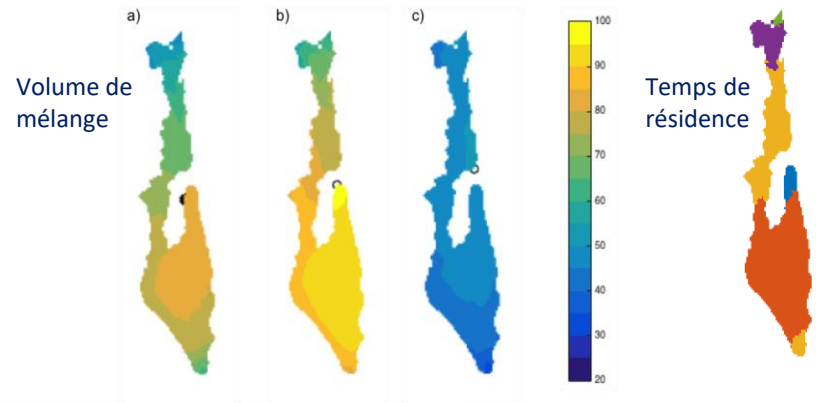



FONCTIONNEMENT HYDRODYNAMIQUE

Indicateurs et scenarii écologiques

Dans le but de **caractériser le mélange** des masses d'eau dans l'étang, différents indicateurs hydrodynamiques sont calculés

- Salinité
- Temps de renouvellement
- **Le temps de résidence**
- Volume de mélange

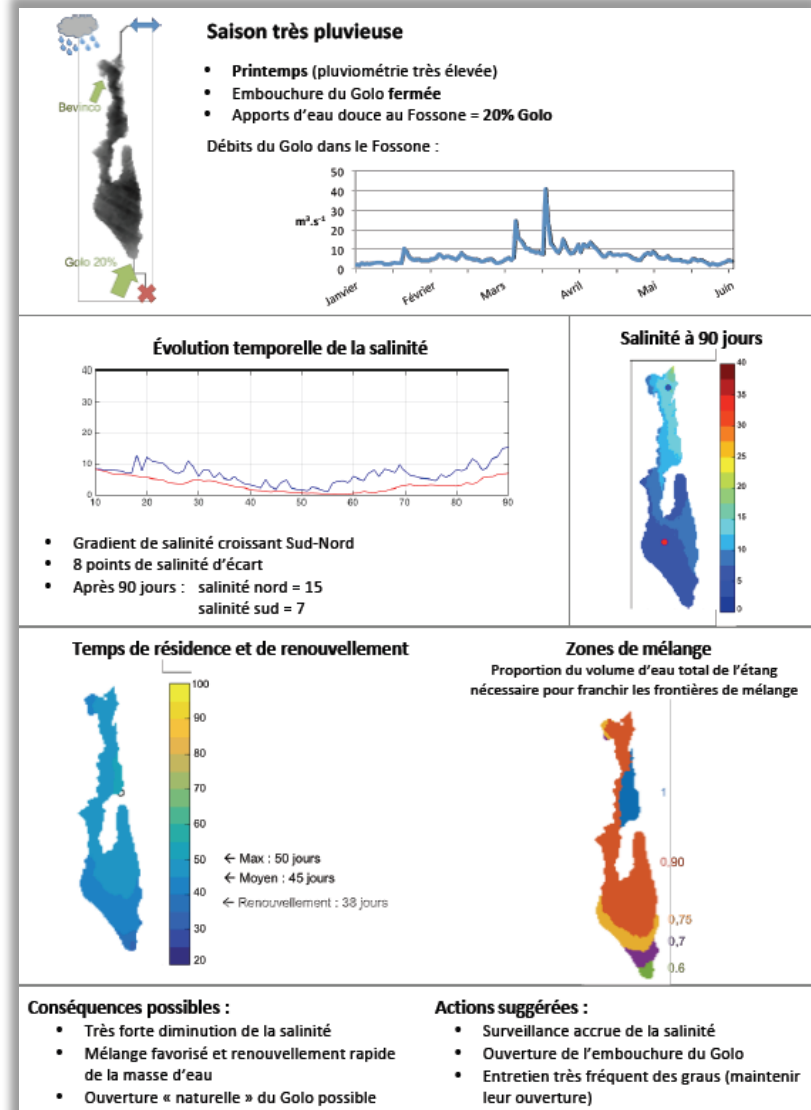
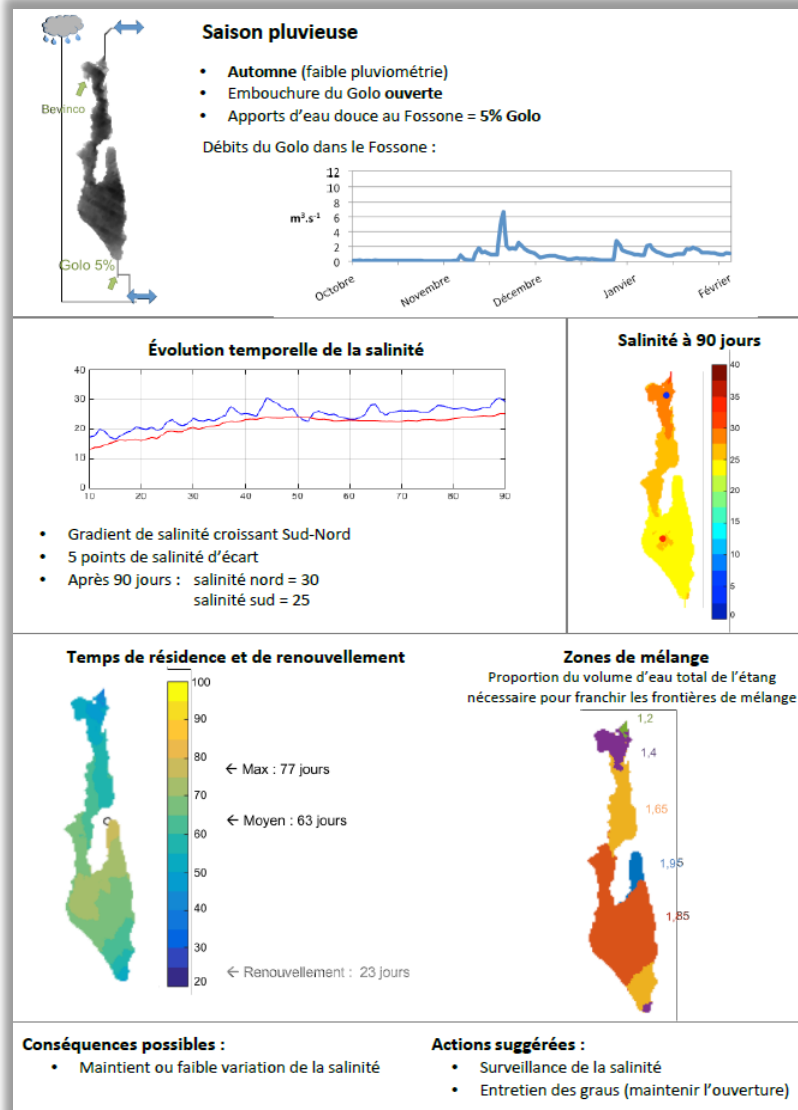



8 Scénarios hydrologiques

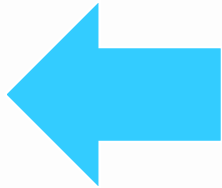
Scénarios	Grau Nord	Embouchure du Golo	Pluviométrie	Débit d'eau douce au Fossone
Saison sèche A	ouvert	ouvert	Saison sèche	5% Golo
Saison sèche B	ouvert	fermée	Saison sèche	5% Golo
Saison pluvieuse A	ouvert	ouvert	Saison pluvieuse	5% Golo
Saison pluvieuse B	ouvert	fermée	Saison pluvieuse	5% Golo
Saison pluvieuse avec interventions A	variable	ouvert	Saison pluvieuse	5% Golo
Saison pluvieuse avec interventions B	variable	fermée	Saison pluvieuse	5% Golo
Faible pluviométrie	ouvert	ouvert	Faible pluviométrie	5% Golo
Forte pluviométrie	ouvert	fermée	Très forte pluviométrie	20% Golo

FUNCTIONNEMENT HYDRODYNAMIQUE

Scenarii écologiques - exemples de fiche synthétique



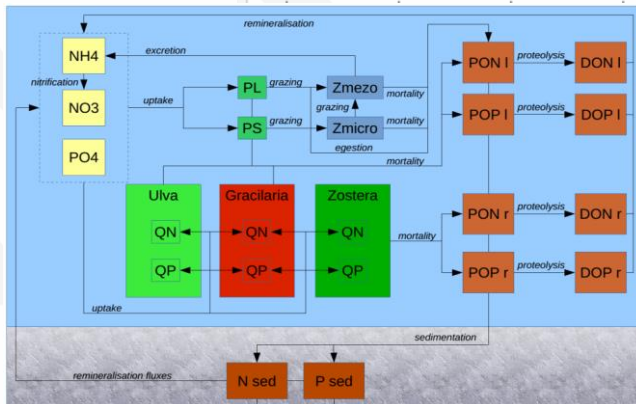
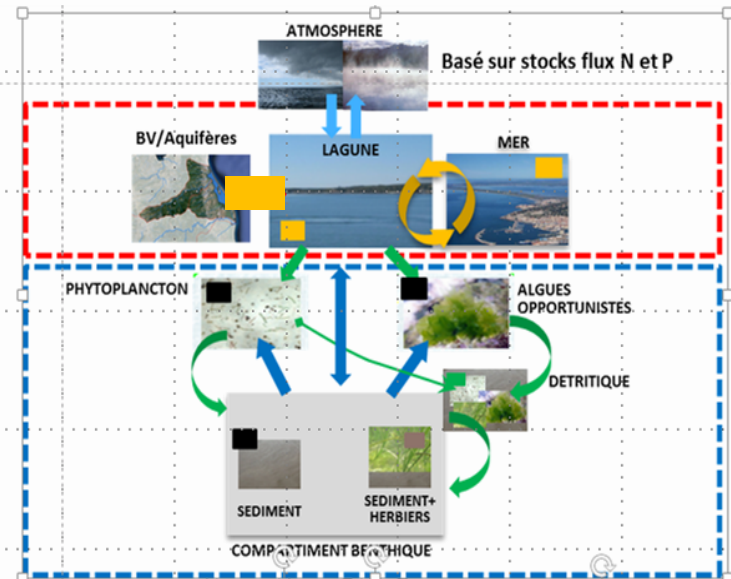
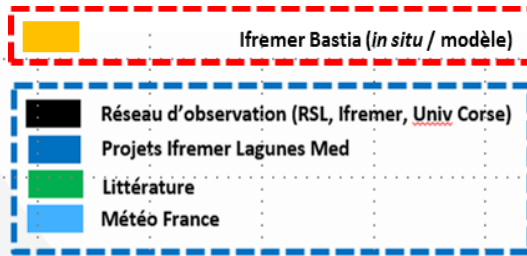
FONCTIONNEMENT ECOLOGIQUE



Mise en place du modèle écosystémique

Estimer les charges maximales en **azote et phosphore** qu'une lagune peut tolérer tout en satisfaisant aux exigences du « bon état écologique » - *Modèle GAMElag développé par l'Ifremer*

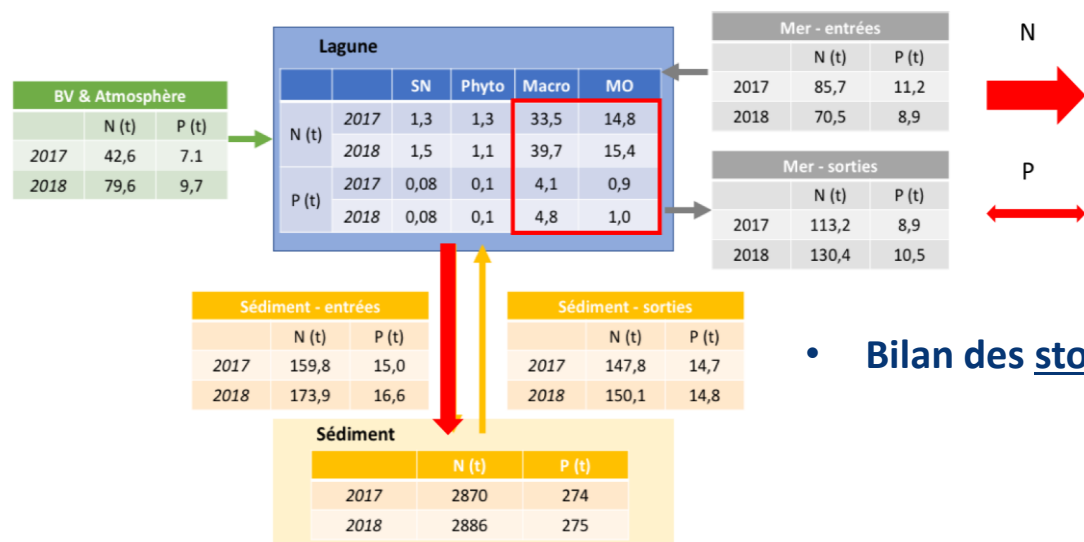
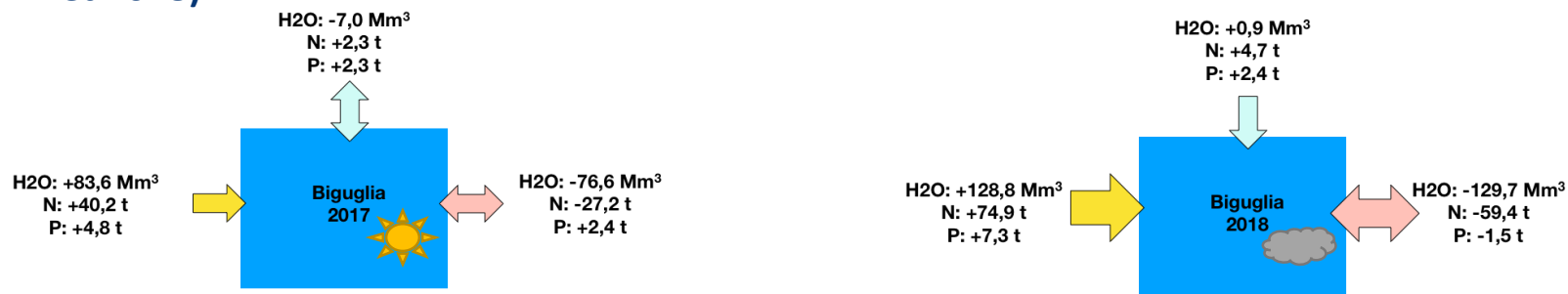
Données de forçages →



Modèle « en boîtes » avec calcul de **bilans hydriques, d'azote et de phosphore** entre les boîtes

Bilan de matières



- Bilan des flux hydriques et de matières aux interfaces de la lagune de Biguglia (2017 et 2018)



- Bilan des stocks de matières (azote et phosphore)

Scenarii écologiques

10 scenarios écologiques


- déclinés sur des régimes sec/humide  
- quantités d'azote apportées contrastées
- Apport de phosphore concomitants en excès ou limitant

Exemple de 2
scenarios
contrastés

Scénario	Année	Azote	Phosphore	Pluviométrie
1	2017 			-
2	2018 			+
3	2017	100	NP = 30	-
4	2018	100	NP = 30	+
5	2017	100	NP = 10	-
6	2018	100	NP = 10	+
7	2017	20	NP = 30	-
8	2018	20	NP = 30	+
9	2017	20	NP = 10	-
10	2018	20	NP = 10	+

FONCTIONNEMENT ECOLOGIQUE

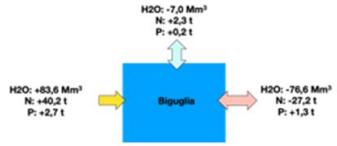
Scenarii écologiques - exemples de fiche synthétique



Année sèche Scénario 1

- Apport hydrique faible, forte évaporation
- Apports d'eau douce au Fossone = 5% Golo
- Apport d'azote moyen : 42,5 tonnes
- Apport de phosphore 2,9 t

Bilan d'eau et de matière aux interfaces



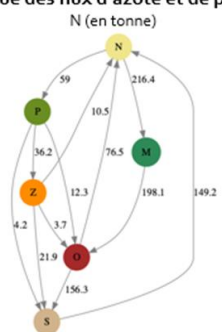
- Évaporation importante
- Apport hydrique moyen
- Sortie d'N vers la mer et entrée de P

Diagnostic DCE

	GAMELag		DCE
	médiane	p90	
NID	■	■	■
PID	■	■	■
NT	■	■	■
PT	■	■	■
CHLA*	■	■	■

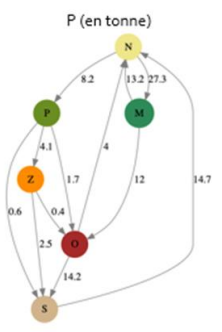
Dynamique des flux d'azote et de phosphore

N (en tonne)




- Flux majoritaire : N > M > O > S puis S > N
- Stockage d'azote dans le sédiment

P (en tonne)



Conséquences possibles :

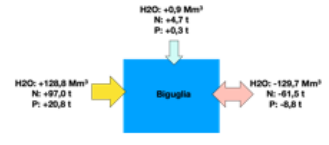
- Production co-limitée par N et P
- Stockage de matière dans la lagune



Année humide +N +P Scénario 6

- Apport hydrique fort
- Apports d'eau douce au Fossone = 5% Golo
- Apport d'azote élevé : 99,1 tonnes
- Apport de phosphore 9,9 t >> ratio molaire N:P = 30

Bilan d'eau et de matière aux interfaces



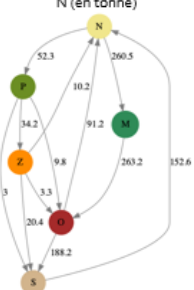
- Apport hydrique élevé
- Sortie d'N et P vers la mer
- État « moyen » à « très mauvais »

Diagnostic DCE

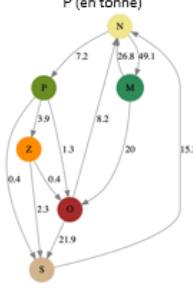
	GAMELag		DCE
	médiane	p90	
NID	■	■	■
PID	■	■	■
NT	■	■	■
PT	■	■	■
CHLA*	■	■	■

Dynamique des flux d'azote et de phosphore

N (en tonne)



P (en tonne)



- Flux majoritaire : N > M > O > S puis S > N ; plus importants qu'en année sèche
- Stockage d'azote dans le sédiment
- Diminution du flux N > P par rapport à la référence 2018

Conséquences possibles :

- La lagune exporte de la matière
- L'état écologique se dégrade significativement, lié à l'excès d'N et P
- Cette dégradation est plus prononcée qu'en année sèche
- Pas de limitations en N et P