

HYDRODYNAMIQUE ET RESTAURATION DES ECOSYSTEMES LAGUNAIRES

Annie FIANDRINO
Ifremer

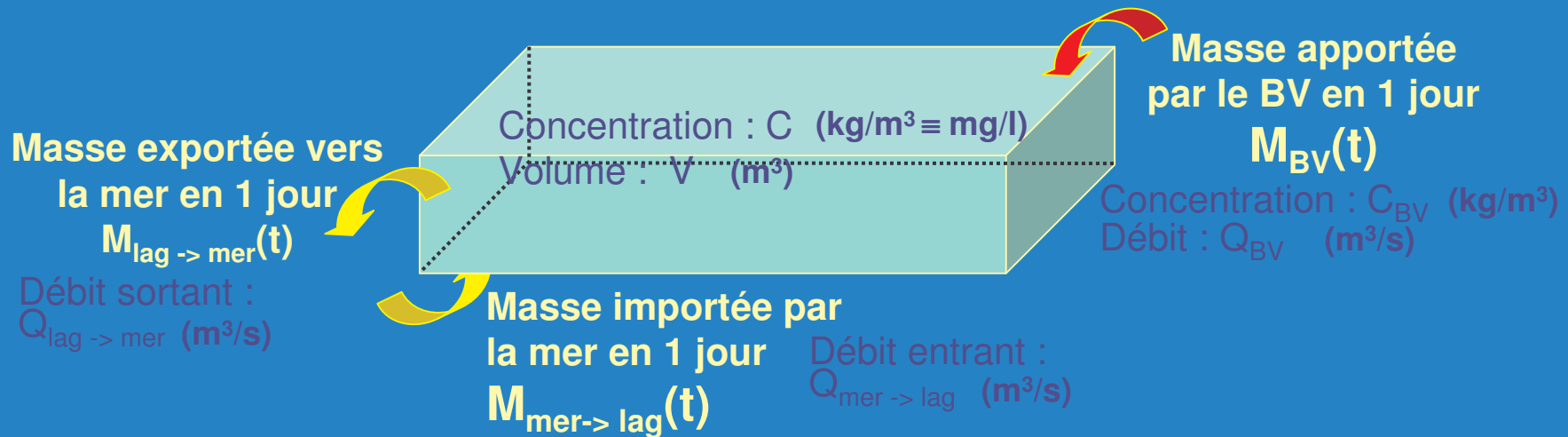


Réseau de Suivi Lagunaire - Séminaire eutrophisation
8 décembre 2005 - Espace Odysseum Montpellier



Notion de « Quantité admissible »

Quelle quantité de matière une lagune peut-elle supporter sans s'enrichir ?



$$\begin{aligned}
 M(t+1j) &= M(t) + M_{\text{BV}}(t) - M_{\text{lag} \rightarrow \text{mer}}(t) + \cancel{M_{\text{mer} \rightarrow \text{lag}}(t)} \\
 \underbrace{C(t+1j) \times V(t+1j)} &= \underbrace{C(t) \times V(t)}_{(\text{kg})} + \underbrace{C_{\text{BV}}(t) \times Q_{\text{BV}}(t) \times dt(1j)} + \underbrace{C(t) \times Q_{\text{lag} \rightarrow \text{mer}}(t) \times dt(1j)} + \underbrace{0 \times Q_{\text{mer} \rightarrow \text{lag}}(t) \times dt(1j)} \\
 V(t+1j) &= V(t) + V_{\text{BV}}(t) - V_{\text{lag} \rightarrow \text{mer}}(t) + V_{\text{mer} \rightarrow \text{lag}}(t)
 \end{aligned}$$

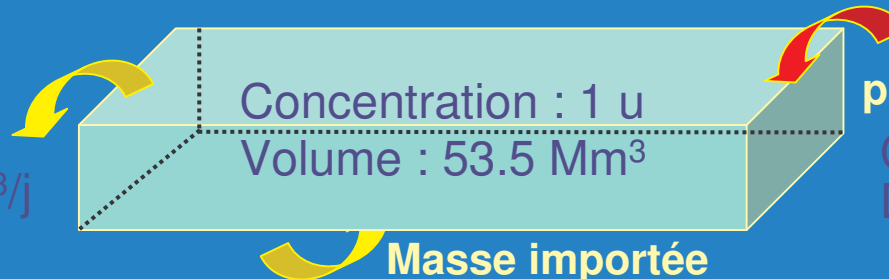
Notion de « Quantité admissible »

Application : Etang de Bages (calcul simplifié)

Masse exportée
vers la mer

Débit sortant

$Q_{\text{lag} \rightarrow \text{mer}} : 2.6 \text{ Mm}^3/\text{j}$



Apports
par le Canelou

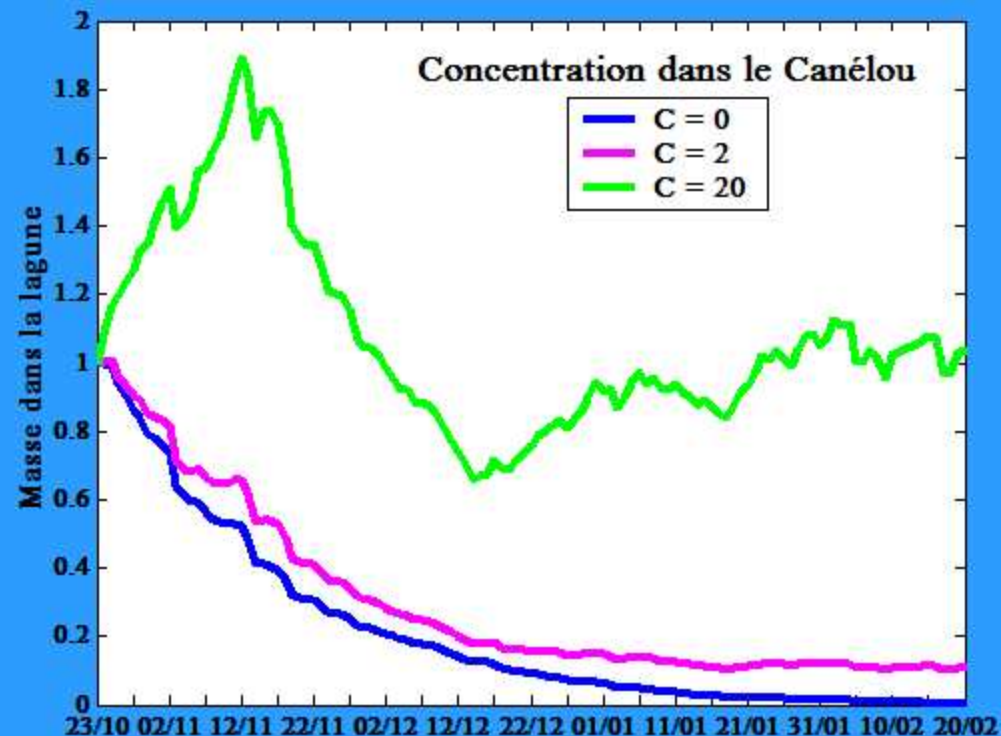
Concentration : ?
Débit : 1.5 m³/s

Débit entrant

$Q_{\text{mer} \rightarrow \text{lag}} : 2.4 \text{ Mm}^3/\text{j}$

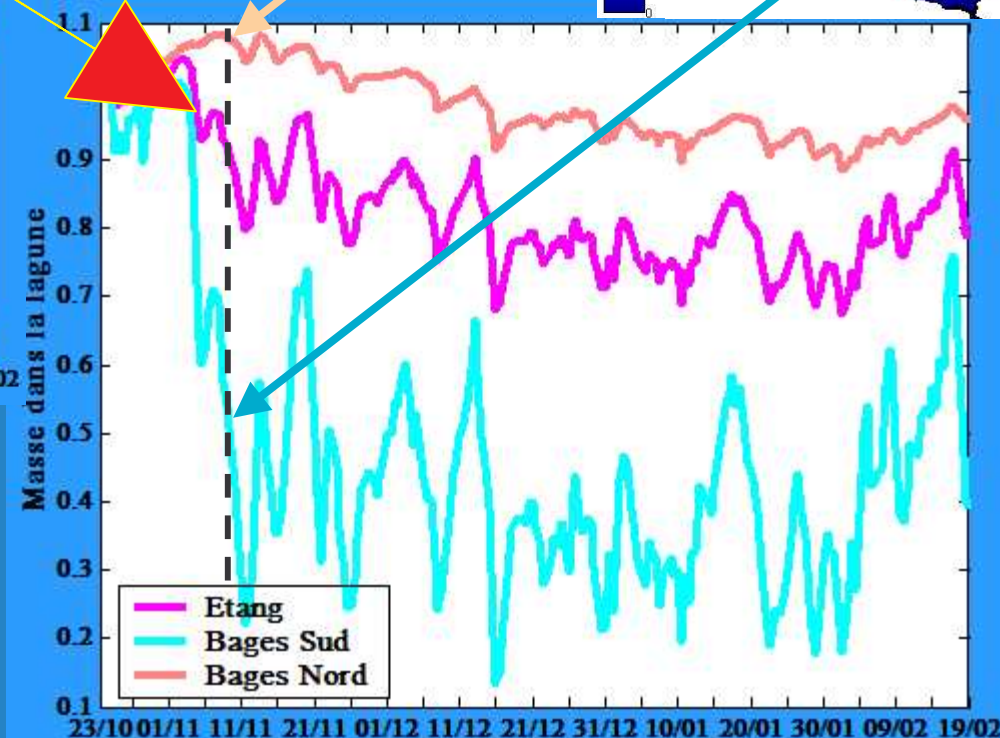
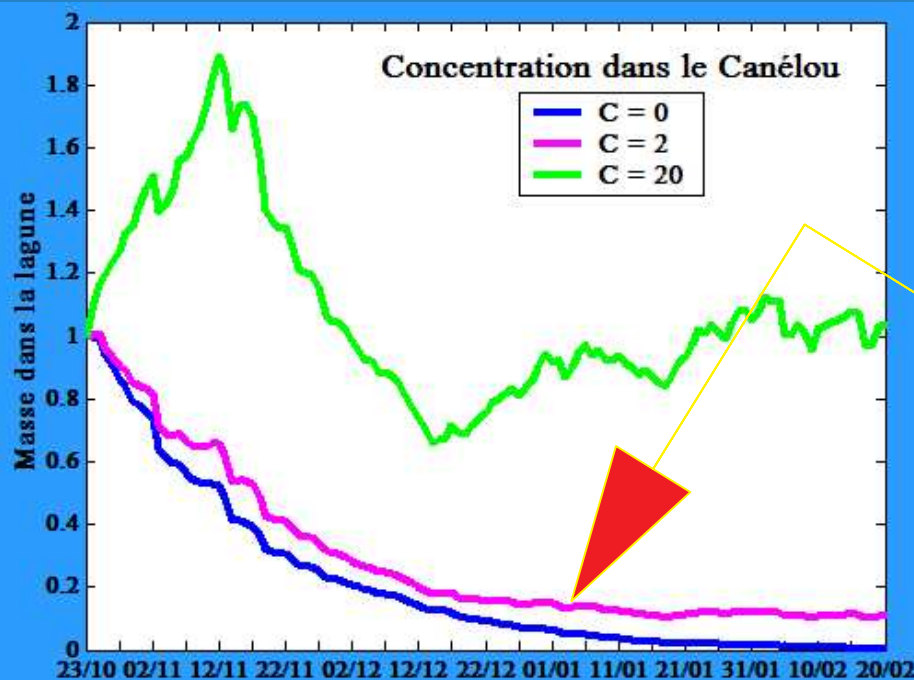
Masse importée
par la mer

En supposant que la lagune est une « bassine homogène » : l'eau ne séjourne pas plus dans une zone de la lagune que dans une autre



Notion de « Quantité admissible »

Application : Etang de Bages (modélisation)



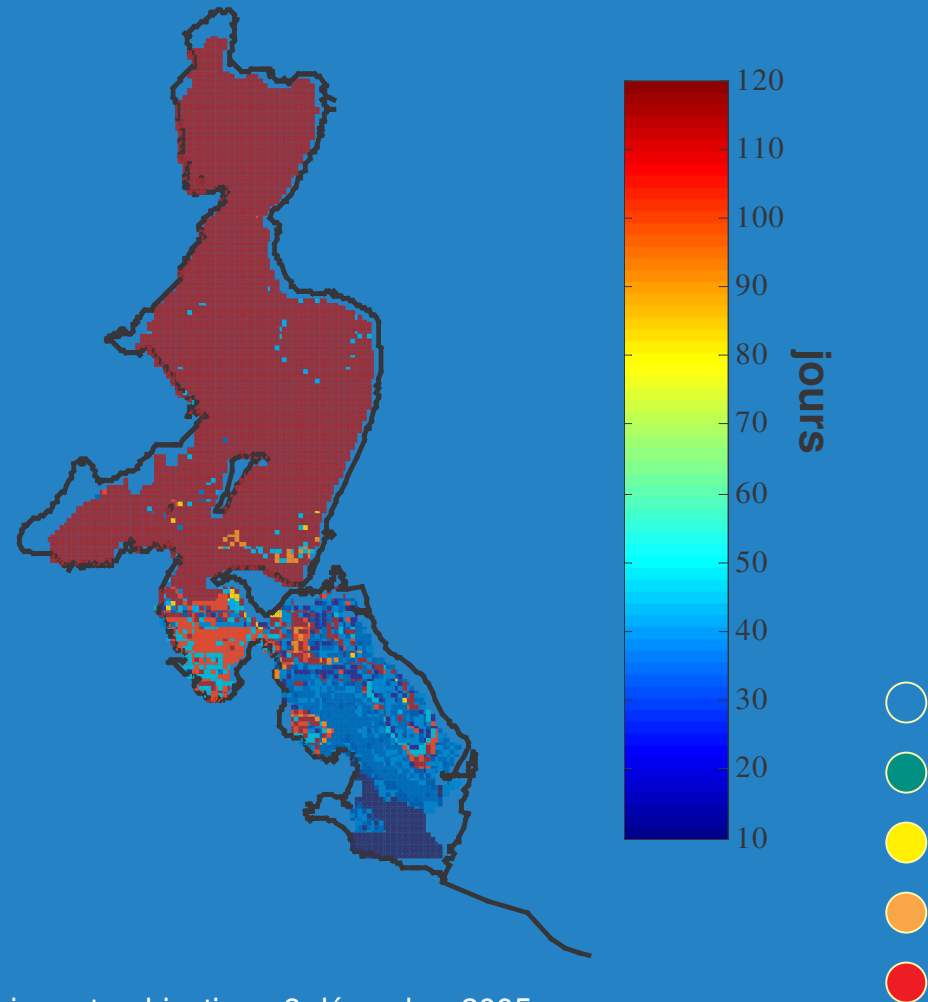
Notion de « Quantité admissible » et de Temps de résidence

La quantité de matière que peut recevoir une lagune, sans en accumuler, dépend :

- du volume de la lagune
- des échanges avec la mer
- de la circulation des masses d'eau à l'intérieur de la lagune

 Notion de temps de résidence

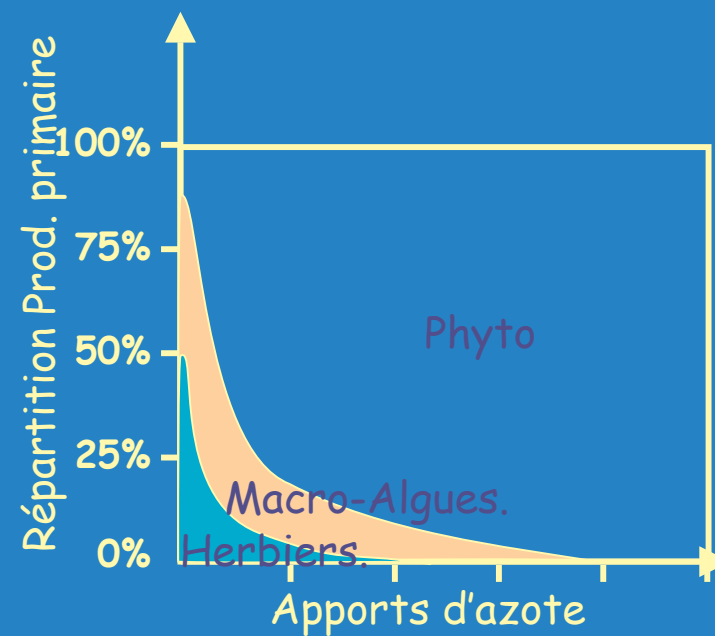
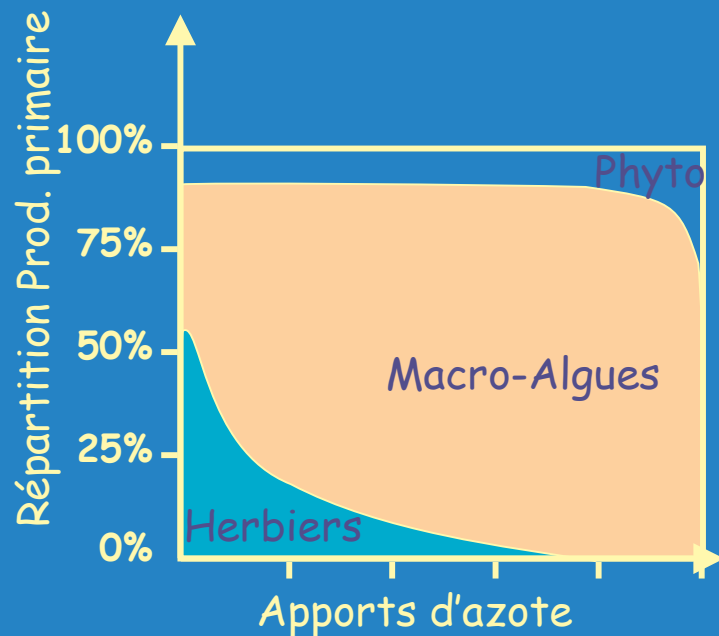
Temps de résidence : le temps que passe une « parcelle d'eau » dans la lagune avant de sortir (définitivement) du domaine.



Temps de résidence et Production primaire

Temps de résidence

Heures Semaines Mois



Obs. en estuaires à faible temps de résidence
(Valiela et al., 1997)



Les lagunes méditerranéennes :

- Milieux semi-fermés (limitation importante des échanges avec la mer)



Favoriser (/limiter le moins possible) les échanges avec la mer

- Temps de résidence qui peuvent être importants dans certains secteurs :
 - limiter la quantité de matière « admissible »
 - favoriser les processus biologiques d'assimilation des sels nutritifs par les micro et/ou macro-algues



Améliorer la circulation des masses d'eau dans la lagune



Positionner les points de rejet de matières eutrophisantes dans des zones à faible temps de résidence



Aménagements visant à lutter contre l'eutrophisation

Amélioration des échanges avec la mer

Lagune de Bages-Sigean : Travaux sur le grau de Port-La-Nouvelle

Section avant travaux : 54 m².



Les échanges avec la mer sont limités à 75 %.

Section après travaux : 89 m²

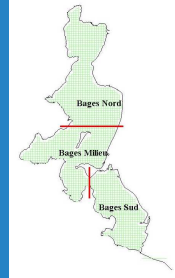


Arasement à -0.5 m des rideaux de palplanches.

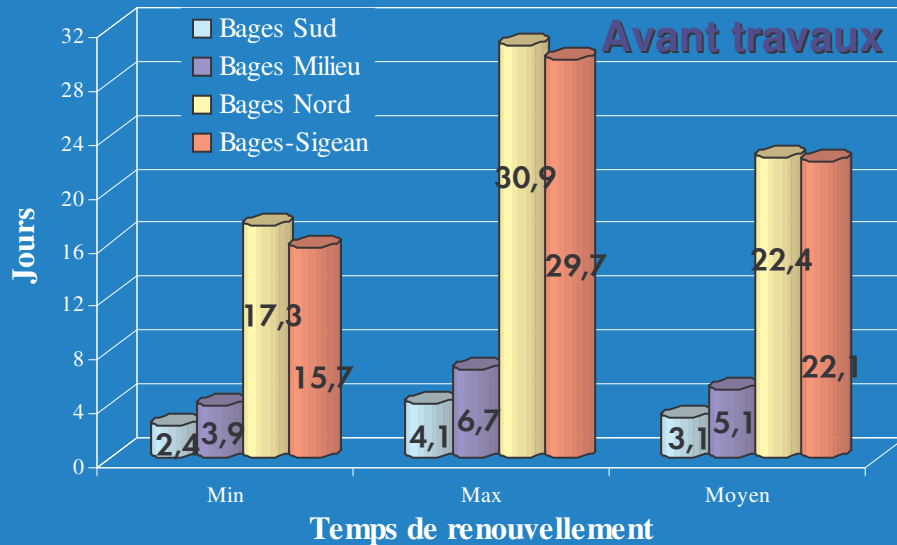


Aménagements visant à lutter contre l'eutrophisation

Amélioration des échanges avec la mer



Lagune de Bages-Sigean : Travaux sur le grau de Port-La-Nouvelle

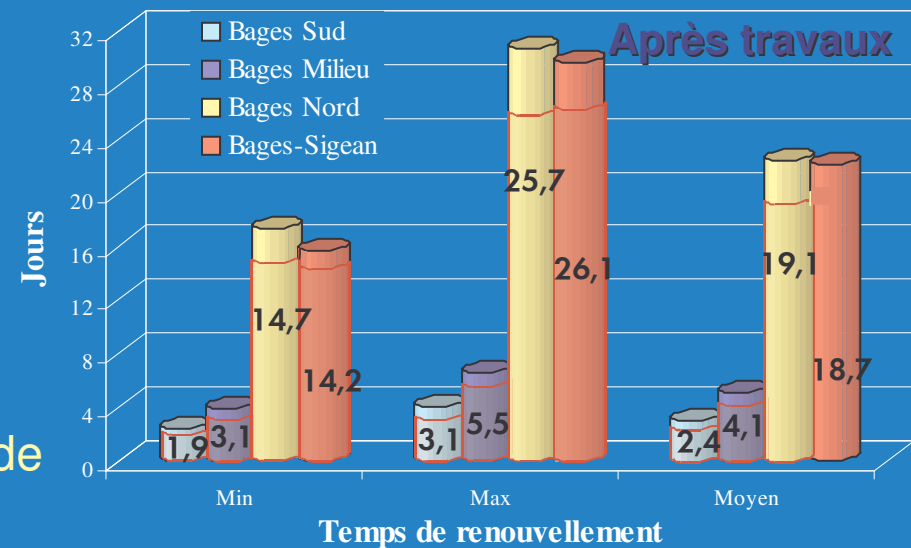


Le barrage :

- ★ Rôle de frein sur ces échanges
- ★ Différence des niveaux d'eau, quasi permanente, de part et d'autre de l'ouvrage.

La suppression de ce frein :

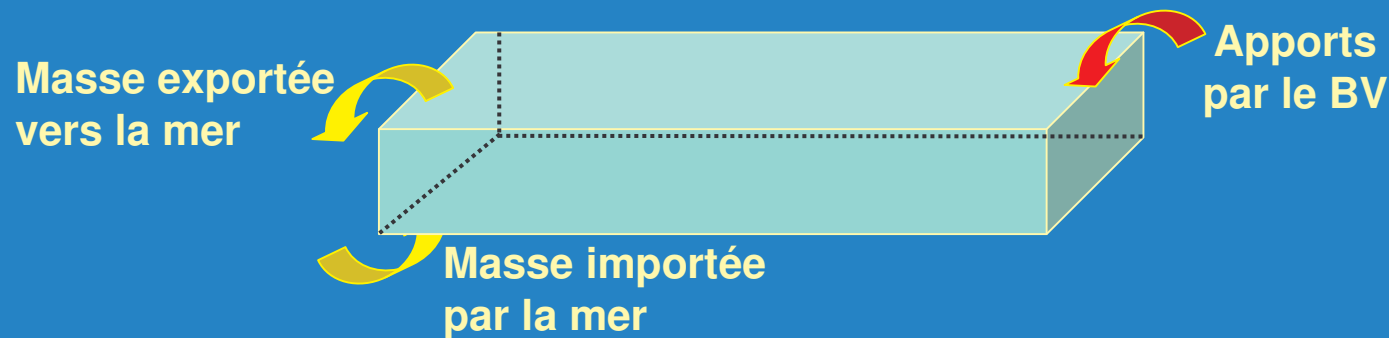
- ★ Augmentation des flux entrants dans la lagune
- ★ Diminution de près de 20% des temps de renouvellement des différents bassins



Temps de renouvellement / Temps de résidence

Temps de résidence : le temps que passe une « parcelle d'eau » dans la lagune avant de sortir (définitivement) du domaine.

Temps de renouvellement : le temps nécessaire pour renouveler le volume d'eau contenu dans un réservoir.



Temps de renouvellement \neq temps de résidence

Indicateur global ne prenant pas en compte :

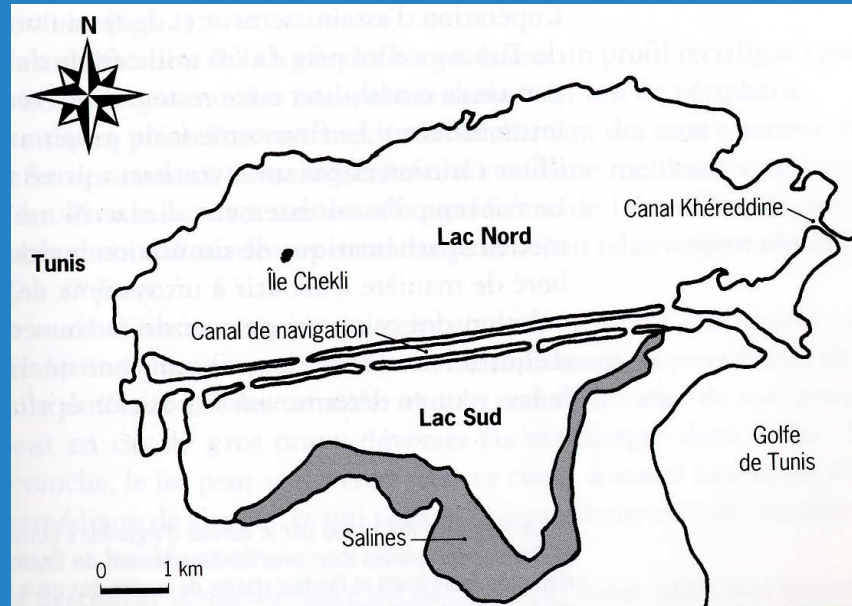
- les processus locaux (re circulation des masses d'eau)
- « l'histoire » de la masse d'eau qui sert à « renouveler » le volume



Aménagements visant à lutter contre l'eutrophisation

Amélioration de la circulation des masses d'eau dans la lagune

Lagune de Tunis



- Superficie totale (Nord et Sud) = 4000 ha
- Milieu peu profond (profondeur max = 1 m)
- Lac Nord = 1 communication avec la mer (canal Khéreddine)
- Milieu récepteur des rejets industriels et urbains de la ville de Tunis jusqu'en 1984
- Milieu eutrophisé (anoxie, proliférations d'algues vertes ...)



Aménagements visant à lutter contre l'eutrophisation

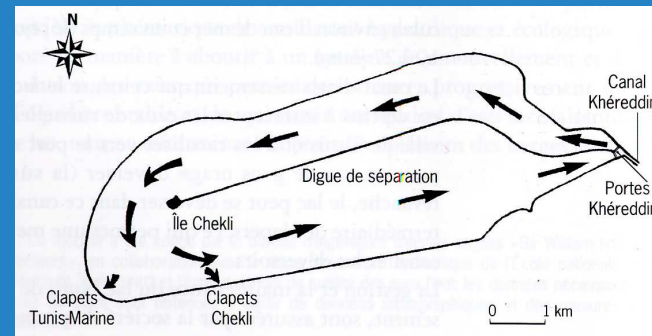
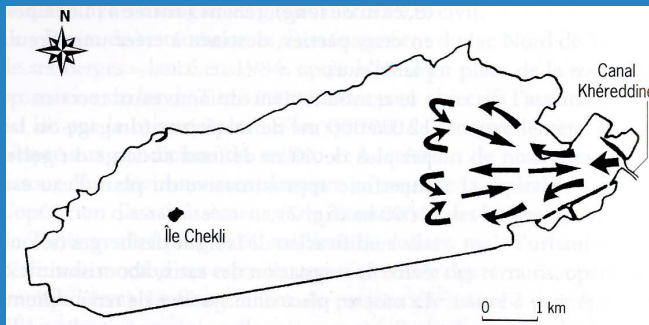
Amélioration de la circulation des masses d'eau dans la lagune

Diminution des apports en N,P

Dragage de la lagune et du grau (10 Mm³ de sédiments dragués)

Gestion des échanges avec la mer (mise en place de portes à marée)

Amélioration de la circulation des masses d'eau dans la lagune
création d'une digue (8,2 km) qui force la circulation des masses d'eau



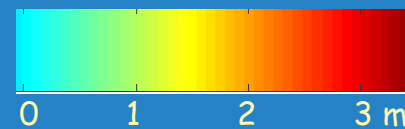
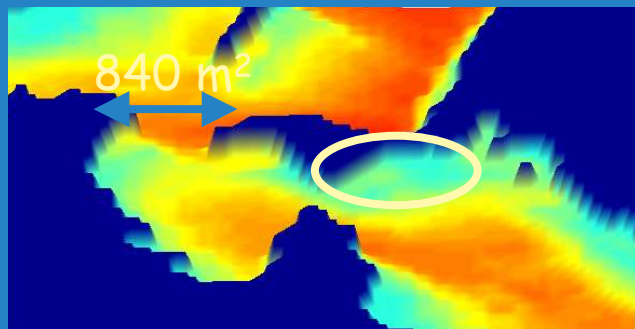
Milieu en voie de restauration



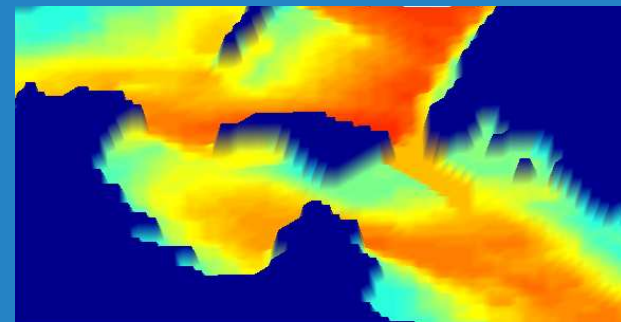
Aménagements visant à lutter contre l'eutrophisation

Modification de la circulation des masses d'eau dans la lagune

Lagune de Bages-Sigean : test de l'ouverture d'une brèche au droit de l'île de l'Aute



Brèche de 195 m de large
de 1,8 m de profondeur
Nouvelle section : 350 m²

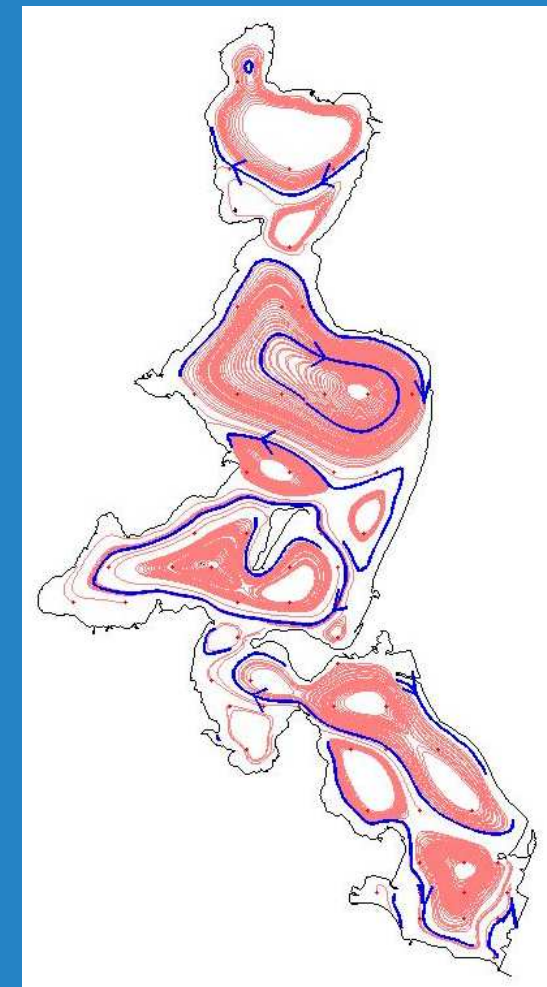
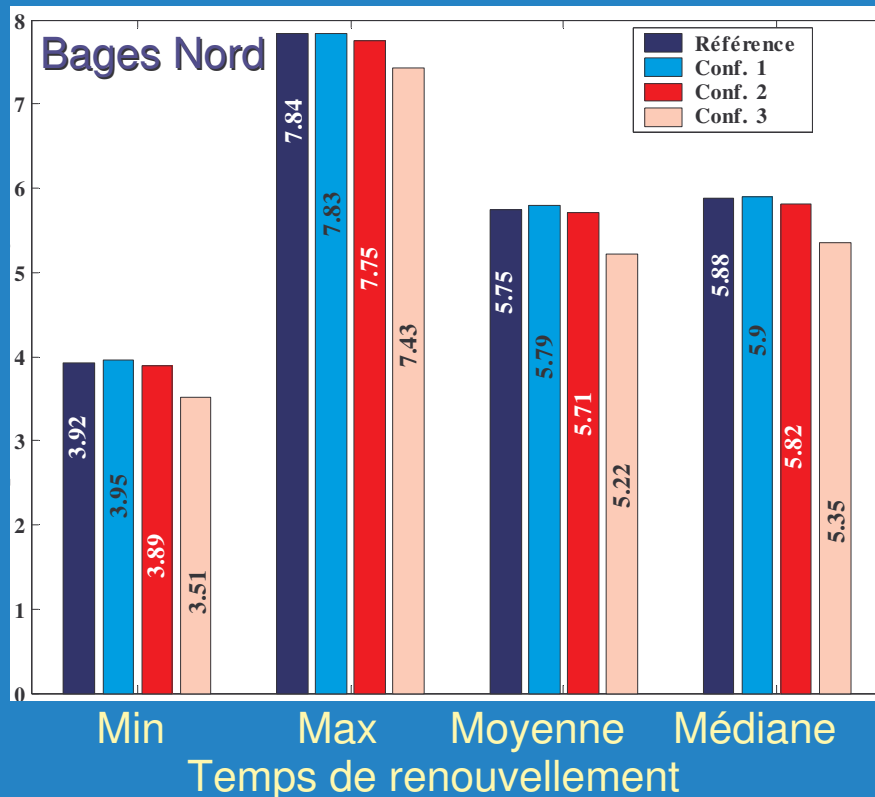


Aménagements visant à lutter contre l'eutrophisation

Modification de la circulation des masses d'eau dans la lagune

Lagune de Bages-Sigean : test de l'ouverture d'une brèche au droit de l'île de l'Aute

15 m/s, Sud-Ouest



Pas de modification significative des quantités d'eau échangées entre les bassins situés au sud et au nord de l'île de l'Aute

Aménagements visant à lutter contre l'eutrophisation

Dans le cas de la lagune de Bages-Sigean

- ★ Le contour sinueux de la lagune et les zones de hauts-fonds au voisinage des îles contraignent fortement la circulation et participent au maintien des cellules de re-circulation malgré la variabilité des forçages météorologiques
- ★ Le confinement des bassins situés au nord de l'île de l'Aute est structurel et la restauration de la qualité des eaux vis-à-vis de l'eutrophisation dans ces zones ne peut passer que par une diminution des apports BV.

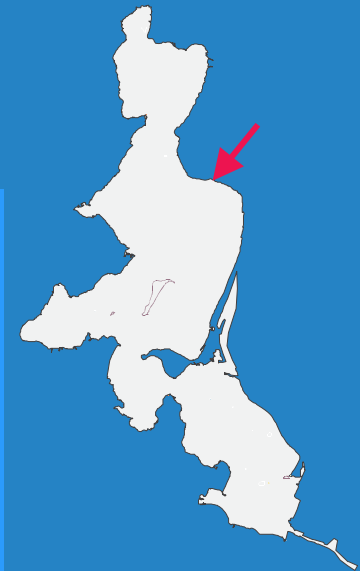
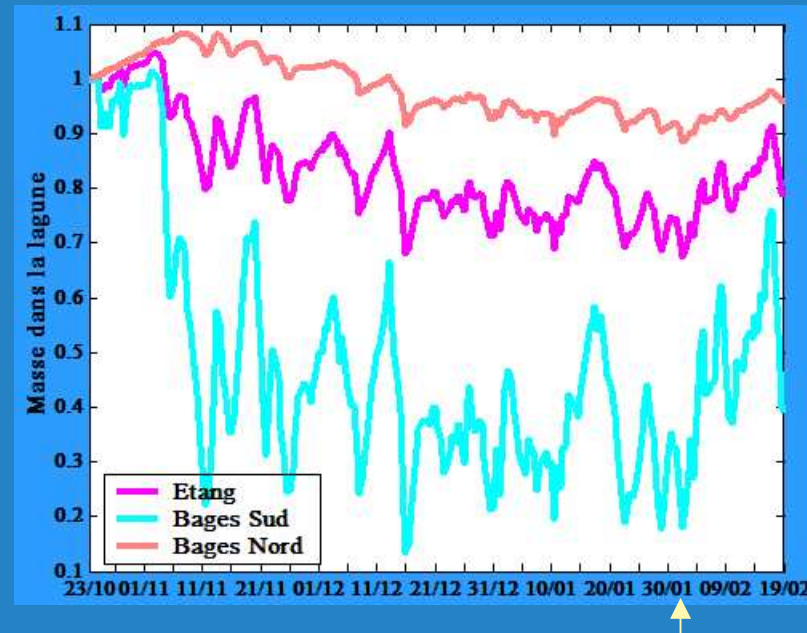
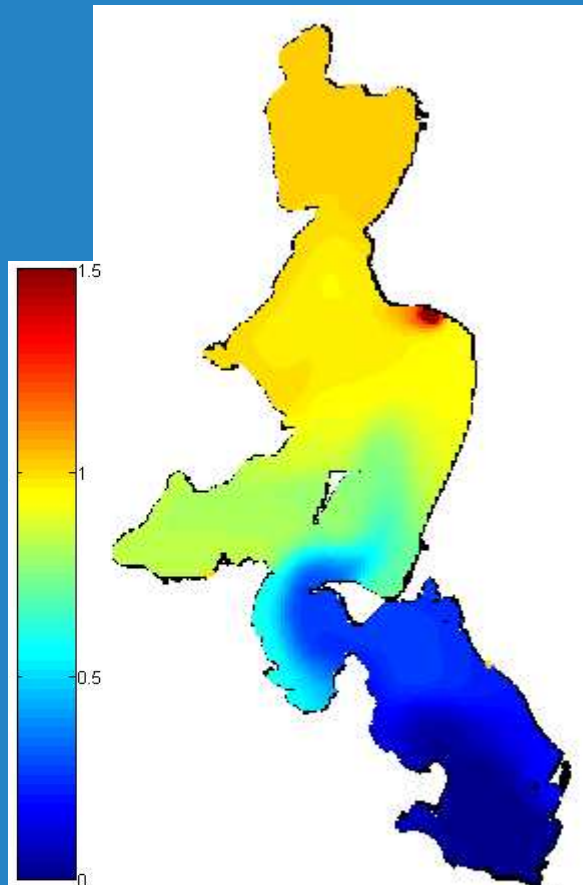
Modification de la circulation des masses d'eau dans la lagune

- ★ Difficile (en tous cas extrêmement coûteux) de modifier la dynamique des masses d'eau dans un hydrosystème
- ★ Mesure d'accompagnement



Aménagements visant à lutter contre l'eutrophisation

Meilleur positionnement des points de rejets

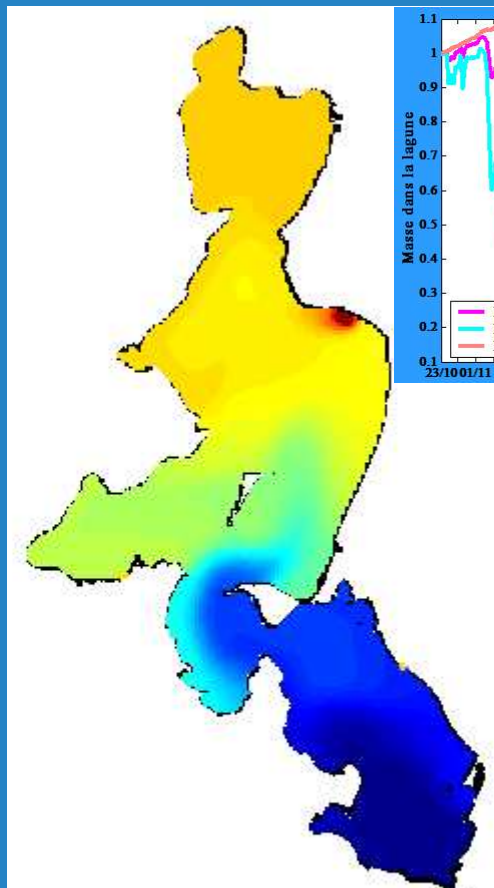


Concentration initiale uniforme dans le domaine (1 unité) ...
... Après 100 jours de simulation

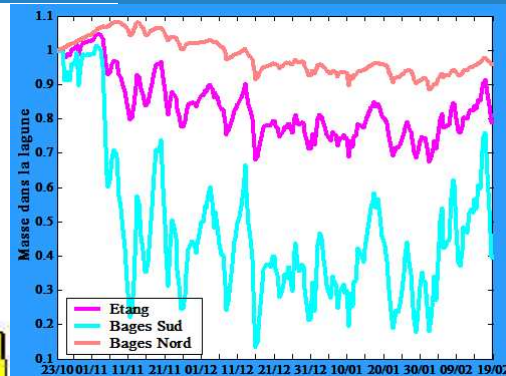


Aménagements visant à lutter contre l'eutrophisation

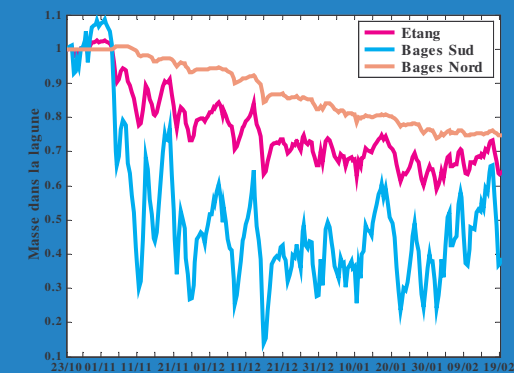
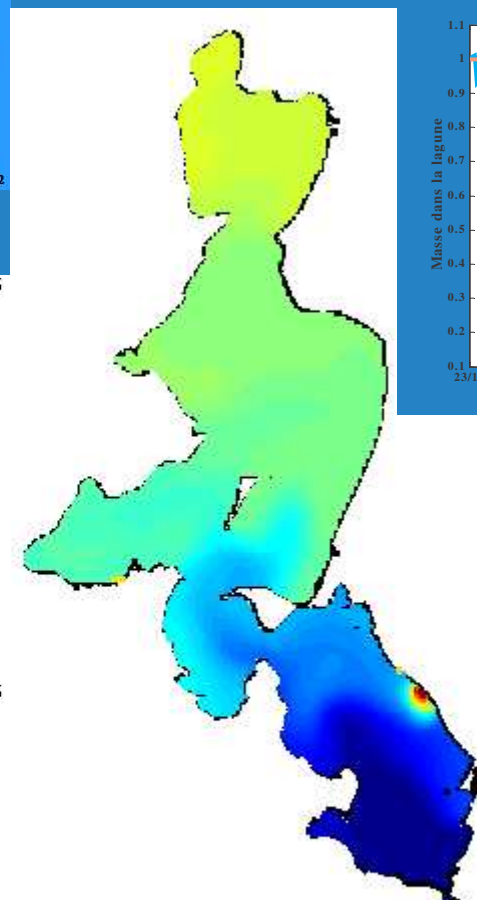
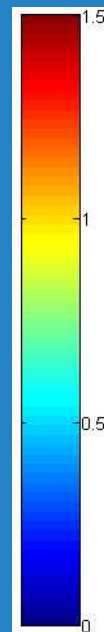
Meilleur positionnement des points de rejets



Concentration initiale uniforme dans le domaine (1 unité) ...
... Après 100 jours de simulation



Si le Canélou se rejetait dans Bages-Sud...



Conclusions

Les lagunes méditerranéennes

Milieux semi-fermés (limitation importante des échanges avec la mer)

Limiter le moins possible les échanges avec la mer

Temps de résidence qui peuvent être importants dans certains secteurs (limitation de la quantité de matière « admissible » ; processus biologiques d'assimilation des sels nutritifs par les micro et/ou micro-algues ne sont pas limités par l'hydrodynamique)

Améliorer la circulation des masses d'eau dans la lagune

Aménagements importants envisageables dans les milieux peu profonds mais TRES coûteux ...

Dans les lagunes plus profondes le confinement de certains secteurs est structurel et la restauration de la qualité des eaux vis-à-vis de l'eutrophisation ne peut passer que par une limitation des apports BV dans ces zones.

Positionner les points d'entrée de matières eutrophisantes dans des zones à faible temps de résidence

Augmenter les apports d'eau douce ... NON chargées en sels nutritifs

