

"Cinétiques de contamination/décontamination et surveillance"

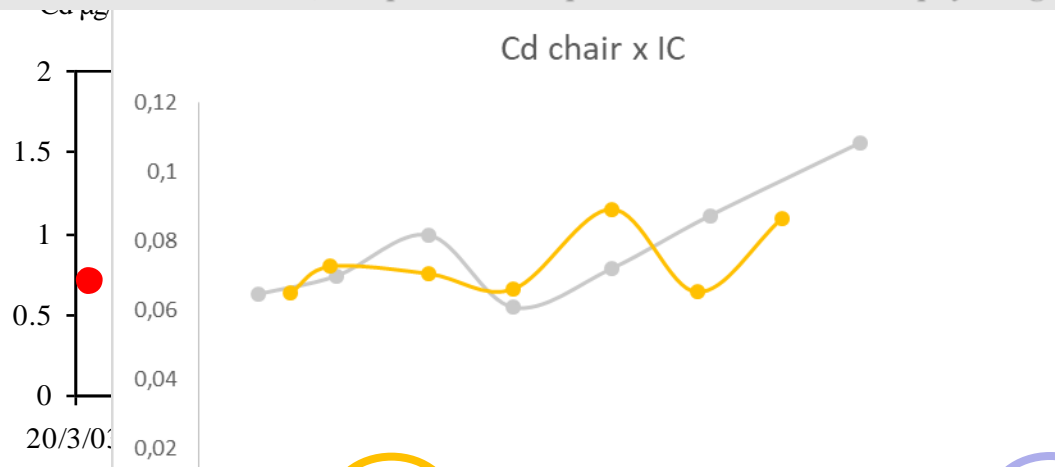


J.L. Gonzalez, M. Bouchoucha, S. Casas

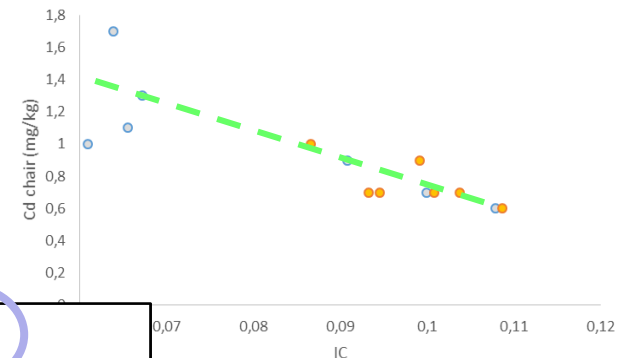
BE/LBCM IfremerFREMER. La Seyne/mer

gonzalez@ifremer.fr

Si on multiplie les concentrations en contaminants mesurées dans la chair de l'organisme par l'indice de condition, on "prend en compte" les variations d'ordre physiologique

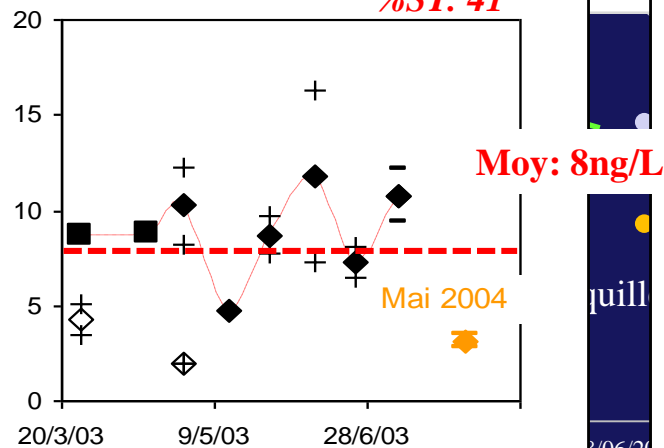


On a vérifié la relation concentration dans la chair / indice de condition (surtout quand on veut comparer des sites différents)



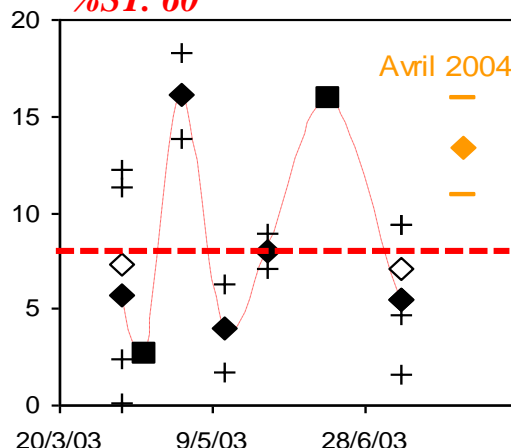
Cd (ng/l): Rade de Toulon

%ST: 41



Cd (ng/l): Baie de Calvi

%ST: 60



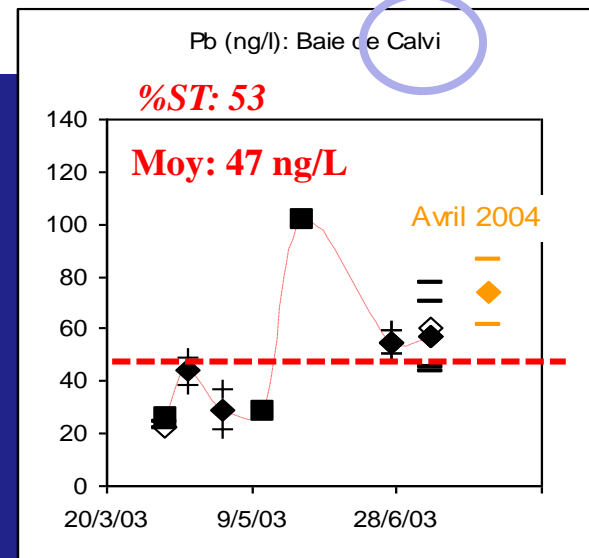
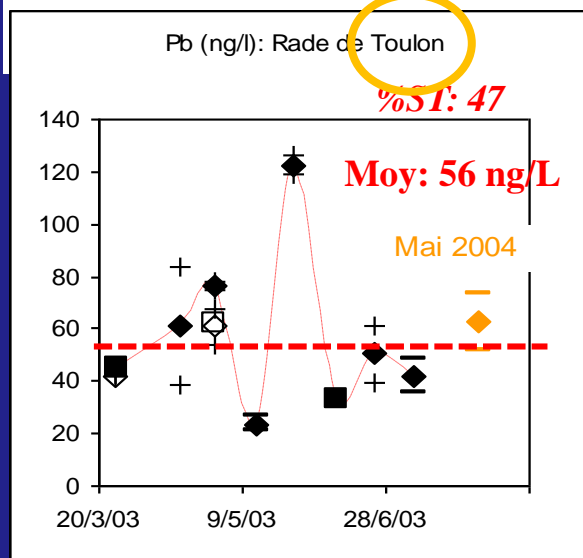
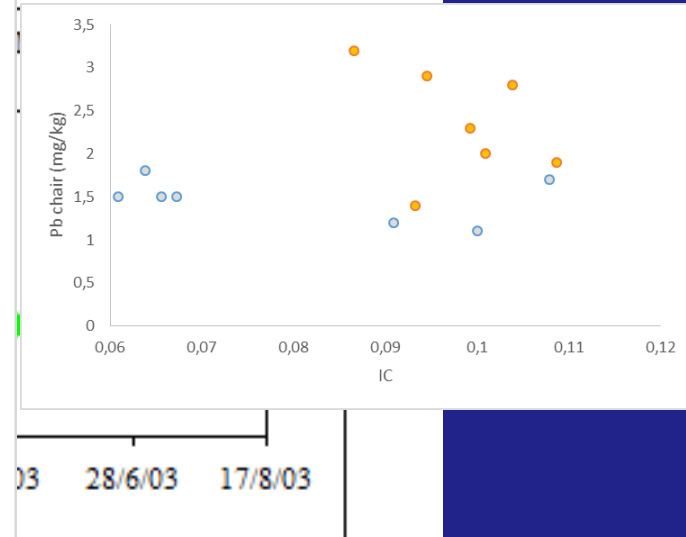
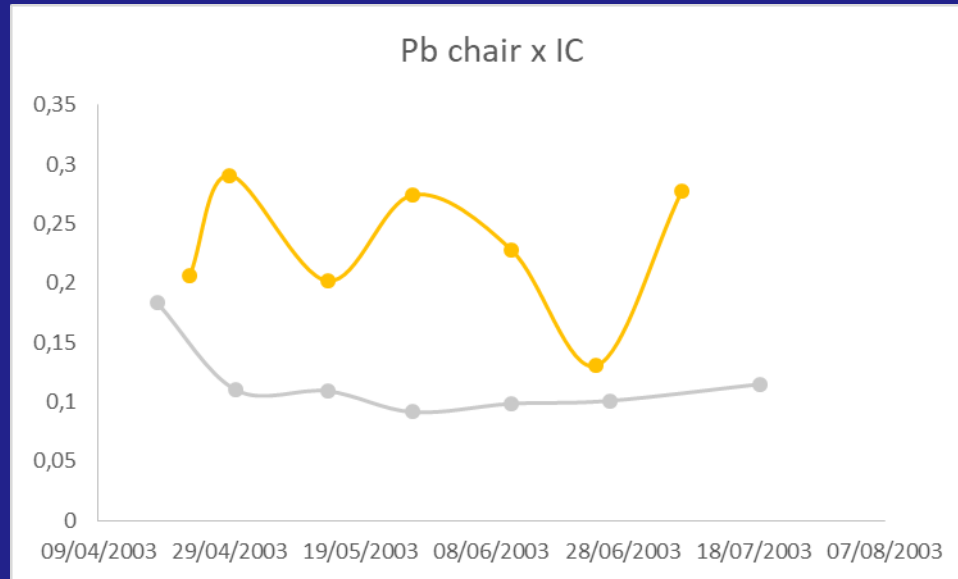
Toulon pseudo-équilibre

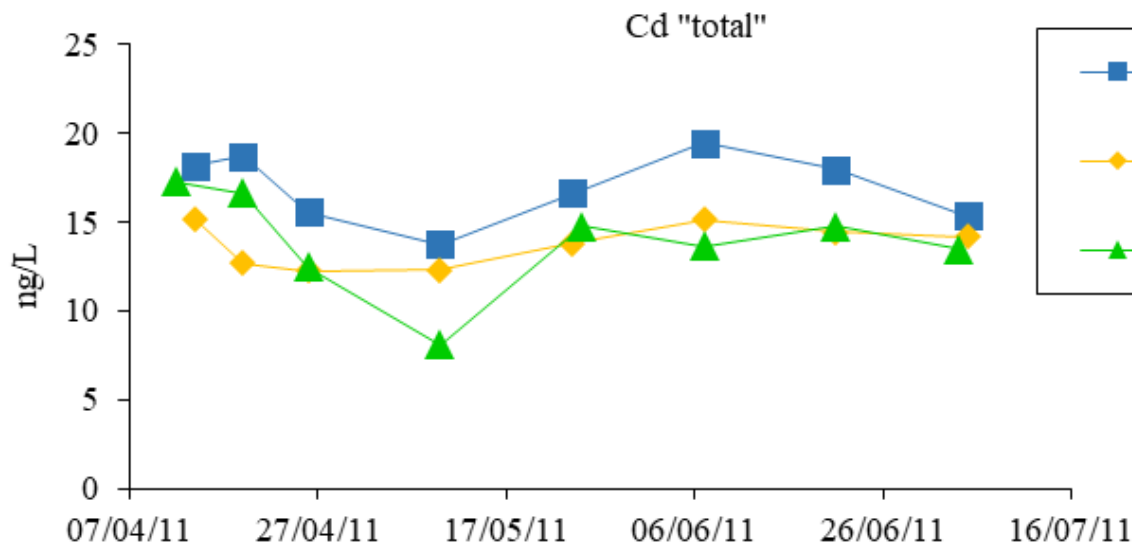
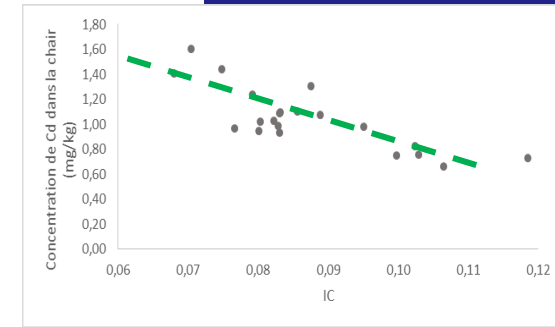
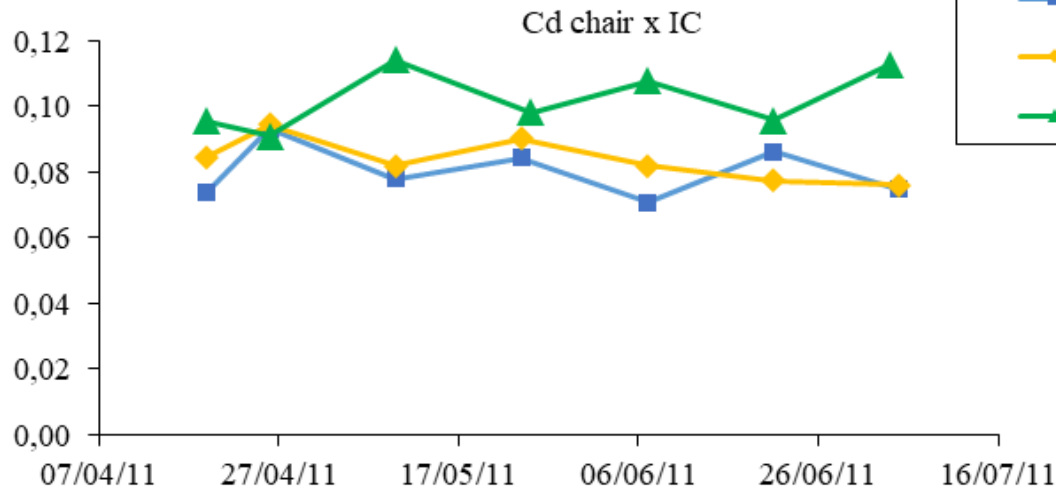
Calvi poids ↓ concentration ↑

Figure 1 : Evolution des concentrations en cadmium dans la chair des moules immergées dans la rade de Toulon et la baie de Calvi (les points rouges représentent la concentration dans les moules avant immersion). Variations des concentrations moyennes mesurées par DGT dans la Rade de Toulon et la Baie de Calvi (suivi de l'ordre de 3.5 mois). Les mesures DGT ont été réalisées en triplicat, les valeurs présentées correspondent à la moyenne de : 3 échantillons (losange) ou 2 échantillons (carré).

Gonzalez, 2015 (GDR MONIQUA 2007)

Pour Pb, on a l'inverse: quid de l'hypothèse de l'IC....





*IC ↑ effet dilution
concentration ↓*

*Lazaret pseudo-équilibre
et pas Calvi.....*

0,50 | 19/4/11 | 9/5/11 | 29/5/11 | 18/6/11 | 8/7/11

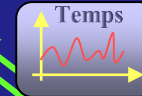
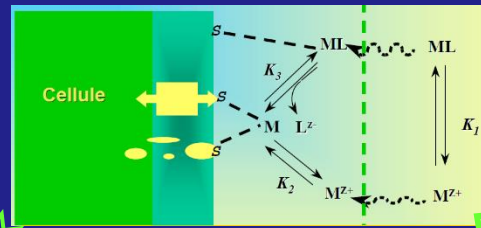


La dynamique des contaminants... c'est très dynamique

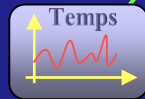
Nombreuses variables et paramètres clés

Variabilité spatio-temporelle

Cinétiques variables



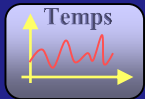
Colonne d'eau



Particules / Colloïdes

Phase dissoute "vraie"

BIOTE

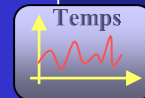


Paramètres physico-chimiques

Concentration dans le biote

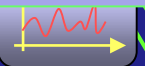
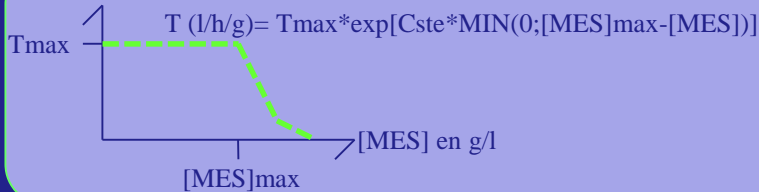
Fonctions biologiques

Matière organique



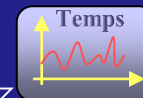
Advection/dispersion

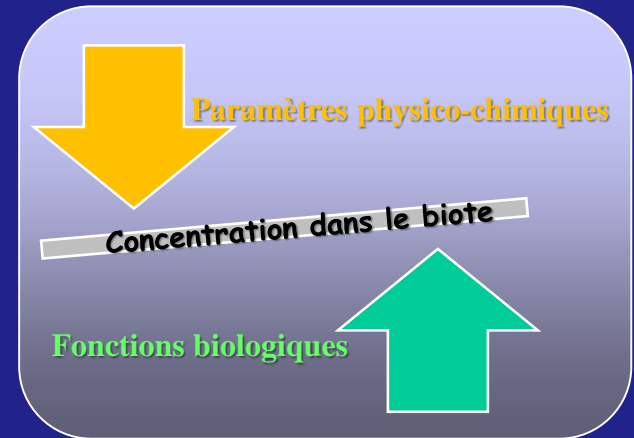
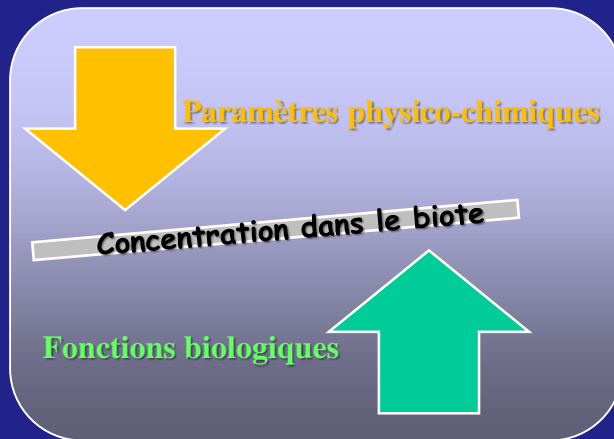
Fonction de Filtration



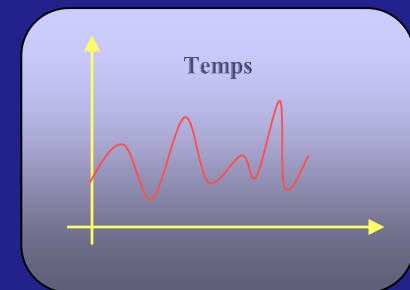
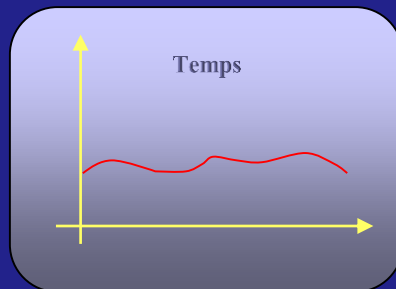
Oxydes et matière organique

Colonne sédimentaire





Océan ← — — — — — Zone littorale



*Contexte: Surveillance systématique via le dosage des contaminants **dans l'eau** (requis par la DCE) est **difficilement applicable** (et représentatif de quoi ?)*

Proxies possibles (basés sur la notion de bioaccumulation):

- **biosurveillance passive**: ex. Mussel Watch, ROCCH
- **biosurveillance active** : ex. RINBIO

"Précautions d'usage"



Bioaccumulation → concentration dans le milieu / "état chimique"



"Raccourci hasardeux"

Que représente une concentration (quelque soit le compartiment) à l'instant t ou à l'endroit x (c.f. ex. précédents) ? L'état chimique ?

Pourquoi la bioaccumulation est aussi "versatile" ?

Nombreux facteurs à prendre en compte

Le milieu

- ☐ Température, pH, salinité, turbulence...
- ☐ Concentration en MES (nature et composition), granulométrie
- ☐ Conditions trophiques

La plupart de ces facteurs sont loin de l'équilibre

Le contaminant

- ☐ Famille contaminant : métaux, hydrophobe, hydrophile...
- ☐ Spéciation (particules, dissous, colloïdes, complexes minéraux)
- ☐ Biodisponibilité (fonction spéciation et biote)

L'organisme

- ☐ Place dans la chaîne alimentaire
- ☐ Voies contamination: alimentation, respiration, directe/indirecte
- ☐ Filtration, nutrition, ingestion, assimilation, excrétion
- ☐ Etat physiologique: croissance, reproduction, réserves
- ☐

Objectif ambitieux (Casas, 2005; Casas et al, 2004a; b; 2006; 2008)

Comprendre et prévoir la bioaccumulation des contaminants dans des organismes de type "moule"

- Approche "biodynamique" (intégration de nombreux facteurs et de leur cinétique)

Applications potentielles "surveillance"

- ✓ **Corréler** la **concentration** dans la chair avec celle dans le **milieu**
- ✓ **Évaluer** la contamination chimique **effective** des sites

Modélisation (Casas, 2005; Casas et al, 2004a; b; 2006; 2008)

Prendre en compte simultanément ces facteurs et leurs cinétiques

Objectifs: **comprendre** et **quantifier**

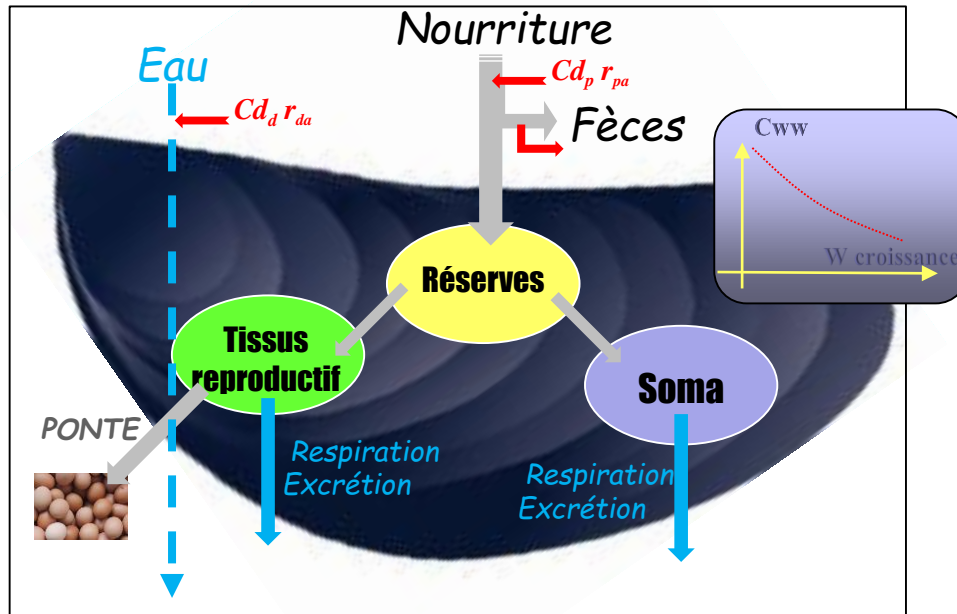
- les **transferts de métaux** dans la moule
 - Transferts directs et/ou trophiques
 - Contamination / Décontamination
- l'impact de l'**état physiologique**
 - Croissance / Amaigrissement
 - Nutrition
 - Reproduction
- l'effet des **variations environnementales**
 - Conditions trophiques, température
 - Chimiques: spéciation, contamination milieu

Modélisation: couplage croissance-bioaccumulation (Casas, 2005; Casas et al, 2004a; b; 2006; 2008)

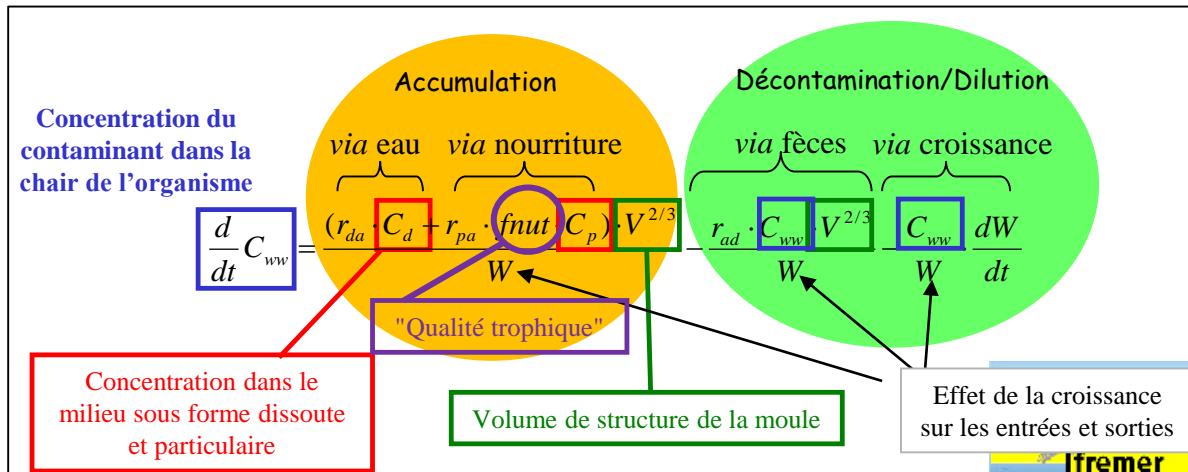
Flux d'énergie dans les compartiments corporels d'un individu

Poids d'un individu = **Tissus somatique** + **Réserves** + **Tissus reproductif**

MODELE CROISSANCE (DEB: Dynamic Energy Budget model)



Flux et échanges du contaminant dans les différents compartiments
couplage MODELE BIOACCUMULATION



CONTAMINATION

6 ou 3 mois

DECONTAMINATION

3 mois

LAZARET / BAGES

PORT-CROS

Paramètres environnementaux

□ Température

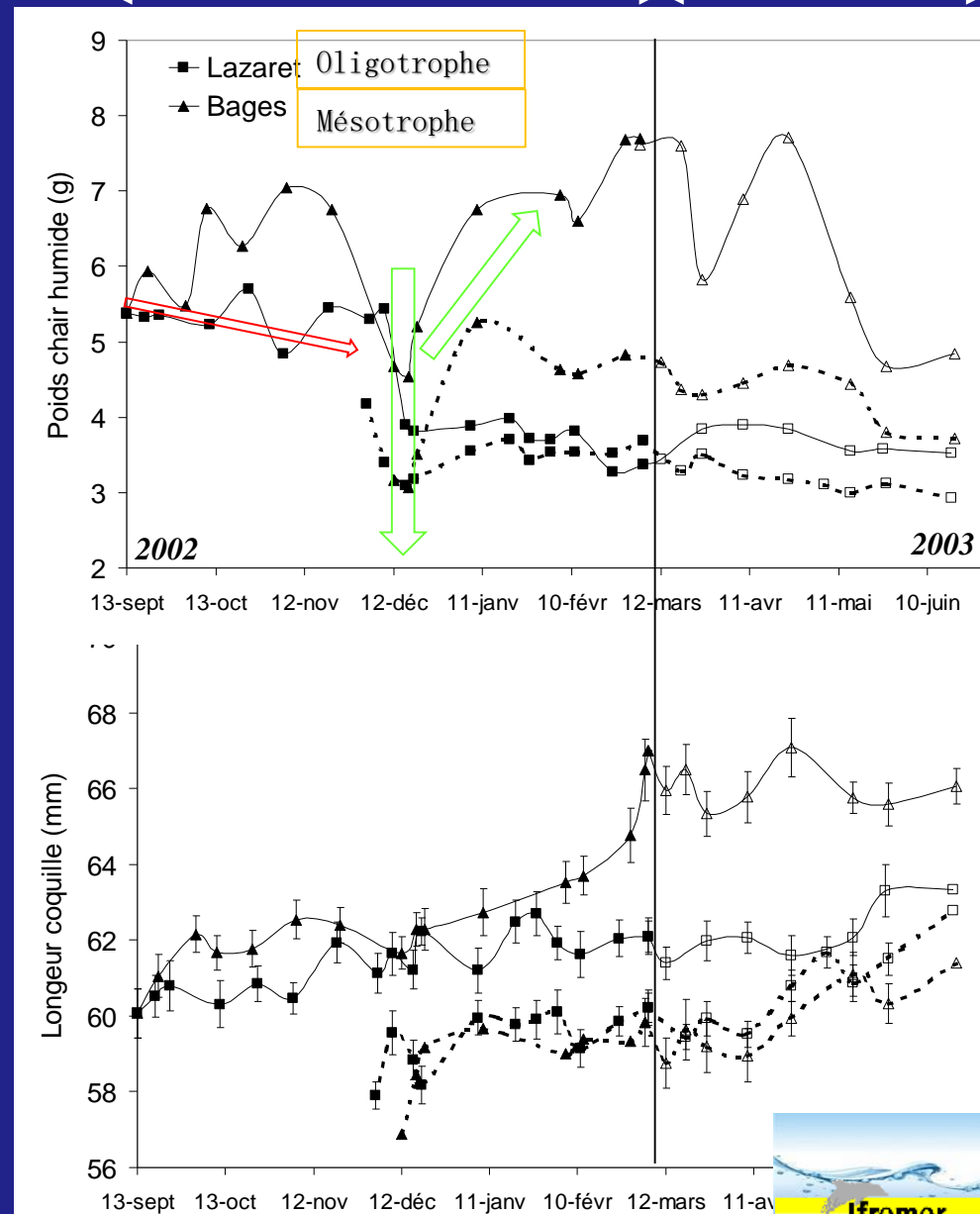
□ Qualité trophique

Paramètres biologiques

□ Ponte

□ Récupération physiologique

□ Effet stress



Bioaccumulation de Cd

Accumulation

En milieu "contaminé" (Bages)

- accumulation permanente,
- impact ponté: pic de concentration

En milieu "moins contaminé" (Lazaret)

- pseudo-équilibre,
- accumulation lente

Décontamination

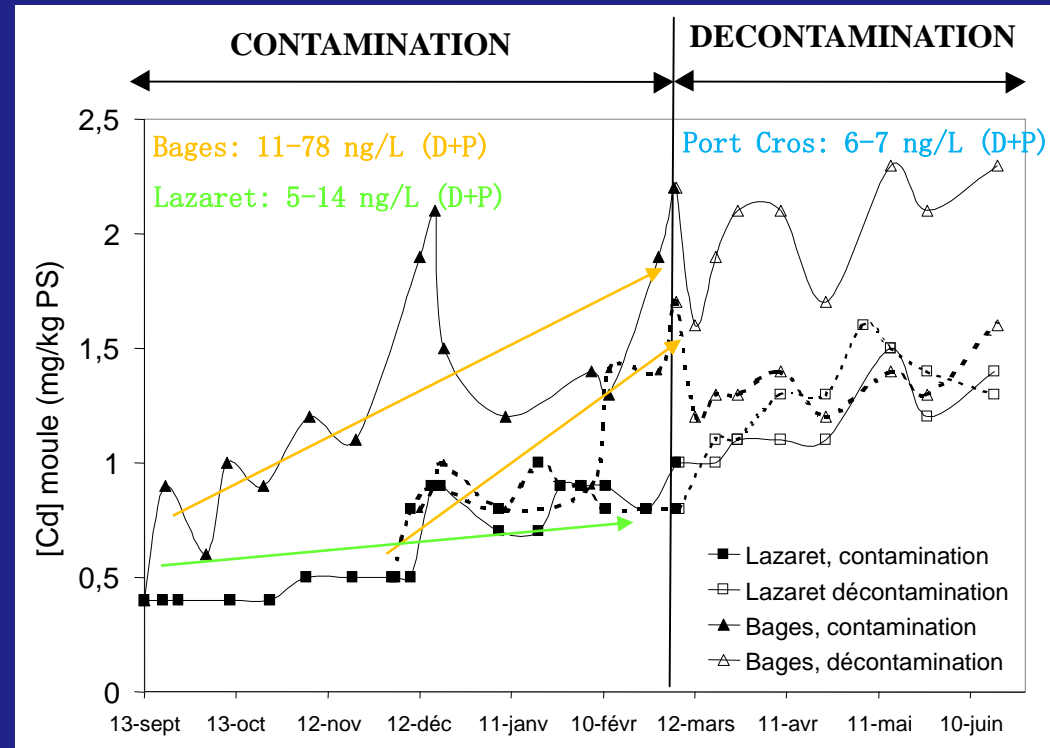
En milieu "non contaminé" (Port-Cros)

- pas de diminution de la concentration
- augmentation permanente

À prendre en compte aussi...

Lazaret = Site oligotrophe stable → Faibles variations de poids

Bages = Site mésotrophe lagunaire → Fortes variations de poids



Effet dilution:
Concentration =
Quantité contaminant /
poids organisme

Bioaccumulation de Pb

Accumulation

En milieu "contaminé" (Lazaret)

- accumulation atteint asymptote
- impact ponte: "pic" de concentration

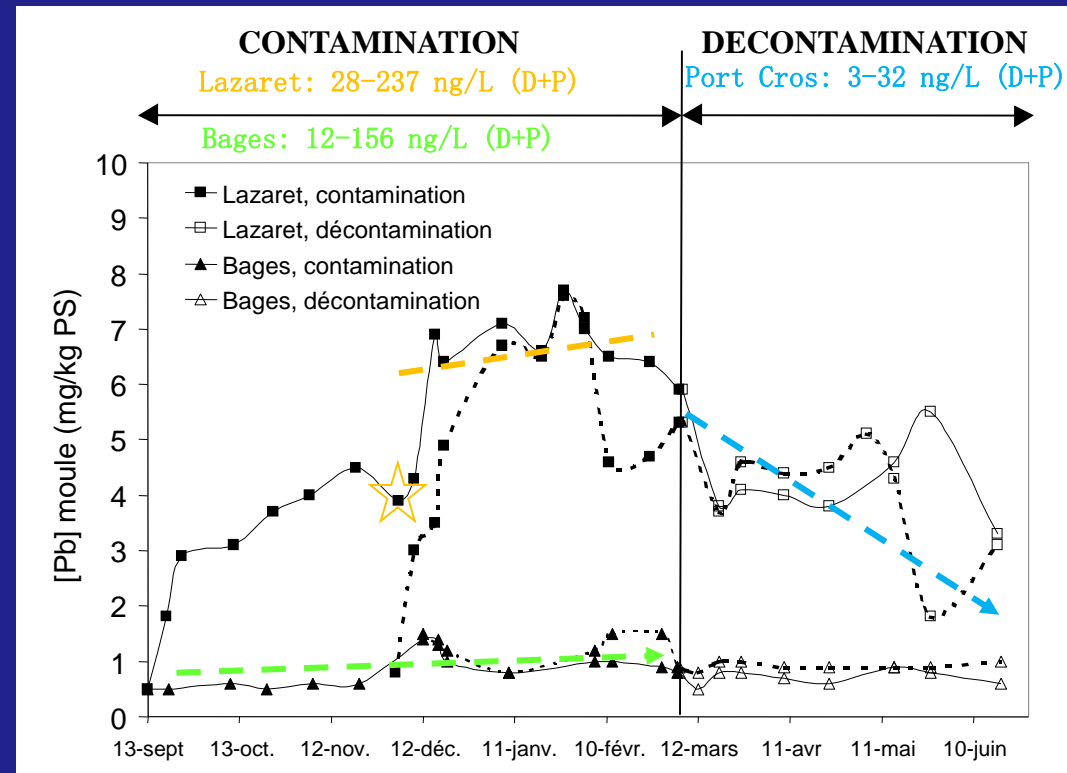
En milieu "moins contaminé" (Bages)

- pseudo-équilibre

Décontamination

En milieu "non contaminé" (Port-Cros)

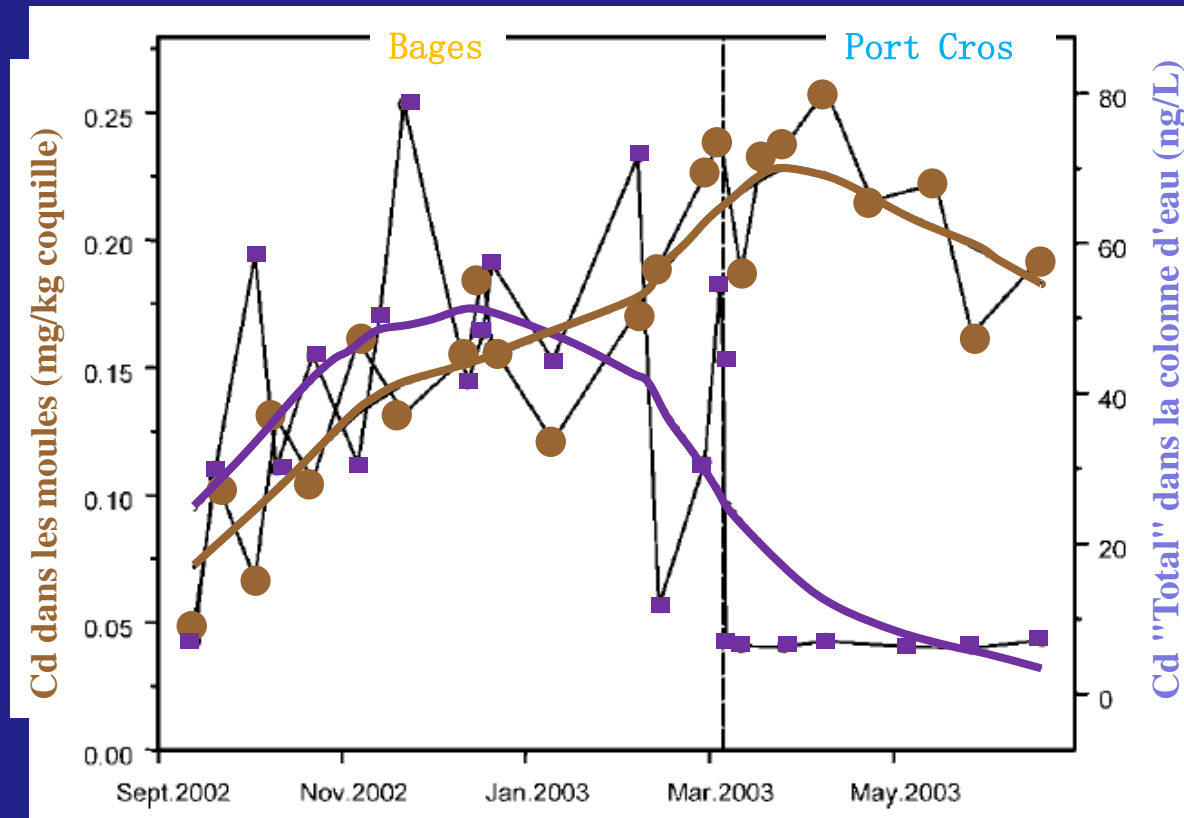
- décontamination rapide des moules du Lazaret



En résumé, il semble que:

- la **contamination** du milieu a plutôt un effet sur les **variations spatiales** de concentration dans les moules
- l'état "**physiologique**" a plutôt un effet sur les **variations temporelles**

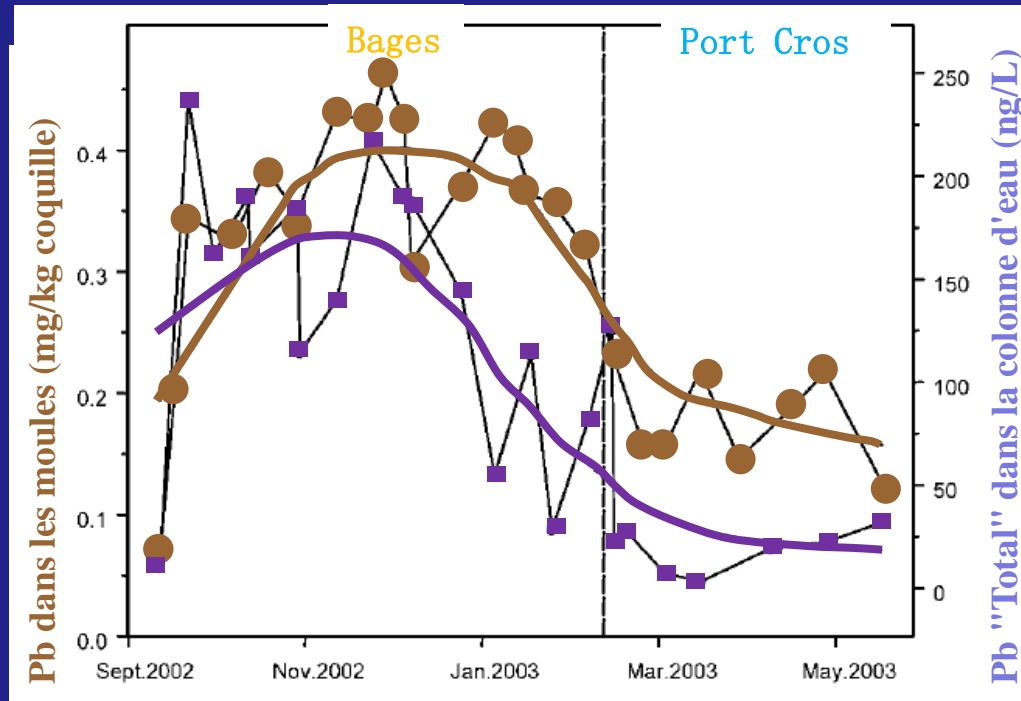
Si on multiplie les concentrations en contaminants mesurées dans la chair de l'organisme par l'indice de condition, on "prend en compte" les variations d'ordre physiologique



Régression polynomiale avec pondération locale:

Moules —

Eau —

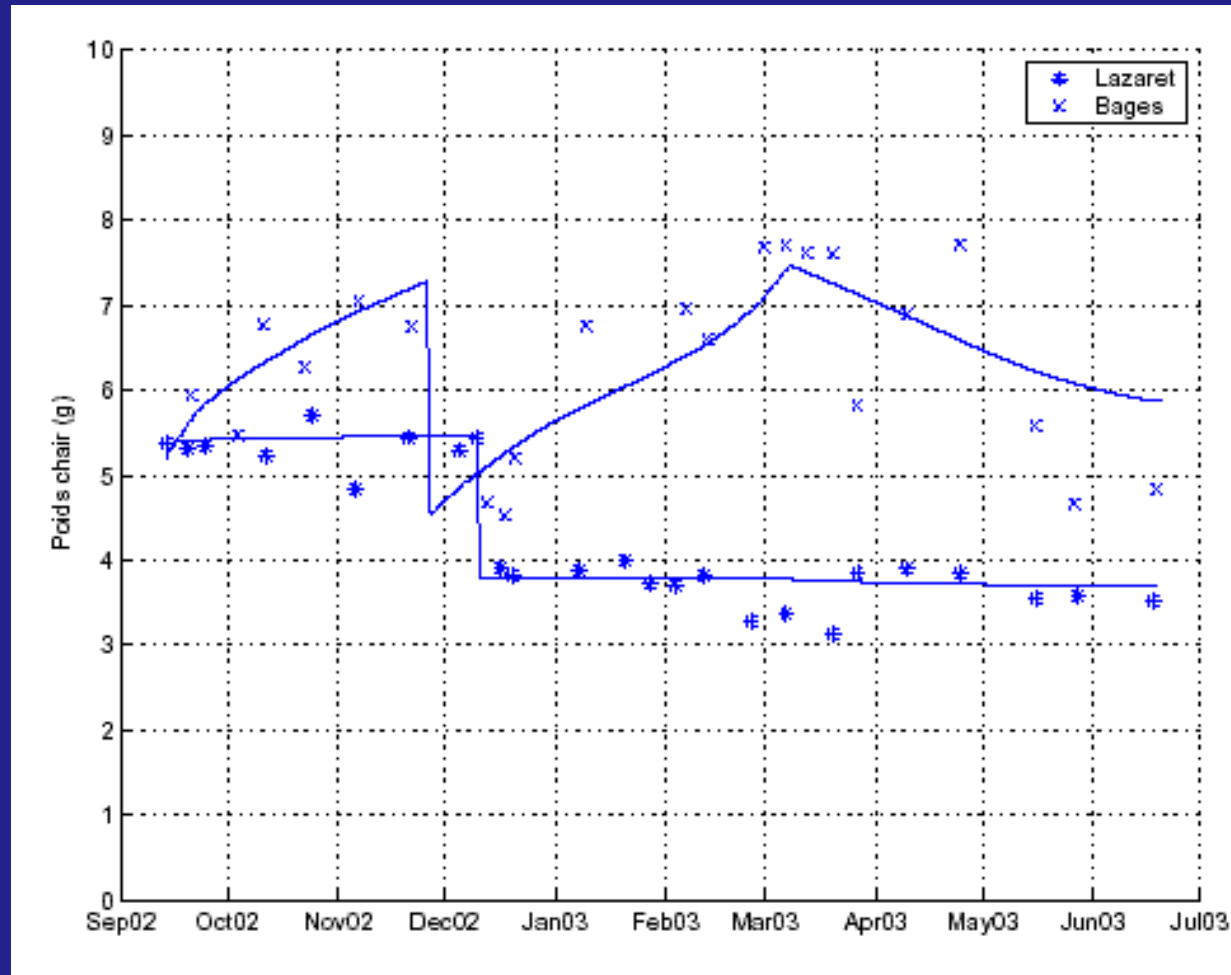


Régression polynomiale avec pondération locale:

Moules —

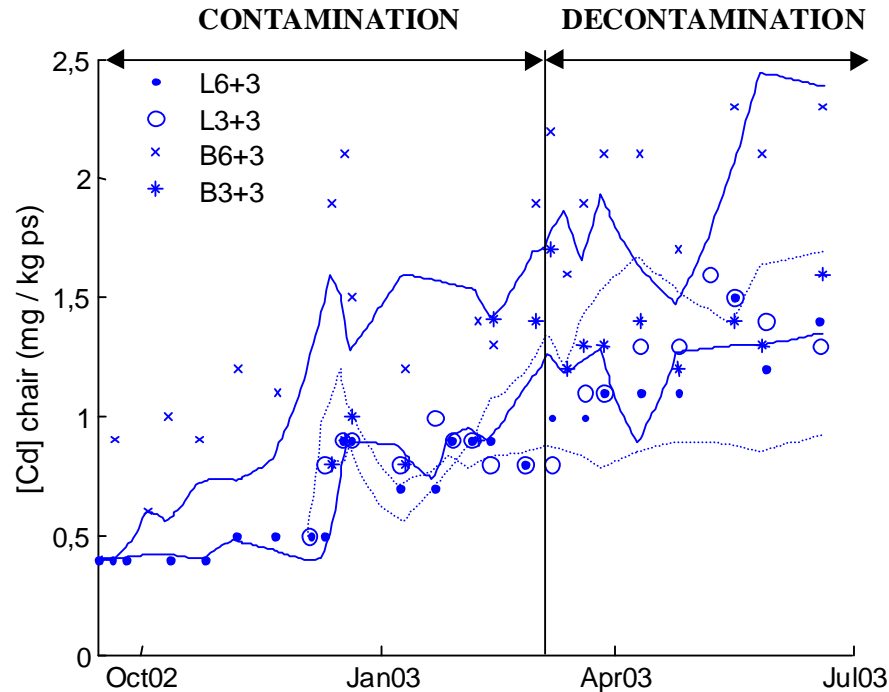
Eau —

Modélisation: Calibration de la croissance (paramètres $fnut$, W)

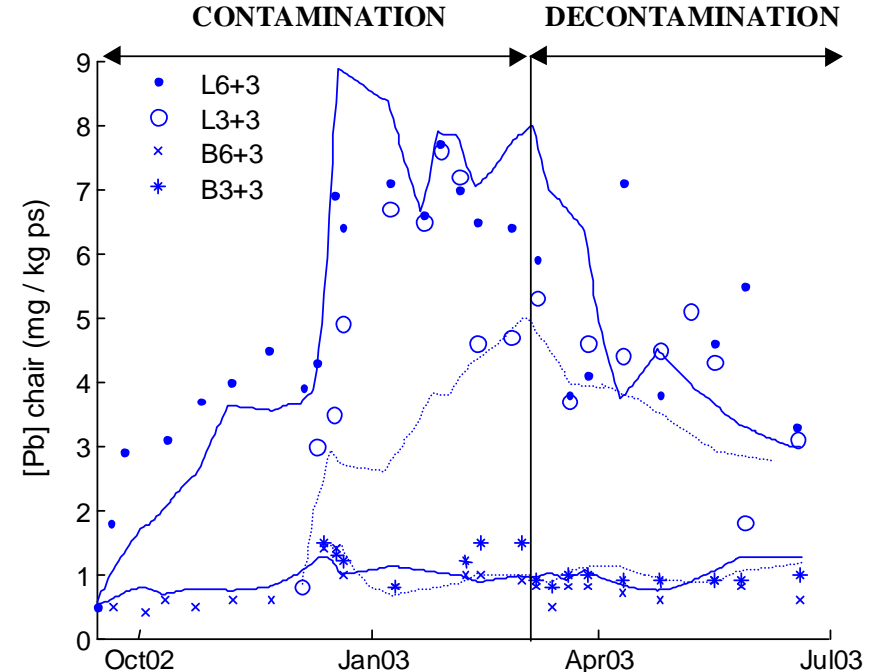


Calibration de la bioaccumulation (paramètres r_{dw} r_{pw} r_{ad})

Hypothèse (FORTE): Pour un site donné, concentrations en contaminant sous forme "dissoute" et particulaire constantes



- Bon ajustement aux données, respect des ordres de grandeur
- Moins bon pour les fortes variations
- Intégration variables chimiques
 - **dominance voie particulaire pour Bages**

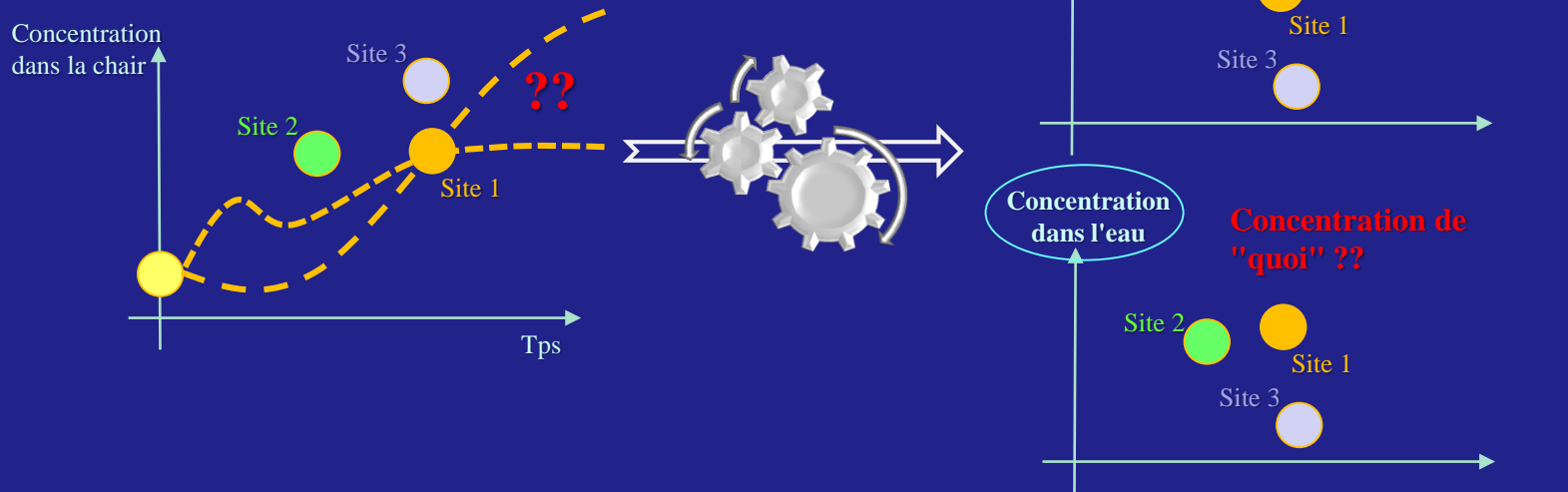


- Très bon ajustement aux données
- Réalisme, cohérence et justesse
- Intégration variables chimiques
 - **dominance de la voie d'entrée dissoute**

Possibilités de l'outil

- ❑ **Evaluation et prise en compte** de la: **physiologie** de l'organisme; **bioaccumulation** des métaux chez la moule; de la **contamination des milieux**
- ❑ **Intégration de la variabilité** du milieu et **diversité des processus** mis en jeu
- ❑ **Optimisation des stratégies de biosurveillance**
- ❑ **Adaptation** possible du modèle à **des milieux différents** (nécessite d'intégrer les données spécifiques)
- ❑ **Application directe** aux réseaux de surveillance ??

Applications "surveillance" possibles



Limites

• Modélisation:

- ✓ résultats présentés= **calibration** ≠ **validation**
- ✓ requiert acquisition importante de **paramètres "site et manip" spécifiques** (pas très opérationnel)

• Validation du modèle sur base données spécifiques:

- pertinence des **estimations** réalisées: fréquence, typologie des sites...
- considération de la **variabilité** des mesures: pool d'individus...
- **représentativité** des mesures dans l'eau ("dissous", particulière)...

• Limites sévères:

- ✓ il faut une meilleure intégration de la biodisponibilité (**spéciation**) des contaminants: couplage modèle spéciation ?
- Paramètres en plus...



Merci pour votre attention