

# Le contexte de multipollution en radioécologie

*C.Adam, O.Ausseil, B.Fraysse, J.Garnier-Laplace, J-P  
Baudin, Lab.Radioécol. Exp.,***IRSN**

*J-M Porcher, S.Aït-Aïssa, Unit. Evaluat. Risques  
Ecotox.,***INERIS**

*A.Boudou, Lab.Ecophysiol.Ecotoxicol. Syst. Aquat.,***Bordeaux I**

*C.Casellas, Dpt SC. Environ. Santé Publique,* **Montpellier II**

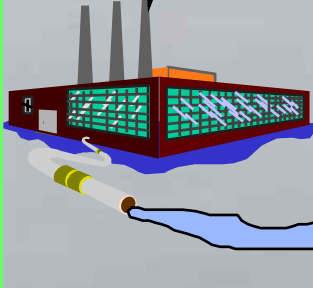
## ECOTOXICOLOGIE

Différents polluants (DCE sur l'eau):

- matière organique,
- pollutions physiques,
- Métaux ou micropolluants organiques...

[Cd] :  $1 \mu\text{g.l}^{-1} \approx 10^{-8} \text{ M}$

[Zn] :  $200 \mu\text{g.l}^{-1} \approx 10^{-6} \text{ M}$



## RADIOECOLOGIE

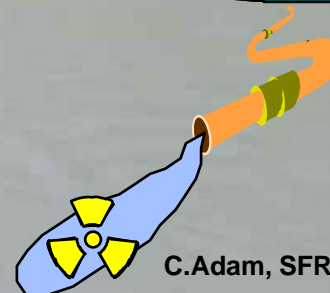
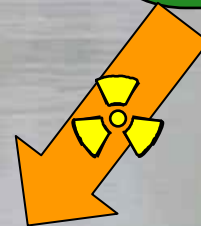
Rejets des centrales à réacteurs à eau pressurisée (en fonctionnement normal)

$< 0,8 \text{ Bq.l}^{-1}$

$[^{110\text{m}}\text{Ag}] \approx 10^{-18} \text{ M}$

$[^{137}\text{Cs}] \approx 10^{-16} \text{ M}$

$[^{60}\text{Co}] \approx 10^{-17} \text{ M}$



Exposition à des micropolluants stables

Biodisponibilité

Bioaccumulation

Changements :

- Synthèse protéique, activation enzymes
  - métabolisme, cellule, tissu, organe
  - croissance, reproduction et survie

Caractérisation du stress induit (biomarqueurs)

Niveau d'organisation ↓

? ↓ ?

Modifications de l'accumulation des radionucléides :

- cinétiques
- distribution tissulaire
- quantités accumulées

intro

M<sup>z+</sup>

Poll.Org

M<sup>z+</sup> PO

conclu

intro

*M<sup>z+</sup>*  
*Poll.Org*  
*M<sup>z+</sup> PO*  
*conclu*

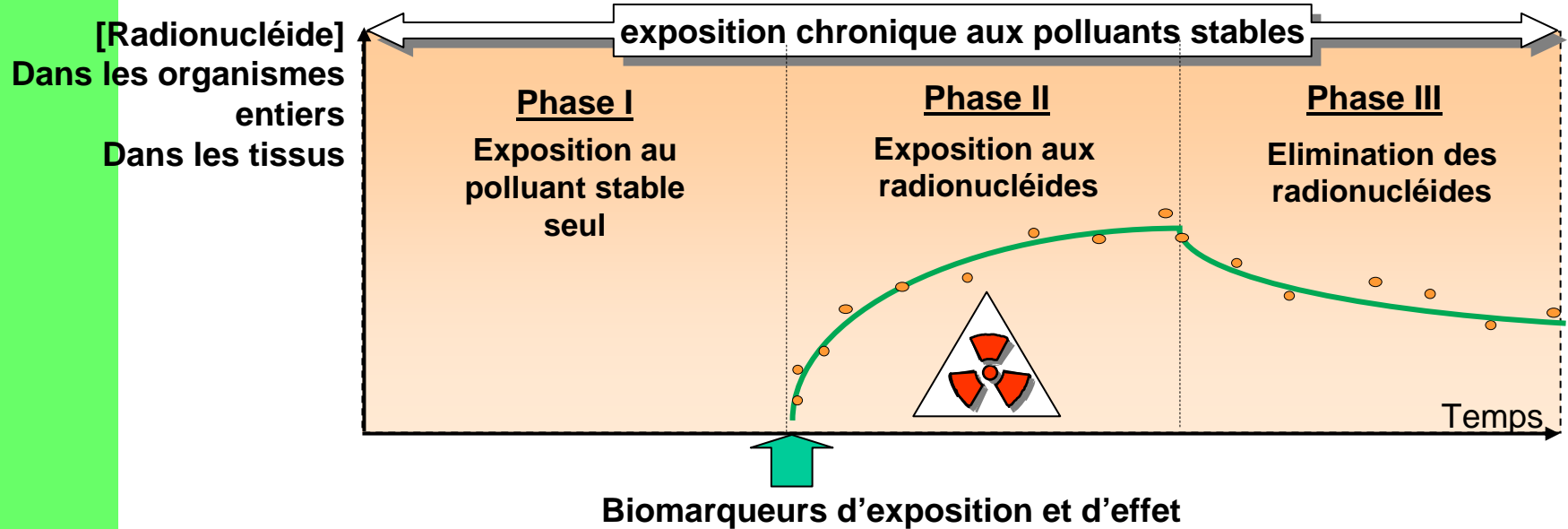
**Métaux : cadmium et/ou zinc**

**Micropolluants organiques : HAPs, PCBs, herbicide, perturbateur endocrinien**

**Radionucléides : isotopes radioactifs du Cs, Co, Ag**

**Modèles biologiques :**

**Poisson & bivalve**



M<sup>z+</sup>  
Poll.Org  
M<sup>z+</sup> PO  
conclu

Mise en évidence de l'exposition aux polluants stables



❖ Concentrations internes du Cd et du Zn

❖ Biomarqueurs d'exposition :

- Méthallothionéines (MT) pour les métaux,
- Vitellogénine (VTG) pour l'oestradiol (E2),
- Activité EROD pour les PCB
- Composés aromatiques fluorescents (FACs) pour les HAP,

Caractérisation de la nature et de l'intensité du stress induit



❖ Biomarqueurs d'effet

- Liés au **stress oxydant** :
  - les différentes formes du **glutathion** : total, réduit (GSH), oxydé (GSSG)
  - les **enzymes** associées : GPx, GR, SOD,
  - les défenses antioxydantes non enzymatiques : **statut total antioxydant (TAS)**
- **Stress cellulaire** (atteintes au niveau des macromolécules) : **protéines de stress (HSP)**
- **Toxicité cellulaire hépatique ou musculaire** : **activités enzymatiques plasmatiques**
- **Paramètres plasmatiques** liés au **métabolisme énergétique**



intro

M<sup>Z+</sup>

Poll.Org

M<sup>Z+</sup> PO

conclu

Cd  
(µg/g)

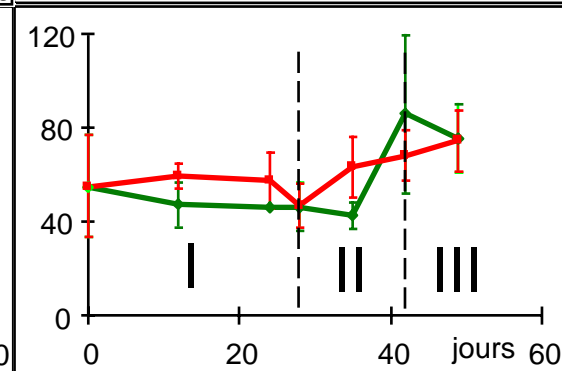
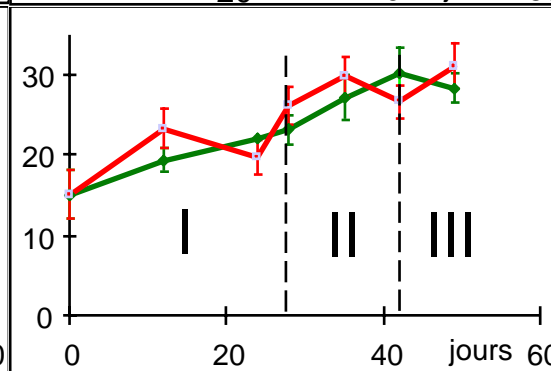
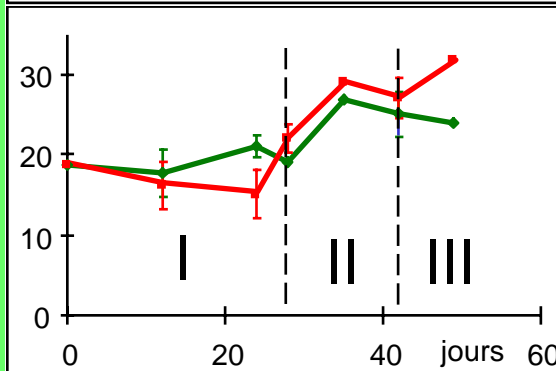
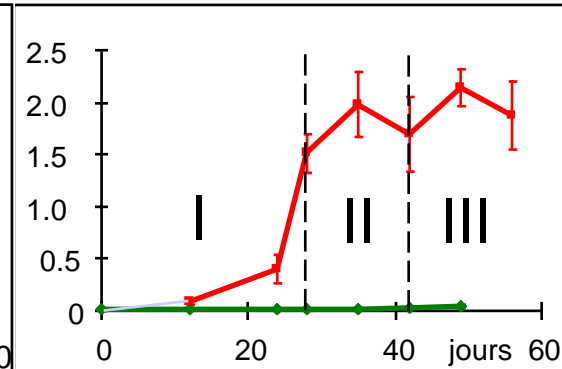
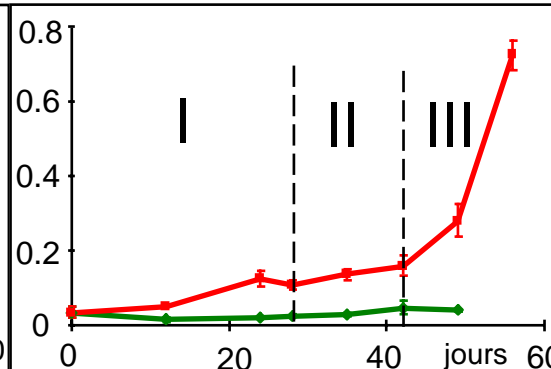
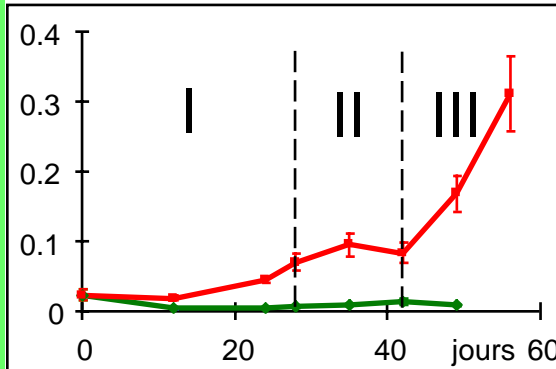
Zn  
(µg/g)

— Lot témoin      — Lot exposé au Cd et au Zn

FOIE

REIN

BRANCHIES



# Influence du Cd et du Zn

## Bioaccumulation des radionucléides niveau organes

intro

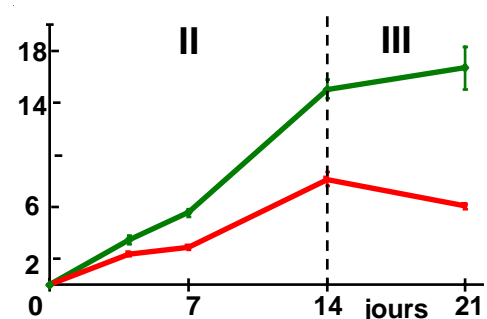
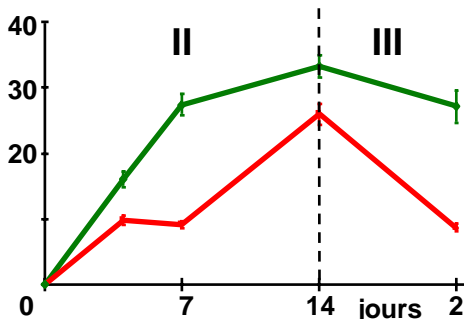
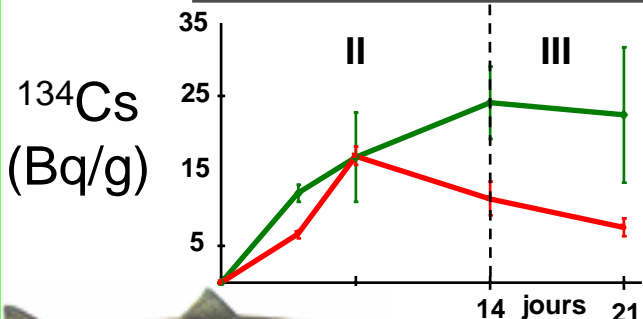
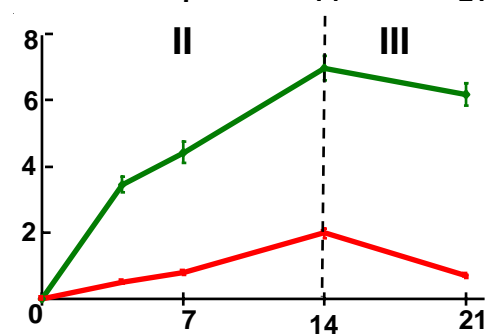
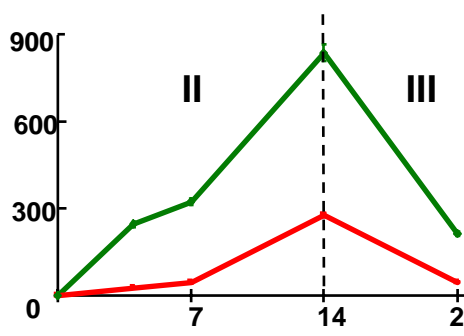
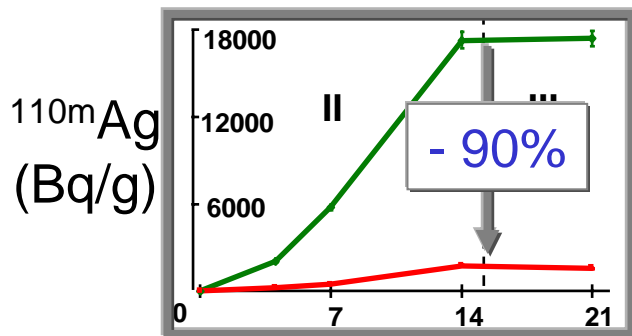
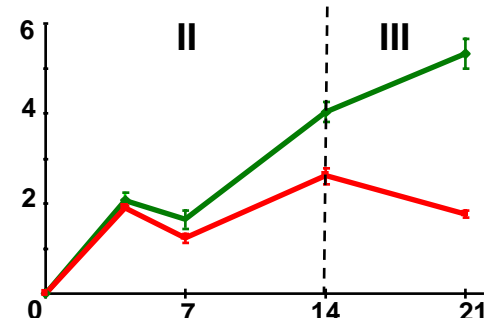
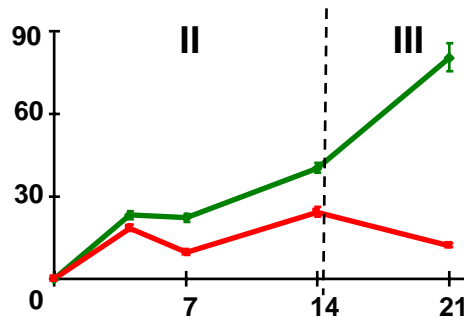
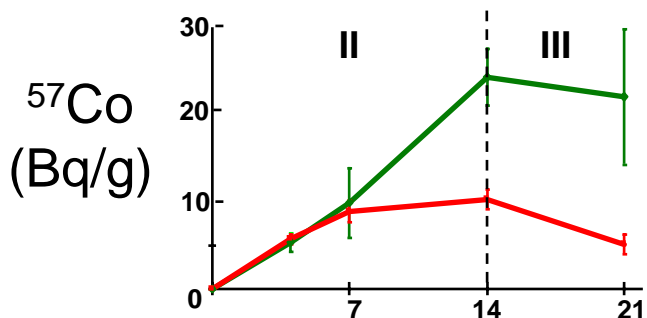
M<sup>Z+</sup>

Poll.Org

M<sup>Z+</sup> PO  
conclu

Lot témoin  
FOIE

Lot exposé au Cd et au Zn  
REIN  
MUSCLE



# Influence du Cd et du Zn

Bioaccumulation des radionucléides niveau organisme entier

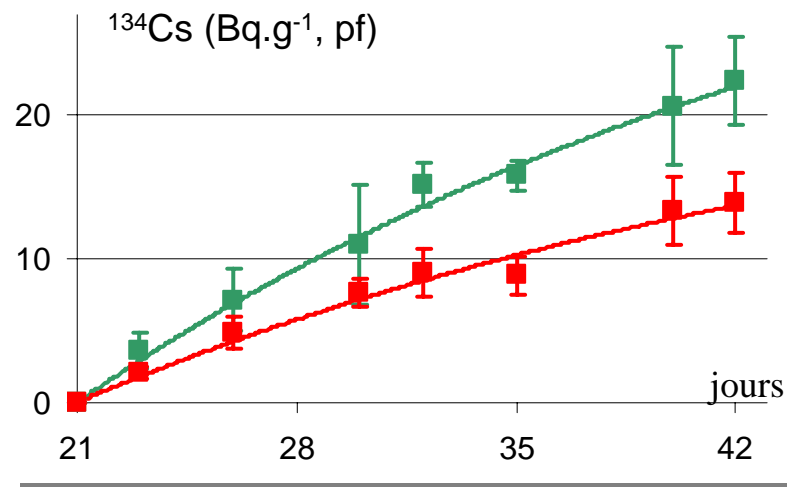
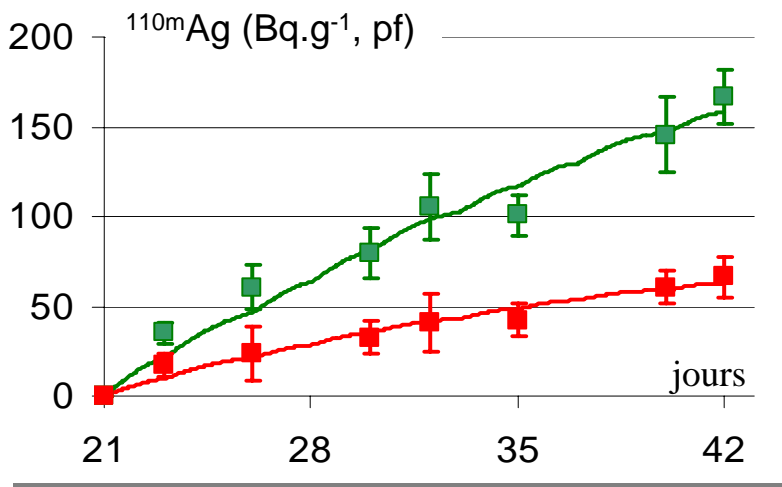
intro

M<sup>z+</sup>

Poll.Org

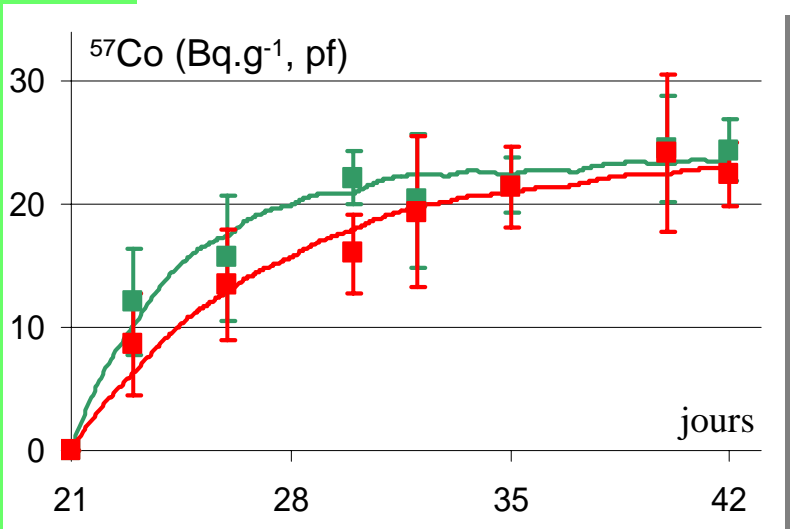
M<sup>z+</sup> PO

conclu



Lot témoin

Lot exposé au Cd et au Zn

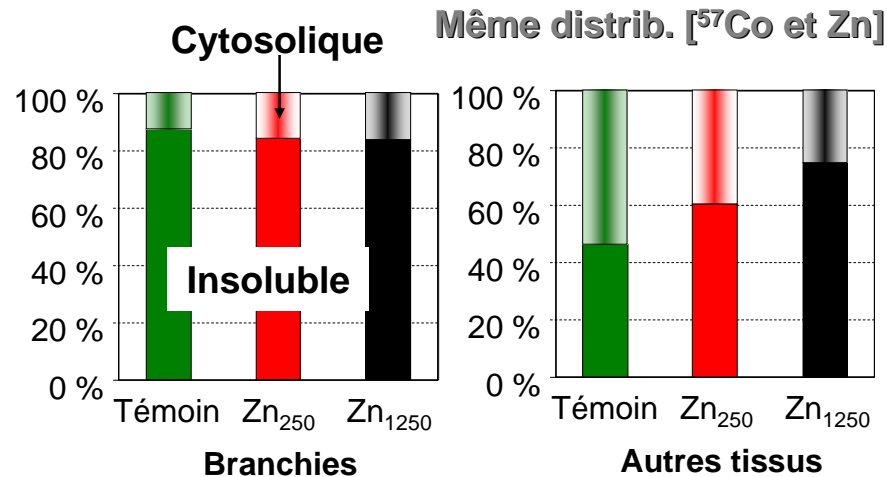
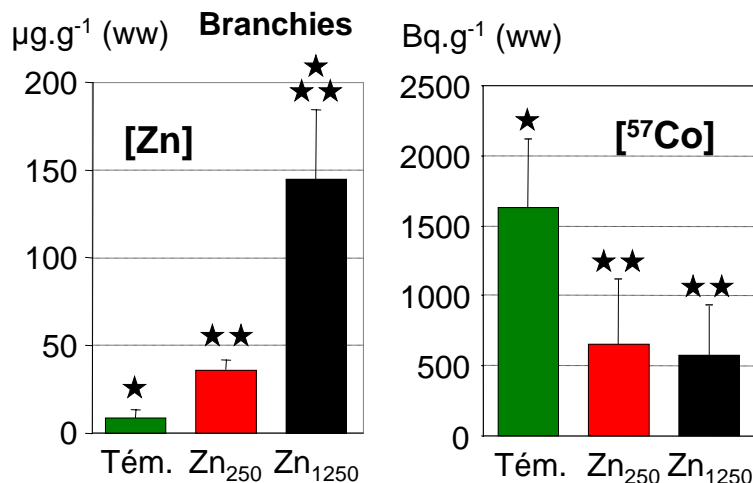


Même chose pour Co / Zn



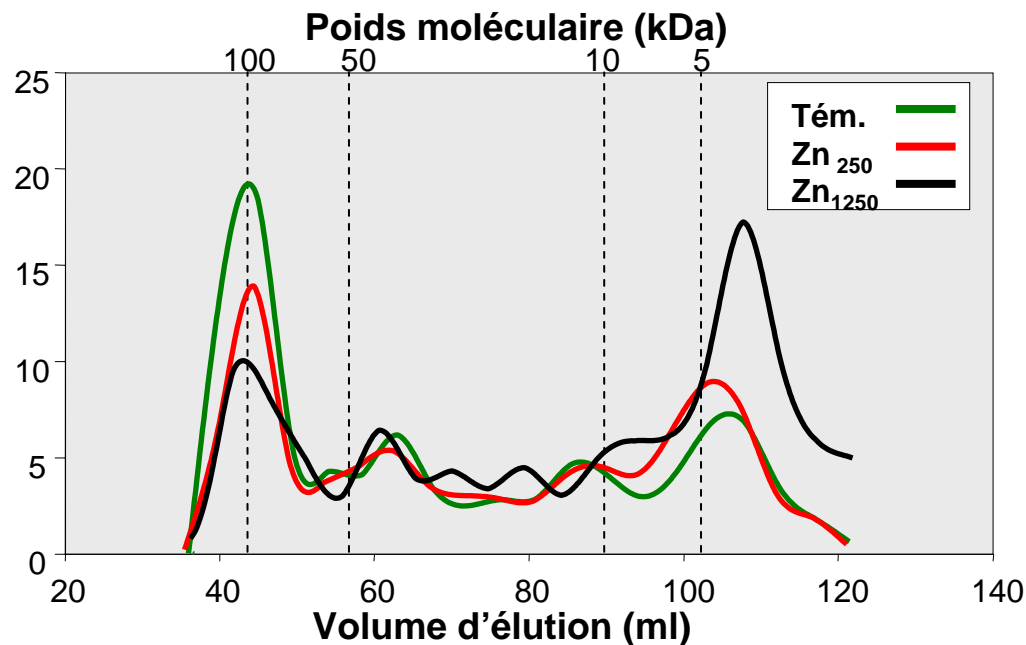


Intro  
M<sup>Z+</sup>  
Poll.  
M<sup>Z+</sup>  
conc



Répartition du  $^{57}\text{Co}$  entre différentes fractions protéiques cytosoliques (%)

Les mêmes profils sont obtenus pour le Co et le Zn



intro

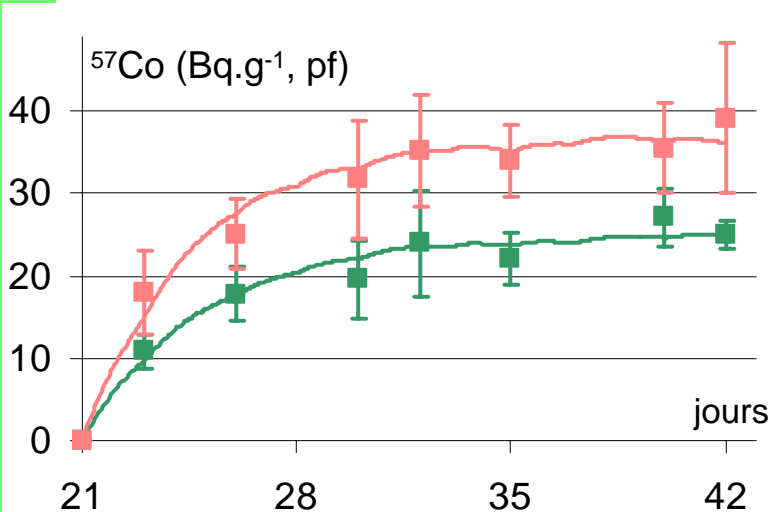
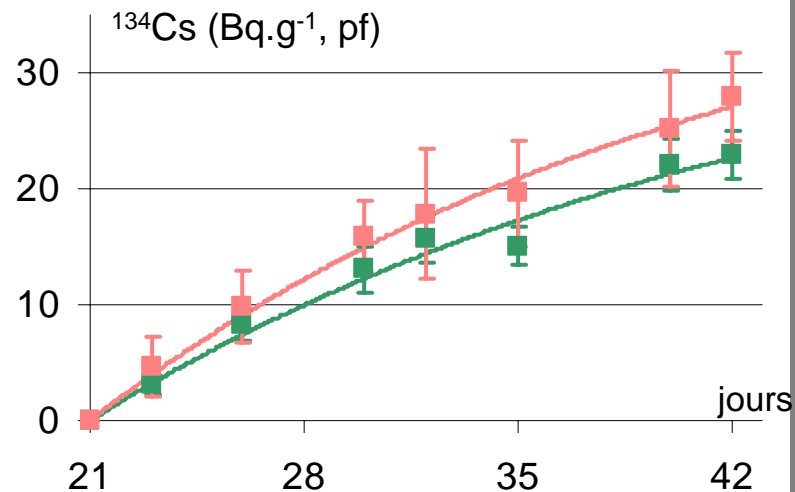
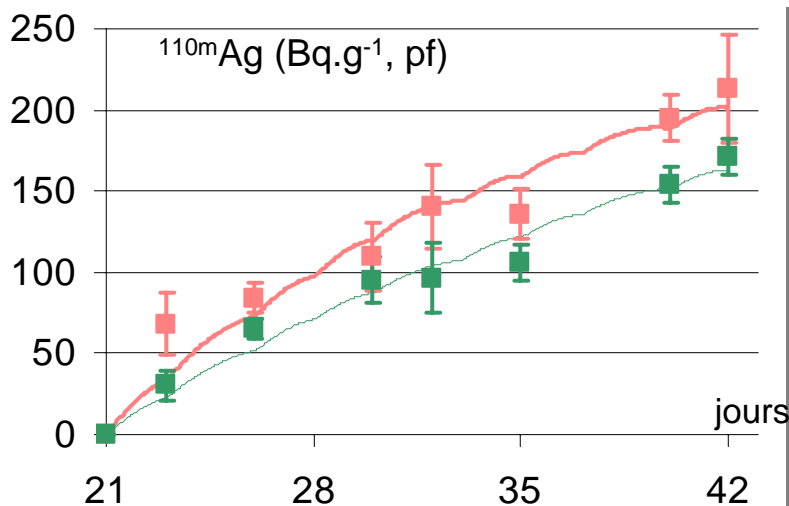
M<sup>z+</sup>

Poll. Org

M<sup>z+</sup> PO

conclu

■ Témoin      ■ Oestradiol



## Organisme entier

(% de variation par rapport au témoin)

	Niveau de contamin.	Param.cinétiques	
		Accum.	Elim.
110mAg	<b>+ 30 %</b>	<b>+ 50 %</b>	<b>+ 50 %</b>
134Cs	<b>+ 30 %</b>	<b>+ 75 %</b>	<b>+ 40 %</b>
57Co	<b>+ 60 %</b>	<b>+ 75 %</b>	<b>+ 40 %</b>



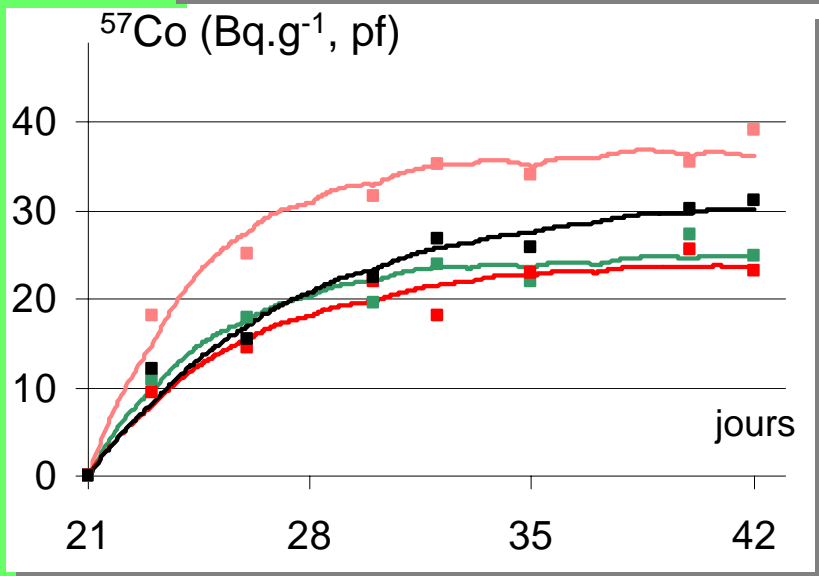
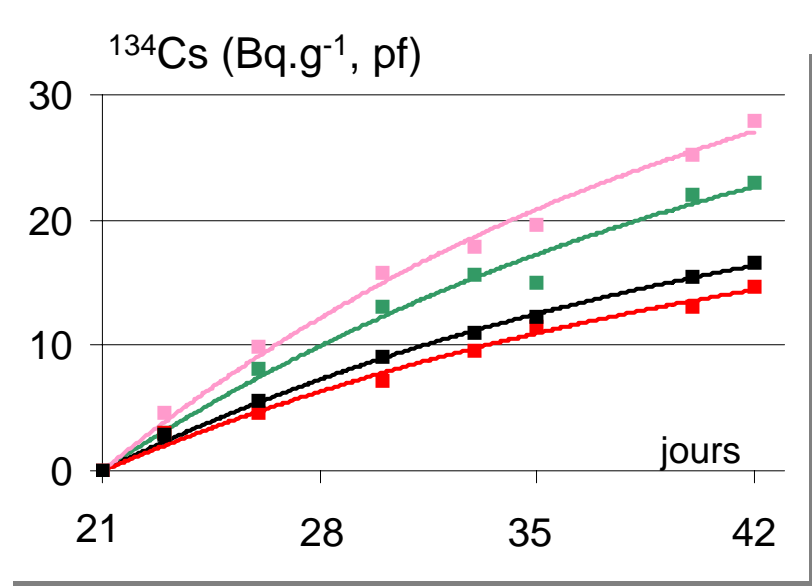
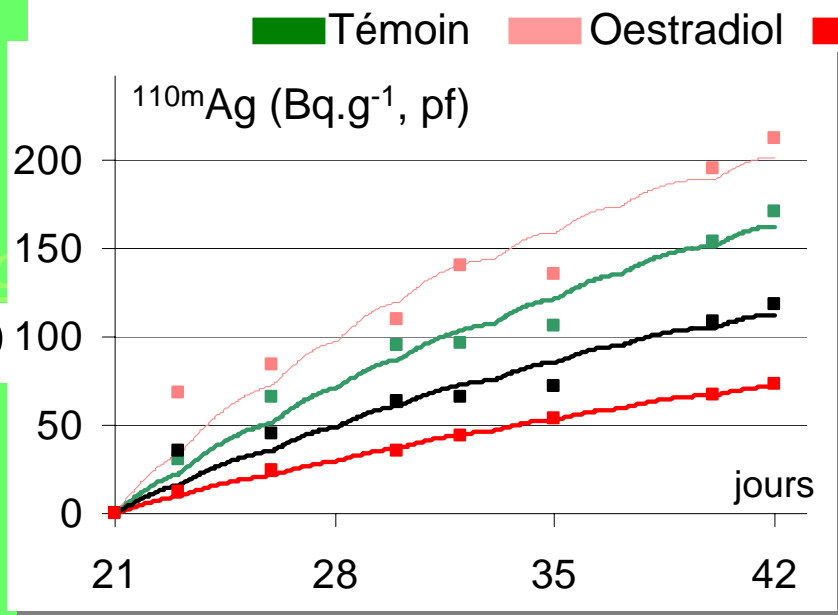
intro  
*M<sup>z+</sup>*  
*Poll. Org*  
*M<sup>z+</sup> PO*  
 conclu

Variation du niveau de contamination chez les poissons exposés par rapport au lot témoin.

	<b>E2</b>	<b>PCB77</b>	<b>Aroclor 1242</b>	<b>Atrazine</b>	<b>B(a)P</b>	<b>Fluoranthène</b>
<b><sup>110m</sup>Ag</b>	<b>+ 30%</b>	<b>=</b>	<b>?</b>	<b>?</b>	<b>?</b>	<b>?</b>
<b><sup>134</sup> ou <sup>137</sup>Cs</b>	<b>+ 30%</b>	<b>+ 45%</b>	<b>+ 20%</b>	<b>+ 20%</b>	<b>+ 10%</b>	<b>+ 20%</b>
<b><sup>57</sup>Co</b>	<b>+ 60%</b>	<b>+ 35%</b>	<b>+ 50%</b>	<b>+ 40%</b>	<b>+ 45%</b>	<b>=</b>



intro  
M<sup>z+</sup>  
Poll.Org  
M<sup>z+</sup> PO  
conclu



## Lot Cd/Zn/oestradiol :

Résultante des tendances observées avec CdZn ou E2 :

- ❖ niveaux d'accumulation
- ❖ cinétiques
- ❖ induction/inhibition enzymes, protéines

**Effet des polluants stables sur l'accumulation des radionucléides : spécifique du triplet [modèle biologique ; polluant ; radionucléide]**

**Mécanismes non spécifiques :**

- ❖ variations de l'activité respiratoire (perturbation du métabolisme global)
- ❖ production accrue de mucus
- ❖ modification de la perméabilité de l'épithélium branchial (diminution de la capacité d'osmorégulation, activité Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPase, pompes à Ca<sup>2+</sup>...)
- ❖ ....coût métabolique

**Mécanismes spécifiques à l'exposition métallique :**

- ❖ protéines induites par l'exposition au Cd et au Zn pourraient aussi piéger les radionucléides ;
- ❖ compétition avec certains ligands cellulaires (Co/Zn)

**Mécanismes spécifiques à l'exposition au 17-β-estradiol :**

- ❖ Vtg fixe les oligo-éléments pour leur incorporation dans les ovocytes
- ❖ E2 ↓ synthèse des MT

### **Autres contextes de multipollution :**

- ❖ Eutrophisation
- ❖ Acidification
- ❖ Pb, Cd, Zn (sites de stockages de déchets nucléaires)
- ❖ Cu, Cr, Ni (rejets liquides installations nucléaires)

### **Influence des métaux sur la génotoxicité des radionucléides**

Ni, Cd, Hg + irradiation : synergie  
...ENVIRHOM

**Merci de votre attention!**