



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE



ÄRZTINNEN
UND ÄRZTE FÜR
UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE
L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER
L'AMBIENTE

Impacts du mercure sur les organismes aquatiques

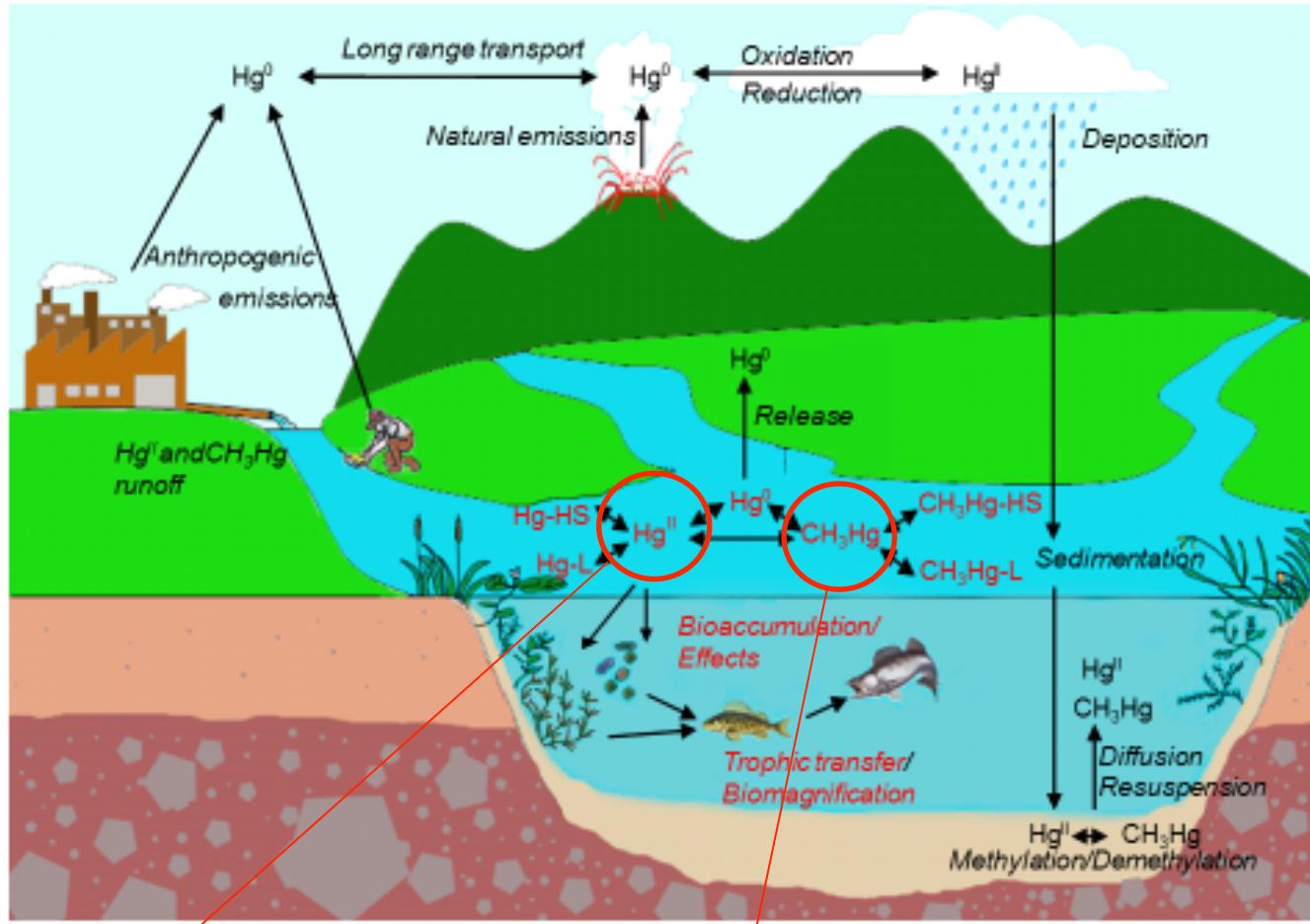
Séverine Le Faucheur

Pourquoi le mercure est-il si particulier?

Plan

- Biomagnification
- Biodisponibilité
- Toxicité
- Conclusion

Formes de mercure

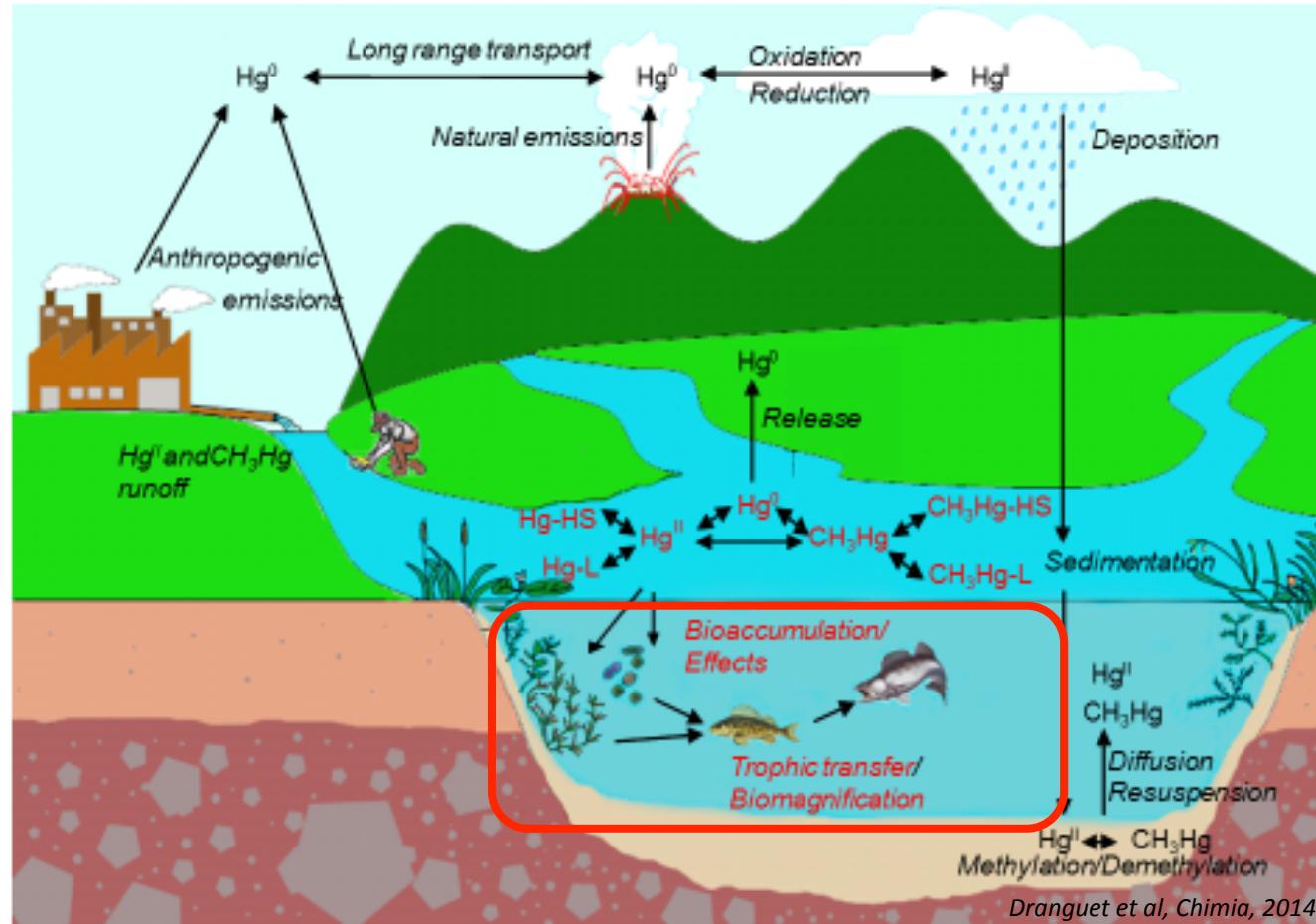


Dranguet et al, Chimia, 14

Mercure inorganique : Hg(II)

Méthylmercure : CH₃Hg

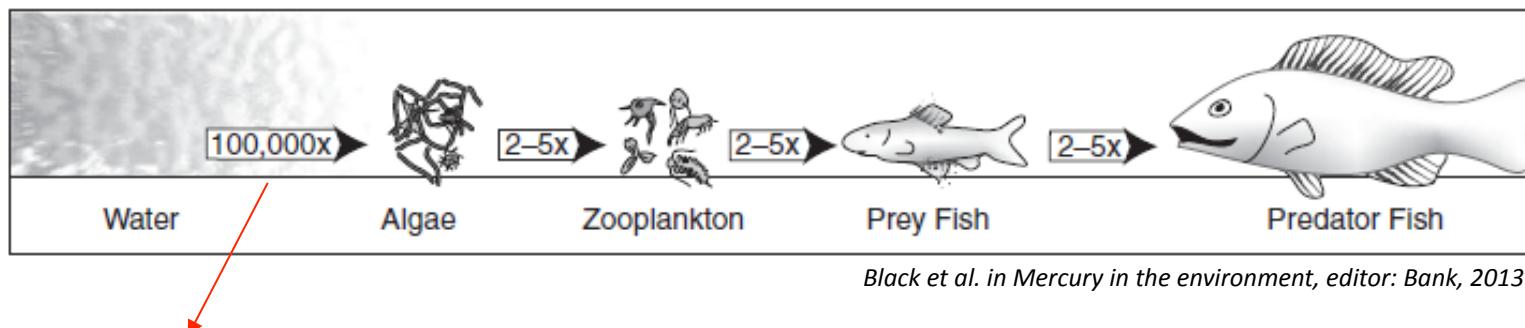
Formes de mercure



Bioamplification

Bioamplification

- Augmentation du polluant le long de la chaîne alimentaire
- Concerne principalement les polluants organiques (PCBs, DDT)
- Particularité du **méthylmercure** et non du mercure inorganique



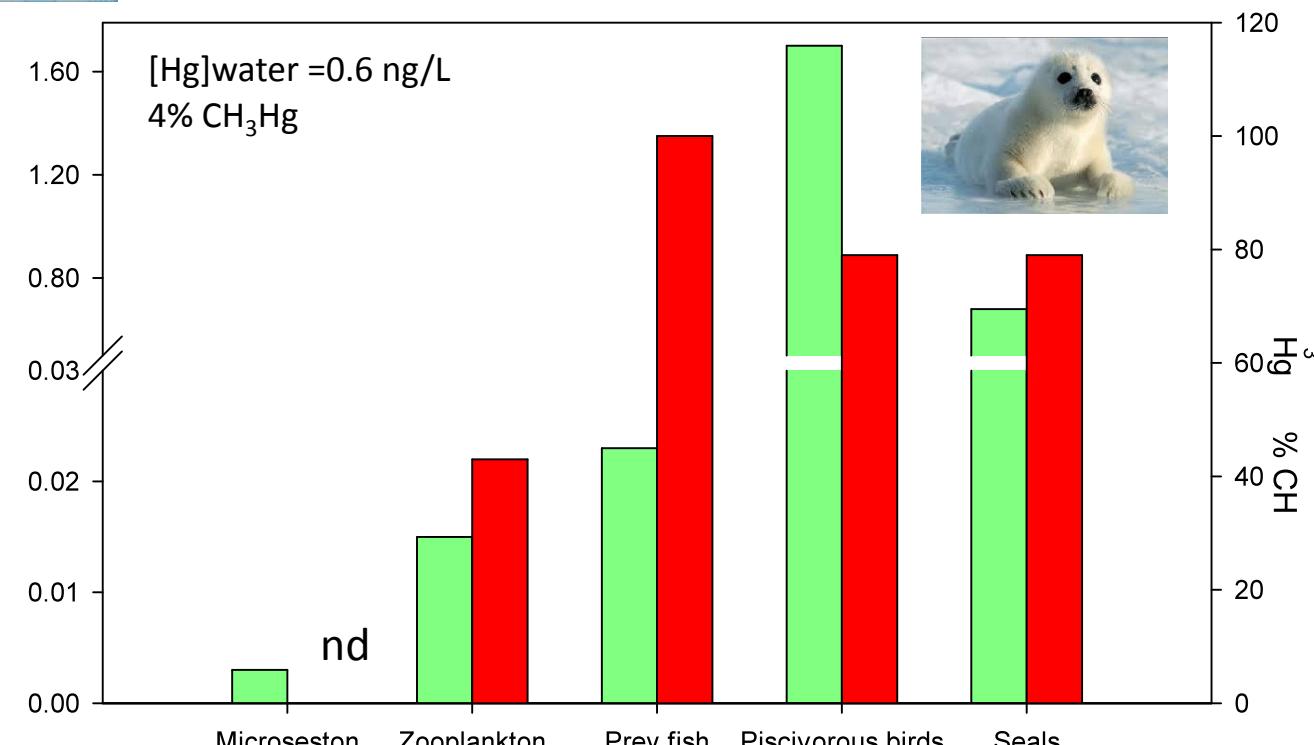
BMF= Facteur de bioamplification

$$\text{BMF} = C_{\text{prédateur}} / C_{\text{proie}}$$

Bioamplification

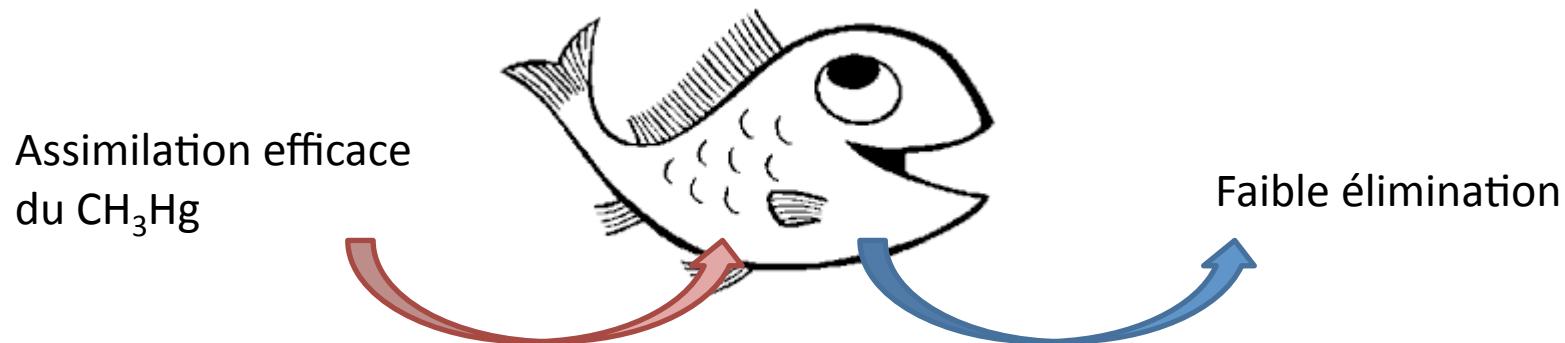


- BMF = 10^4 entre l'eau et le microeston
- BMF = 100 fois entre les poissons et les oiseaux piscivores
- Bioamplification augmente avec le nombre de niveaux trophiques



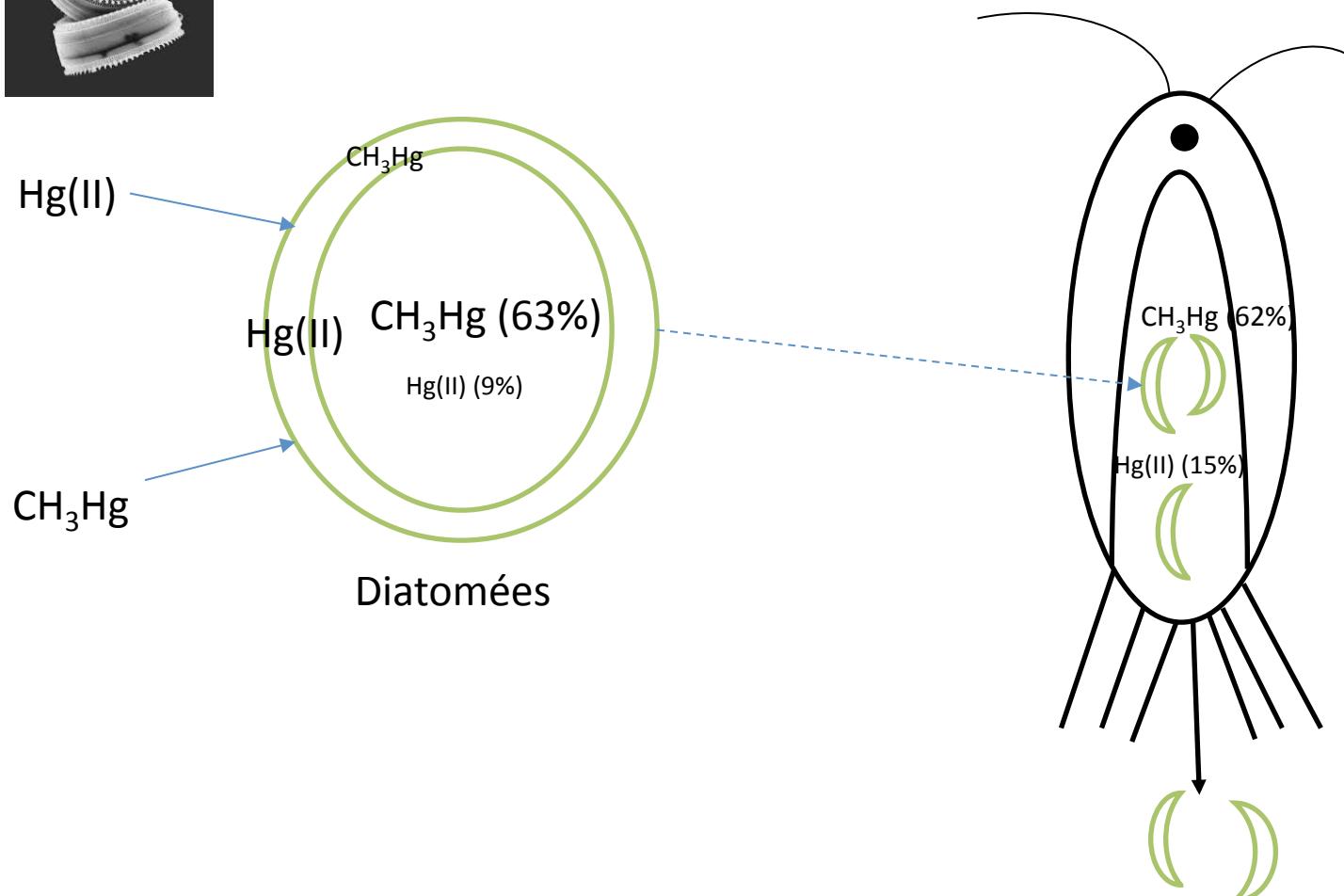
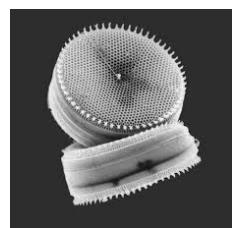
Bioamplification

Hg > 80-99% sous la forme CH_3Hg

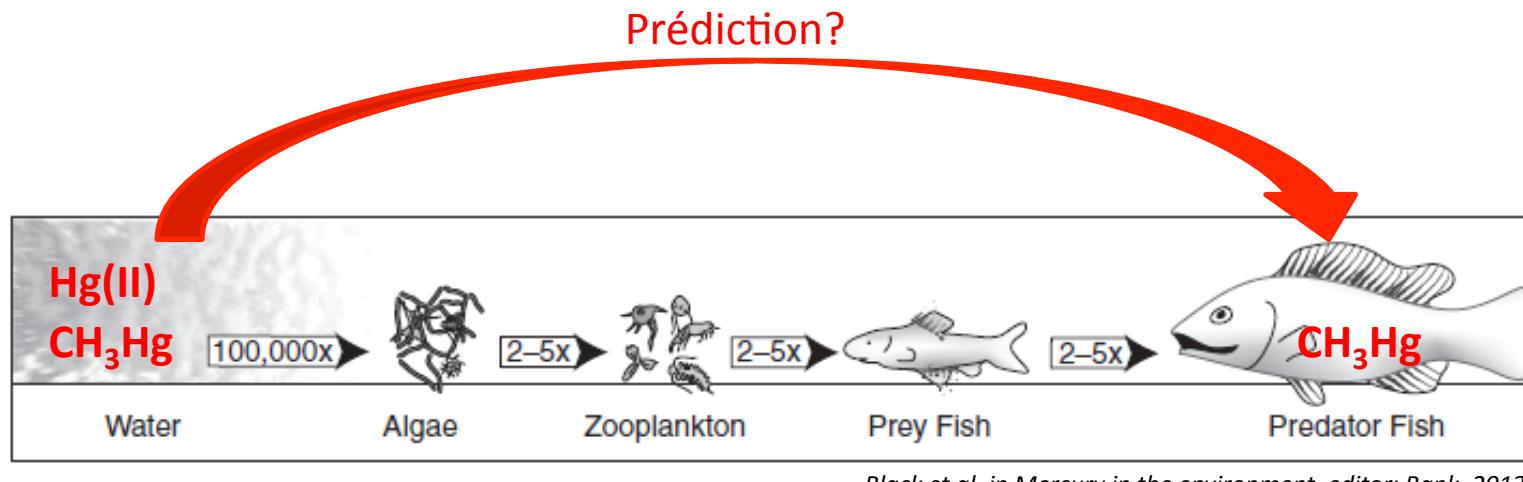


- Les poissons obtiennent CH_3Hg en majorité par leur nourriture
- CH_3Hg contenu dans les muscles des poissons
- Contenu en CH_3Hg dans les poissons dépend: espèce, sexe, âge, poids, taille, position dans la chaîne alimentaire

Bioamplification



Bioamplification



- Contenu en CH_3Hg dans les poissons dépend:



- Position dans la chaîne alimentaire, espèce, sexe, âge, poids, taille, ...

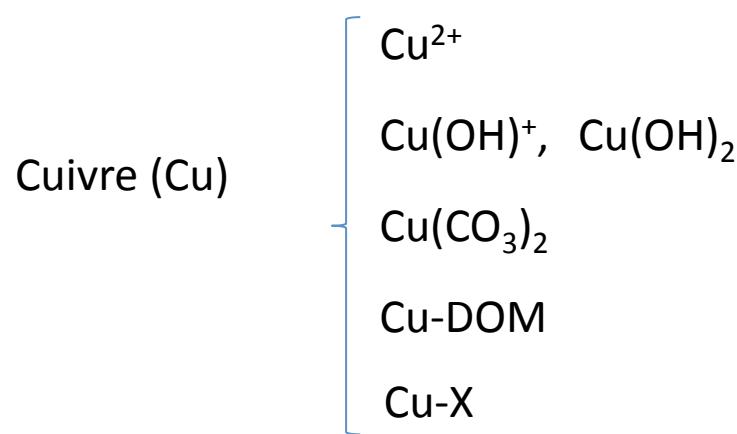


- pH de l'eau ambiante, concentration en carbone organique dissout, température...

Biodisponibilité

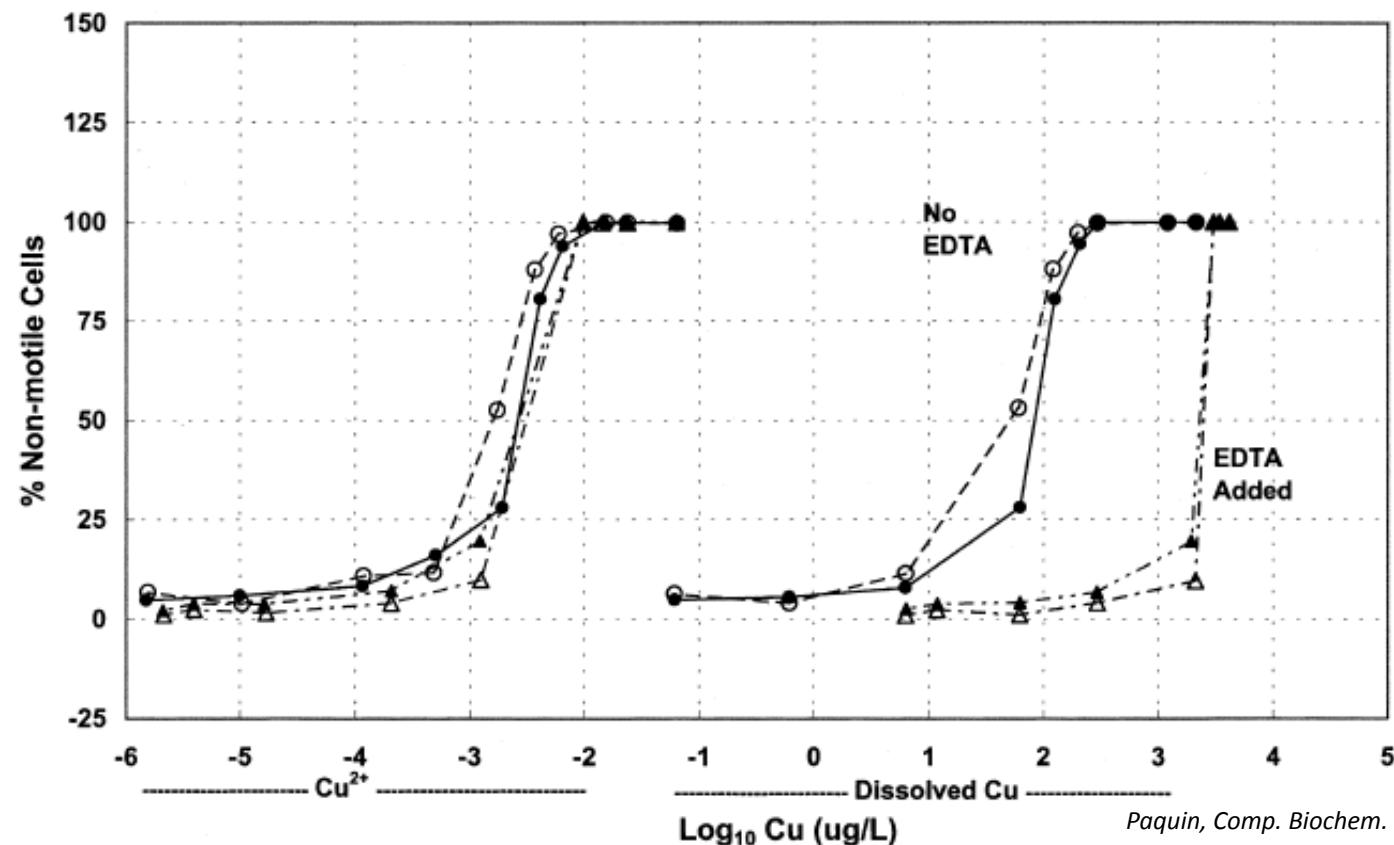
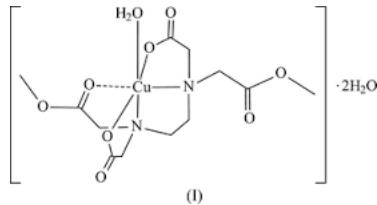
Biodisponibilité

- Dans les eaux naturelles, les métaux existent sous différentes formes chimiques



- Métal biodisponible = absorbé par l'organisme = effet
- Les différentes espèces du métal ne sont pas toutes biodisponibles

Biodisponibilité

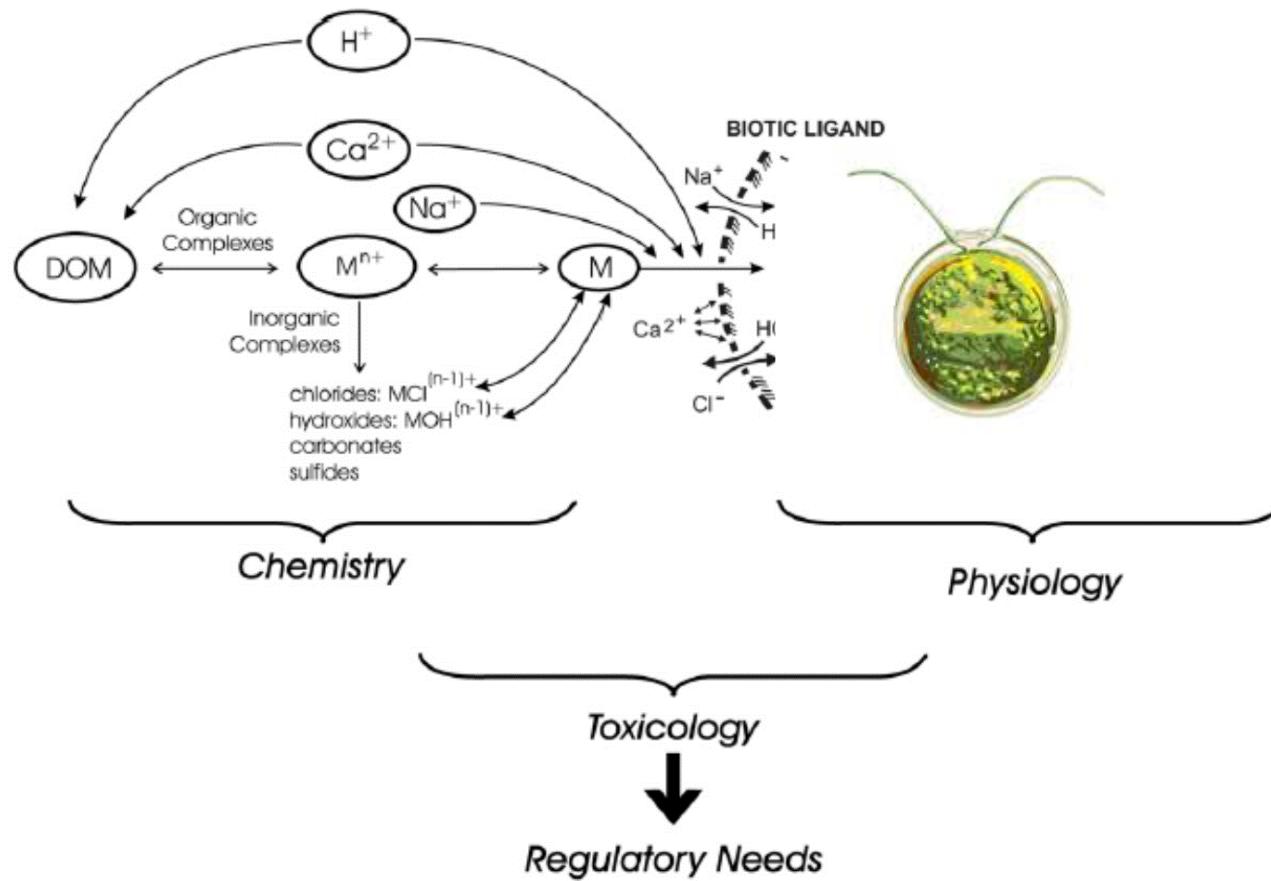


Paquin, Comp. Biochem. Physiol. Part C, 2002

- $[\text{Cu}^{2+}]$ plutôt que $[\text{Cu}]_{\text{total}}$ est relié à l'immobilité de la dinoflagellé

Biodisponibilité

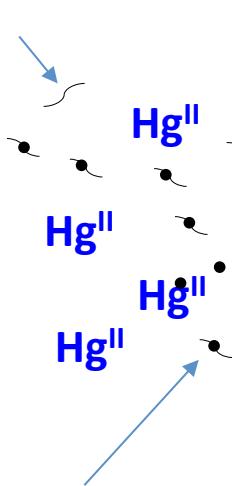
- Développement d'un modèle prédictif: modèle du ligand biotique (BLM)



Biodisponibilité

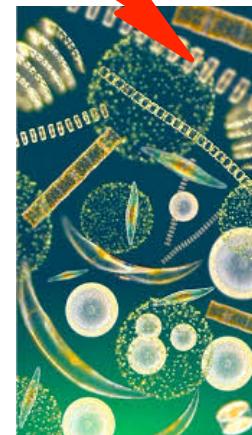
Quelles espèces biodisponibles?

Colloïdes

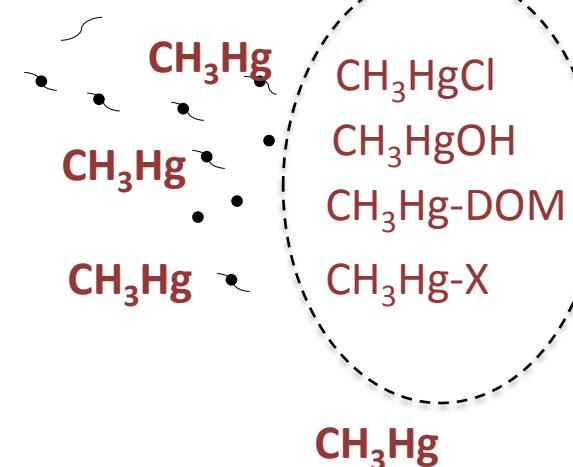


Dissolved

- HgCl_2^0
- HgClOH
- Hg(OH)_2
- $\text{HgCl}_{n(n-2)}$
- Hg-DOM
- Hg-X



Phytoplankton



Dissolved

- CH_3HgCl
- CH_3HgOH
- $\text{CH}_3\text{Hg-DOM}$
- $\text{CH}_3\text{Hg-X}$

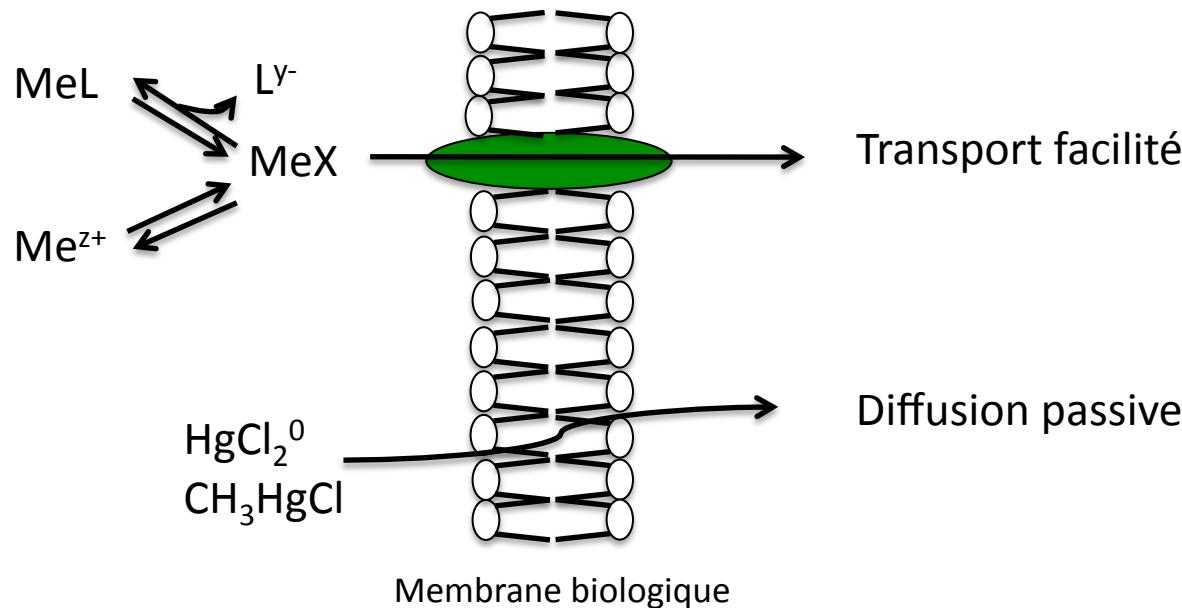
CH_3Hg



Quecksilber
im Wallis und weltweit
Die AetU-Tagung zum glänzenden Gift.
21. Mai 2015 - Landhaus Solothurn

Biodisponibilité

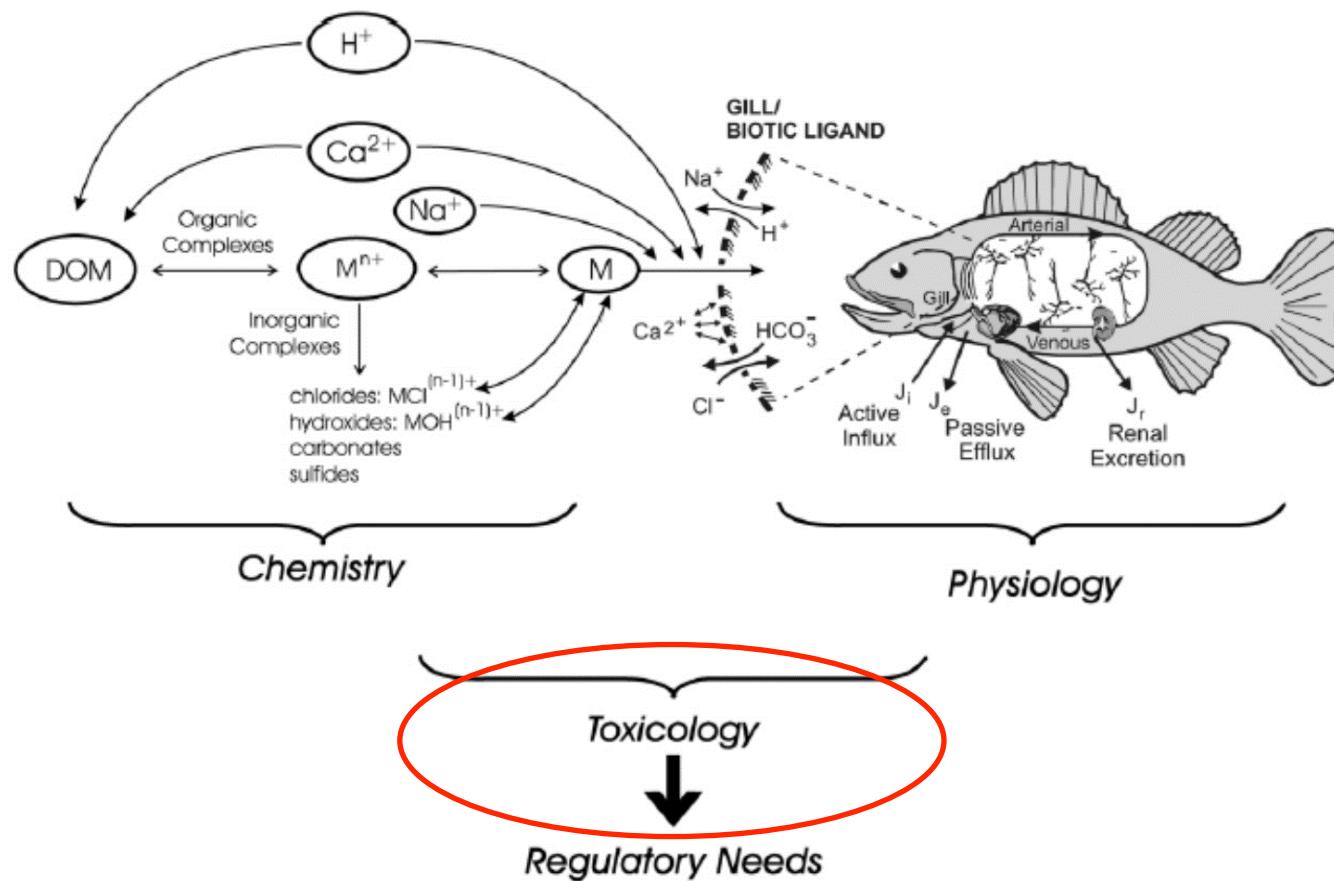
- HgCl_2^0 et CH_3HgCl^0 : Complexes lipophiles



- Plusieurs **preuves d'un transport facilité du Hg**
- Dans les bactéries: mise en évidence d'un transporteur et du transport facilité Hg-AA

Biodisponibilité

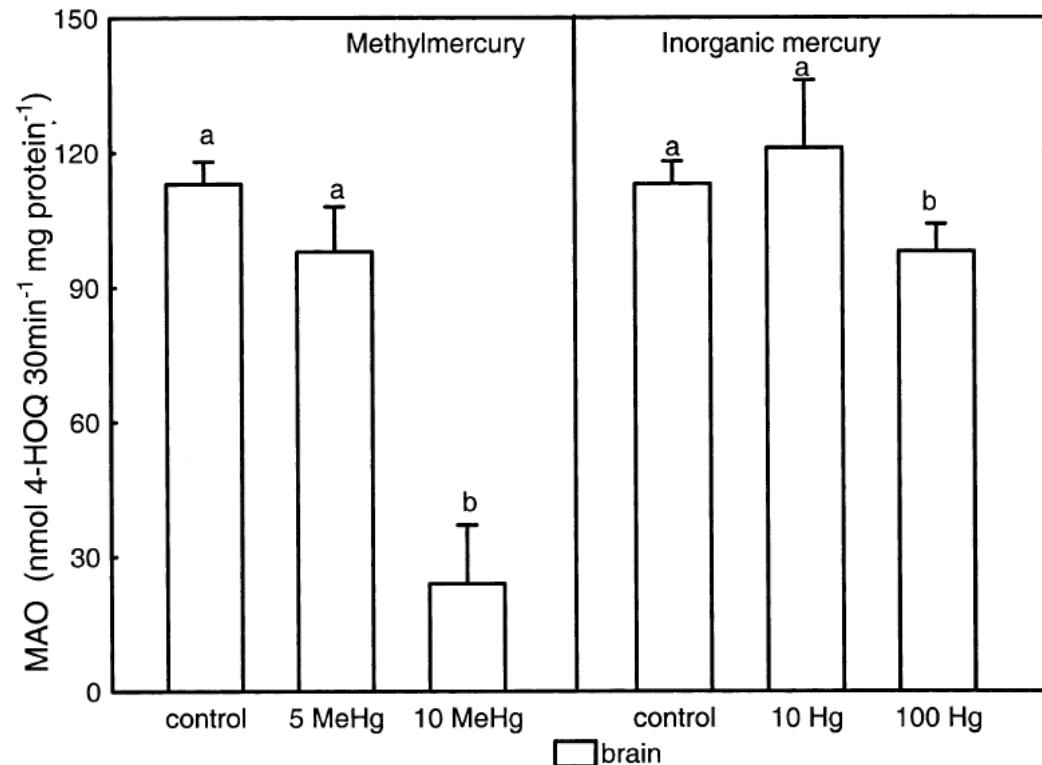
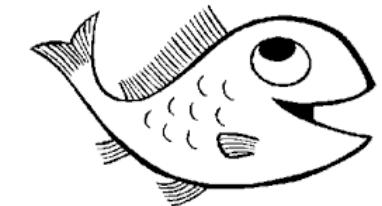
- Développement d'un modèle prédictif: modèle du ligand biotique (BLM)



Toxicité

Toxicité

- Stress oxydatif (production d'espèces réactives de l'oxygène),
Niveau du cerveau, rein, foie



- Pas d'effet sur la croissance ou mortalité
- Diminution de la monoamine oxydase
-> diminution de l'activité comportementale

Saumons nourris avec de la nourriture enrichie en Hg

Toxicité

Table 4. Concentrations of inorganic Hg (Hg^{II}) and organic methylated Hg (CH_3Hg) at which algal growth or maximal photosystem II quantum yield is reduced by half (EC50)

Algal species	Medium	Measured end points	EC50 (Hg^{II}) (nM)	EC50 (CH_3Hg) (nM)	Reference
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	Mediterranean surface water, spiked with N, P, vitamins (at f/2 concentrations), and Si (at f/10 concentrations); no added metals, no EDTA	Cell densities	3.2		[137]
<i>Dunaliella tertiolecta</i>			5000		
<i>Emiliania huxleyi</i>			800		
<i>Oscillatoria woronichinii</i>			2.0		
<i>Thalassiosira weissflogii</i>	FRAQUIL, $[Cl^-] = 10^{-5} - 0.32 M$, $pH = 4-8$, $t_{expo} = 4 h$	Cell densities	0.5 ($HgCl_2^0$) ^a	0.5 (CH_3HgCl) ^b	[58]
<i>Microcystis aeruginosa</i>	C medium (for <i>M. aeruginosa</i> , <i>A. falcatus</i> , and <i>Nannoplankton</i>)	Maximal photosystem II quantum yield	65		[100]
<i>Selenastrum capricornutum</i>	and AAP medium (for <i>S. capricornutum</i>)/2		1282		
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>			1412		
<i>Nannoplankton</i>	without EDTA, $[Fe]/100$, and [metal]/2		1700		
<i>T. pseudonana</i>	Hong Kong shore water, spiked with N, P, vitamins, and Si (at f/2 concentrations)	Cell densities	258 ± 1	4.39	[95]
<i>Chlorella autotrophica</i>			482 ± 3	2.44 ± 0.1	
<i>Isochrysis galbana</i>			281 ± 5	3.29	
<i>T. weissflogii</i>	f/2 medium without trace metal stock solutions	Cell densities	250		[101]

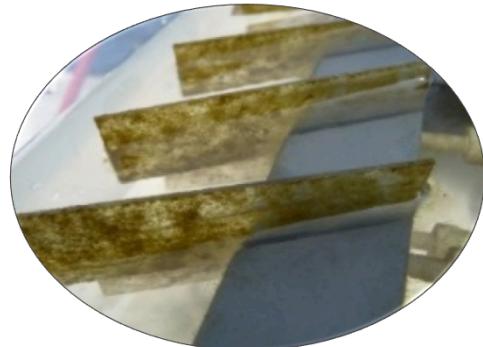
^{a,b}Read on Figure 6c and d, respectively.

FRAQUIL = artificial freshwater medium.

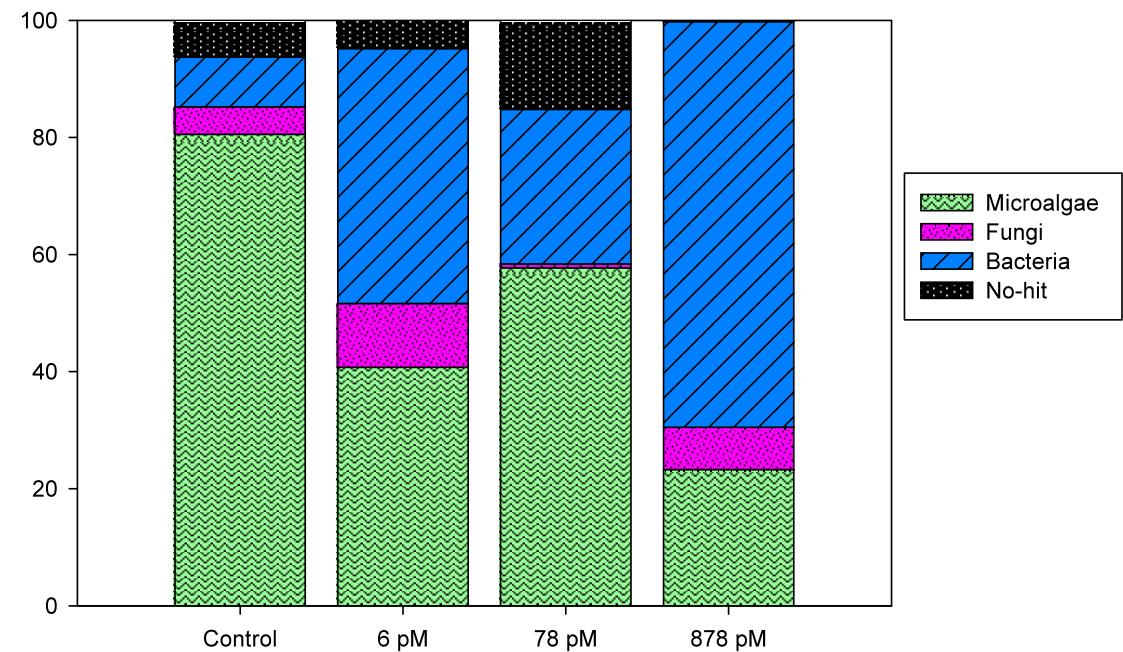
Toxicité

In conclusion, given that growth inhibition in algae has only been demonstrated at Hg^{II} and CH_3Hg concentrations that are rarely, if ever, encountered in natural waters, phytoplankton will most likely not be impacted by ambient Hg concentrations at the population level in the environment.

Le Faucheur et al, ETC, 2014



Communautés de microorganismes qui poussent sur des substrats



Périmyton cultivé pendant 50 jours à différentes $[\text{Hg}^{\text{II}}]$

Conclusion

- Deux formes principales de mercure interagissent avec les organismes aquatiques: Hg(II) et CH_3Hg
- Hg(II) est la forme principale présente dans les eaux mais seulement CH_3Hg se biomagnifie
- Formes biodisponibles? Transport (probablement plusieurs)?
- Toxicité long-terme
- Impact du réchauffement climatique?