



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE



Impacts du mercure sur les organismes aquatiques

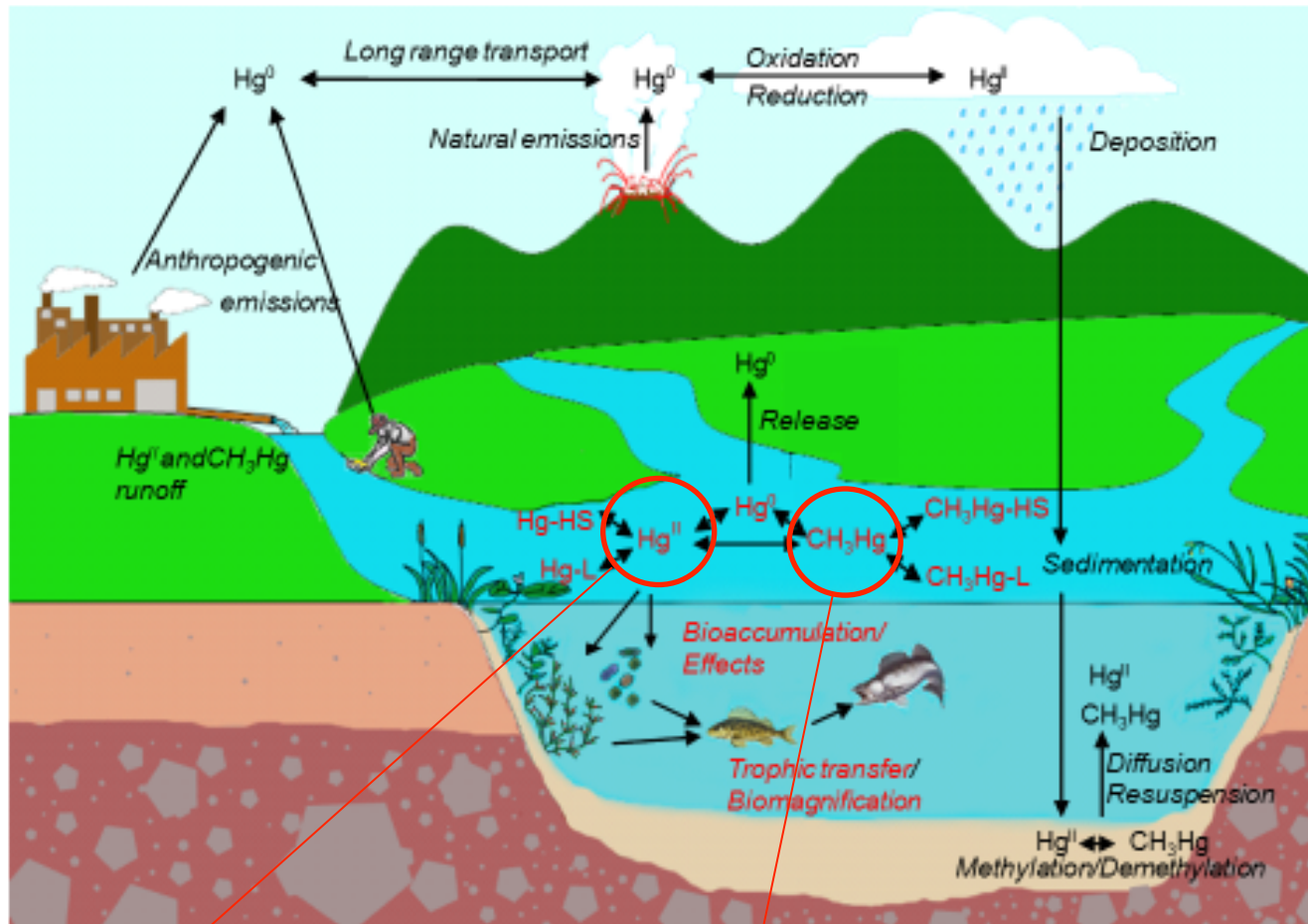
Séverine Le Faucheur

Pourquoi le mercure est-il si particulier?

Plan

- Biamplication
- Biodisponibilité
- Toxicité
- Conclusion

Formes de mercure

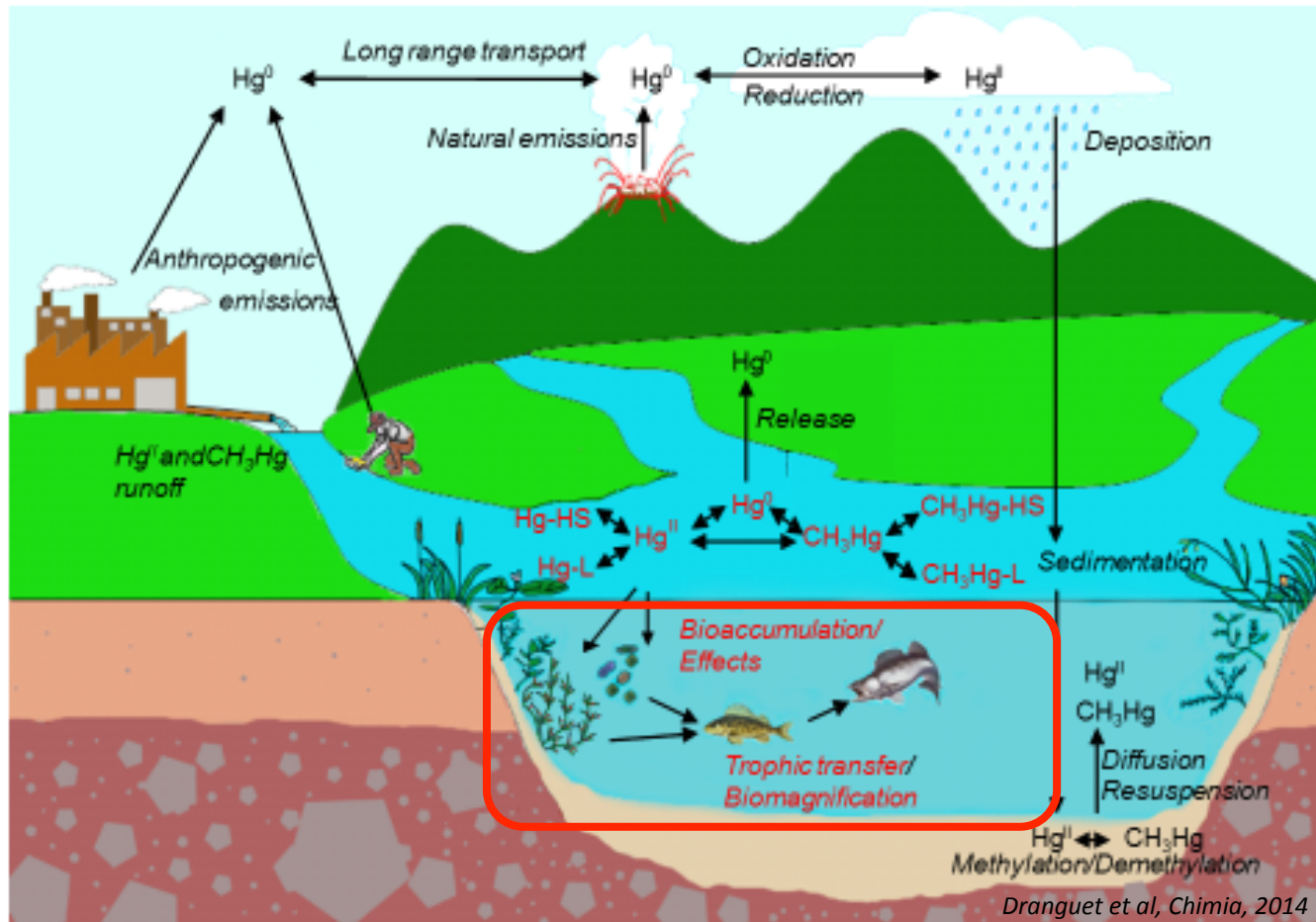


Dranguet et al, Chimia, 14

Mercure inorganique : $\text{Hg}(\text{II})$

Méthylmercure : CH_3Hg

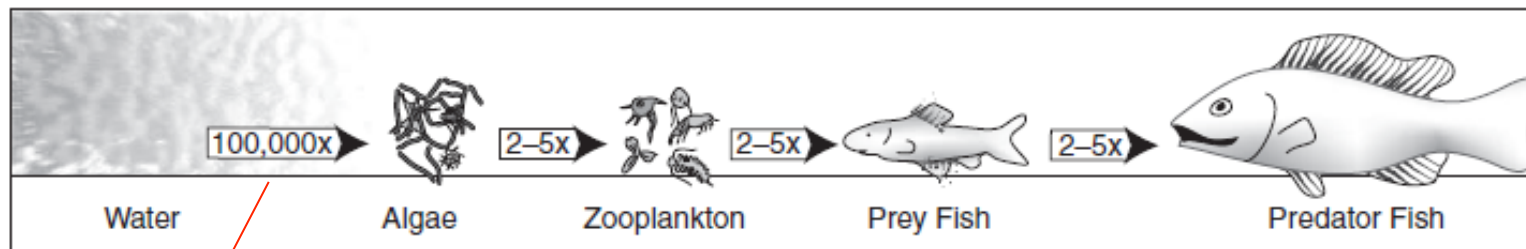
Formes de mercure



Bioamplification

Bioamplification

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



Black et al. in Mercury in the environment, editor: Bank, 2013

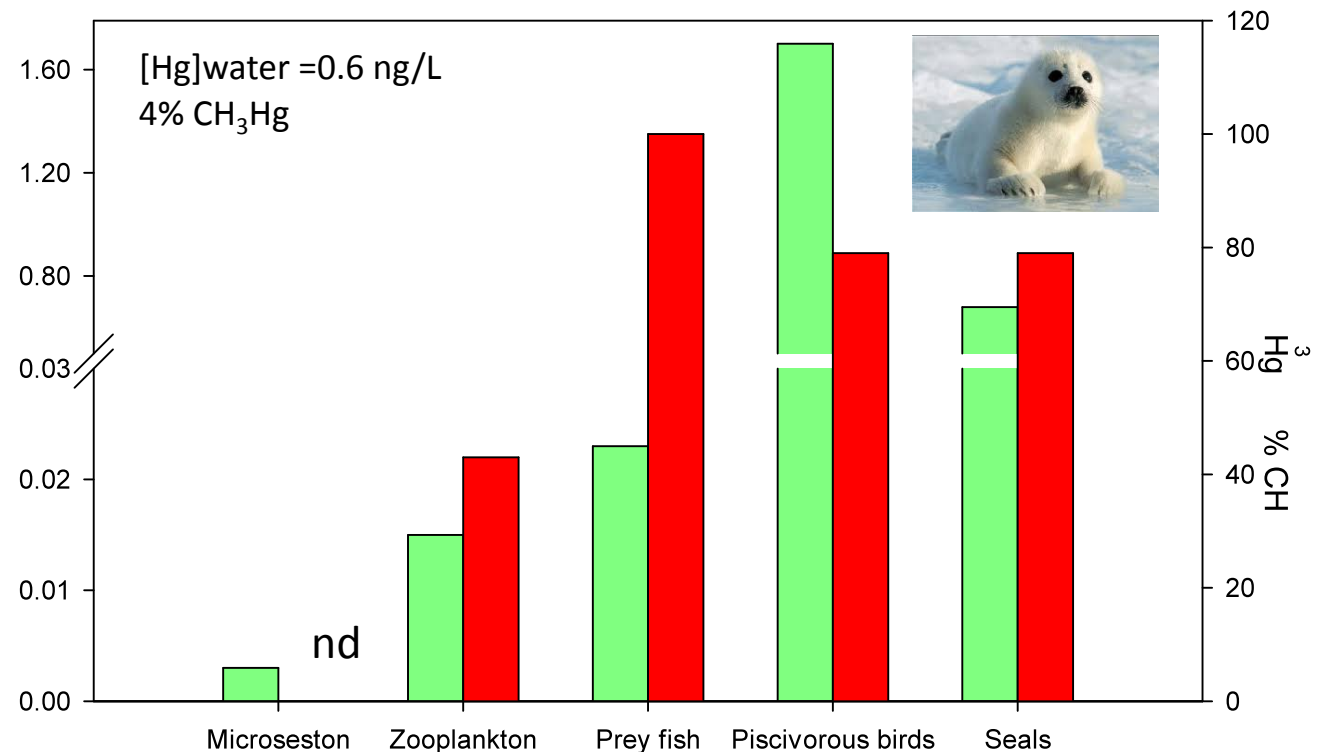
BMF= Facteur de bioamplification

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

Bioamplification

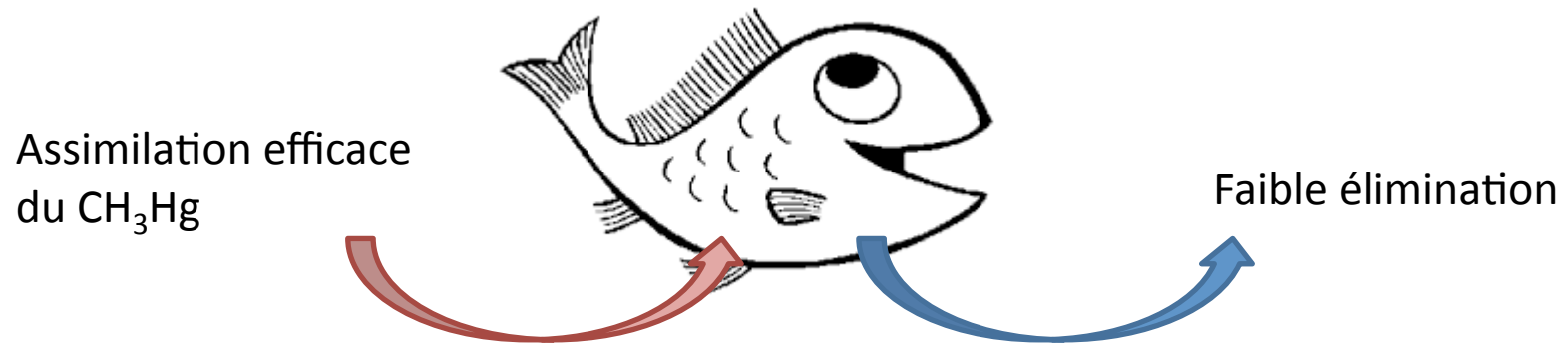


- $BMF = 10^4$ entre l'eau et le microseston
- $BMF = 100$ fois entre les poissons et les oiseaux piscivores
- Bioamplification augmente avec le nombre de niveaux trophiques



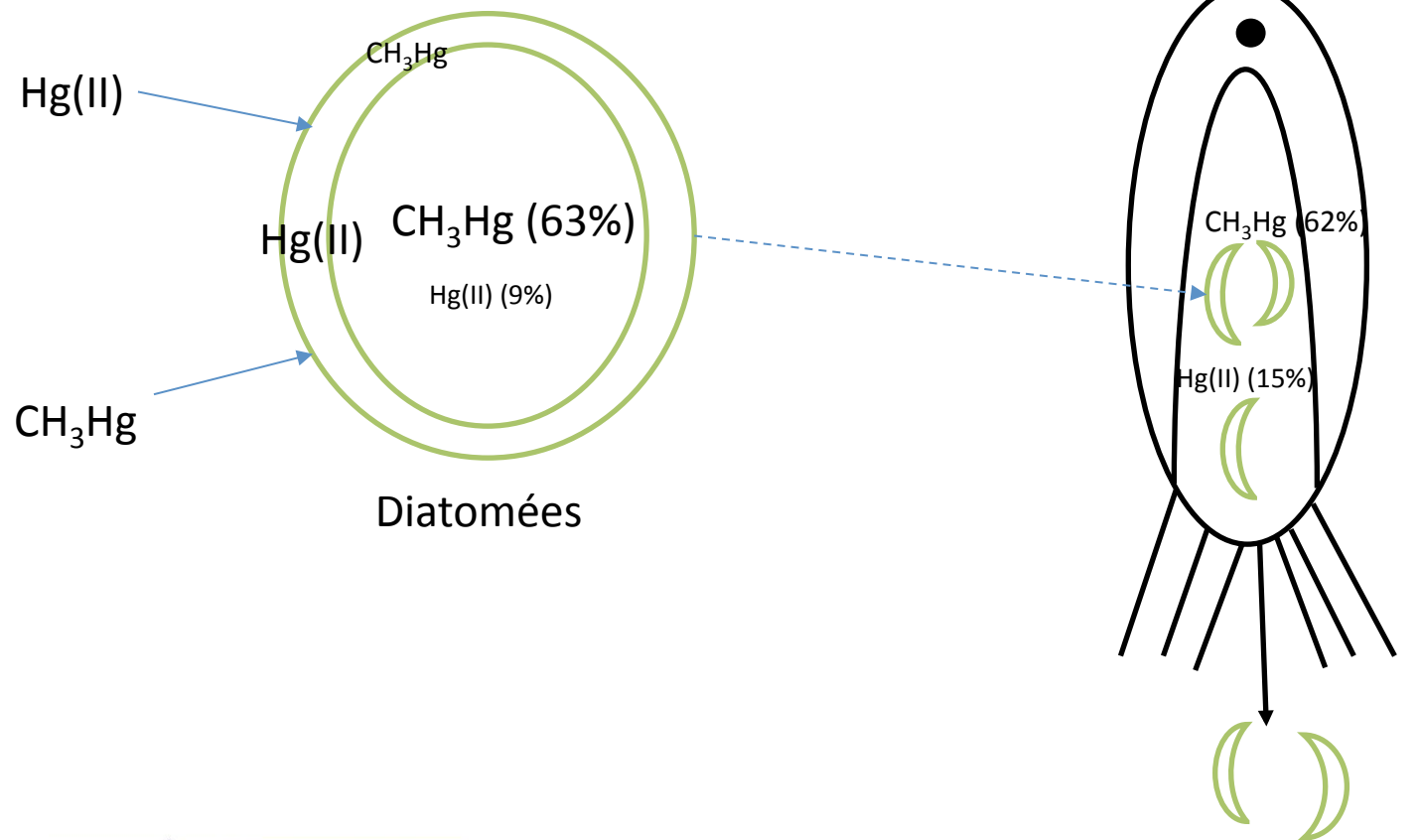
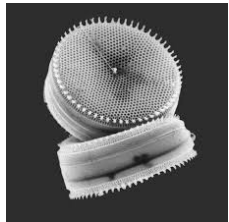
Bioamplification

Hg > 80-99% sous la forme CH_3Hg



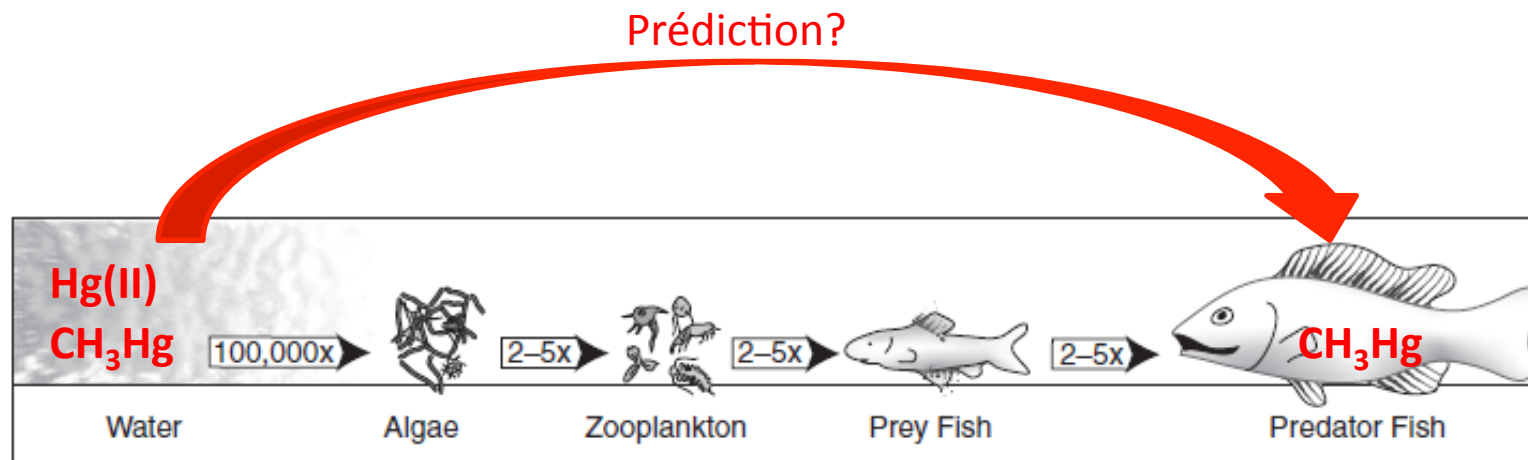
- Les poissons obtiennent CH_3Hg en majorité par leur nourriture
- CH_3Hg contenu dans les muscles des poissons
- Contenu en CH_3Hg dans les poissons dépend: espèce, sexe, âge, poids, taille, position dans la chaîne alimentaire

Bioamplification



Tirée de Mason et al, EST, 96 and Morel et al, Annu. Rev. Ecol. Syst. 98

Bioamplification



Black et al. in Mercury in the environment, editor: Bank, 2013

- Contenu en CH_3Hg dans les poissons dépend:



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

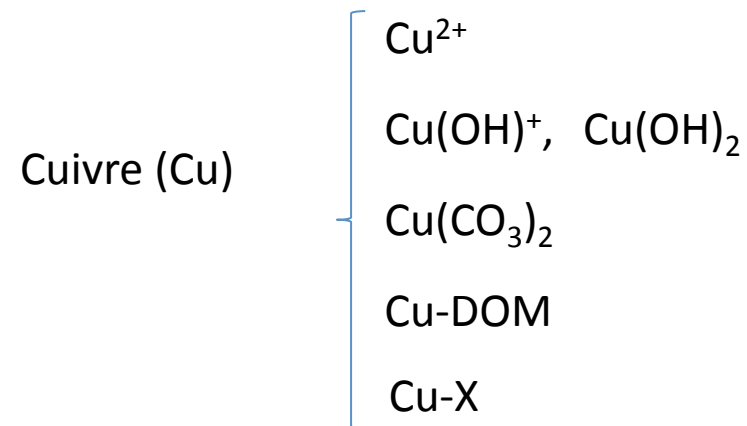


- pH de l'eau ambiante, concentration en carbone organique dissout, température...

Biodisponibilité

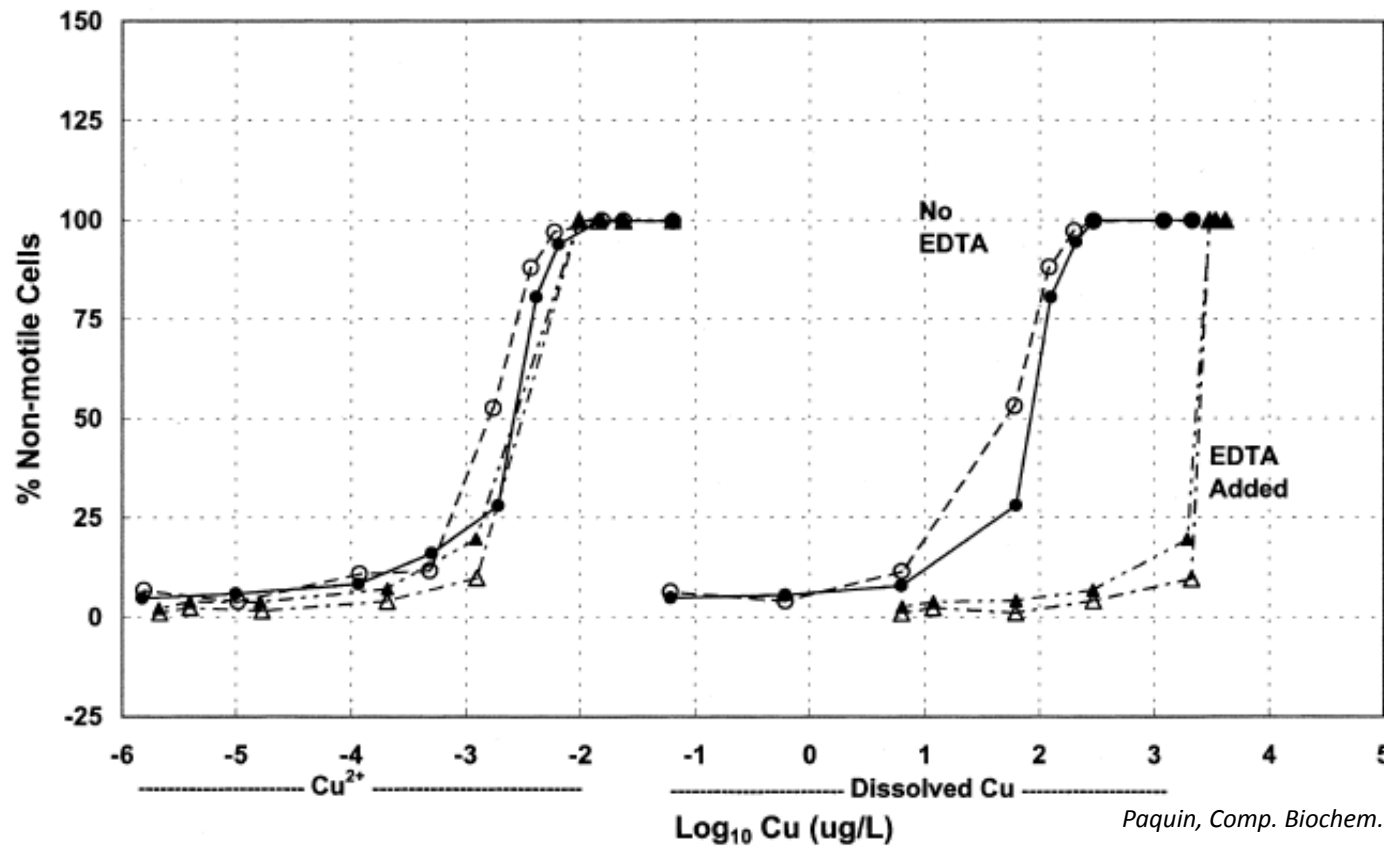
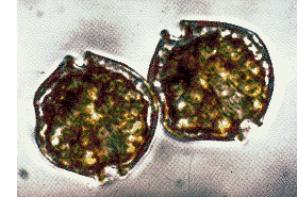
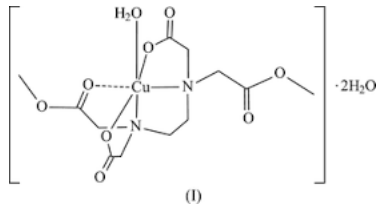
Biodisponibilité

- 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



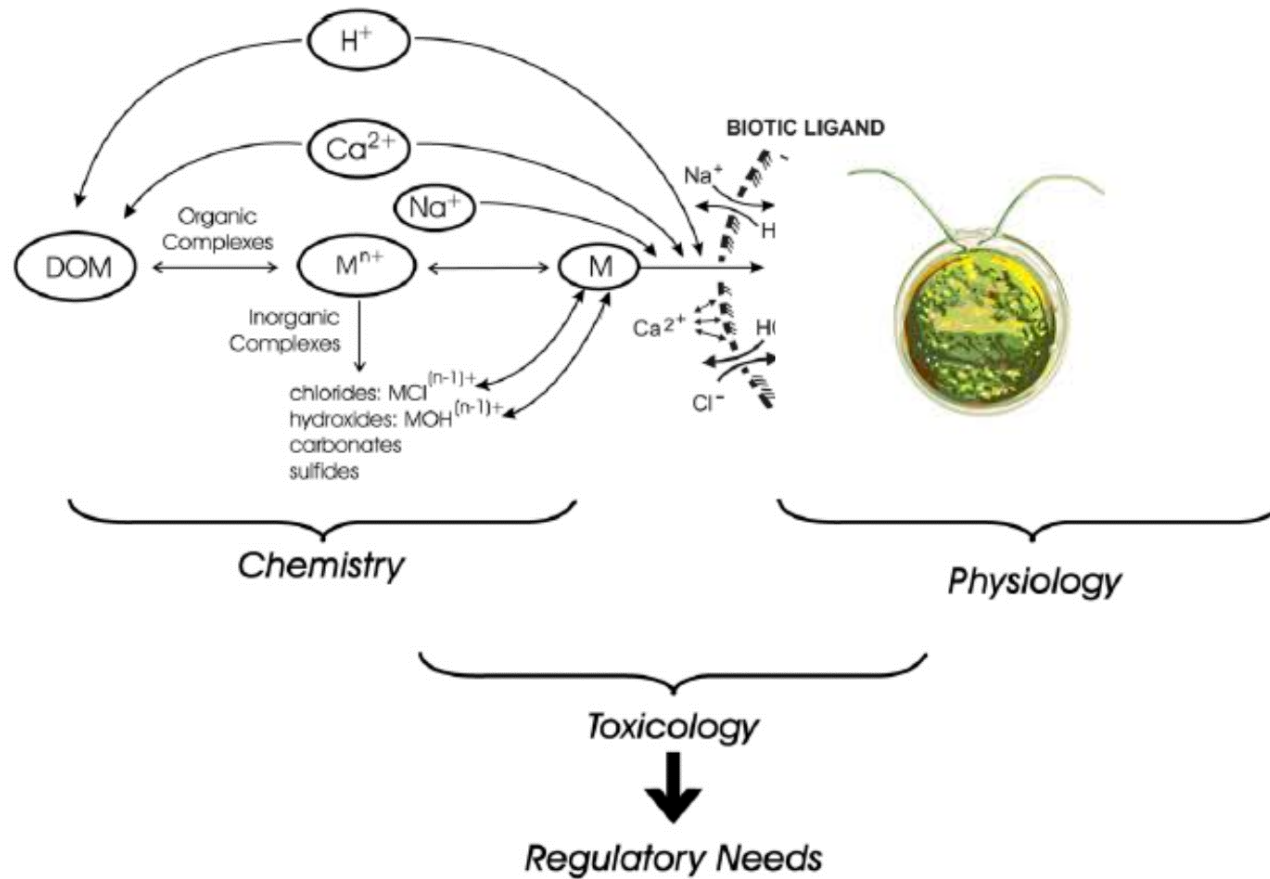
Paquin, Comp. Biochem. Physiol. Part C, 2002

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



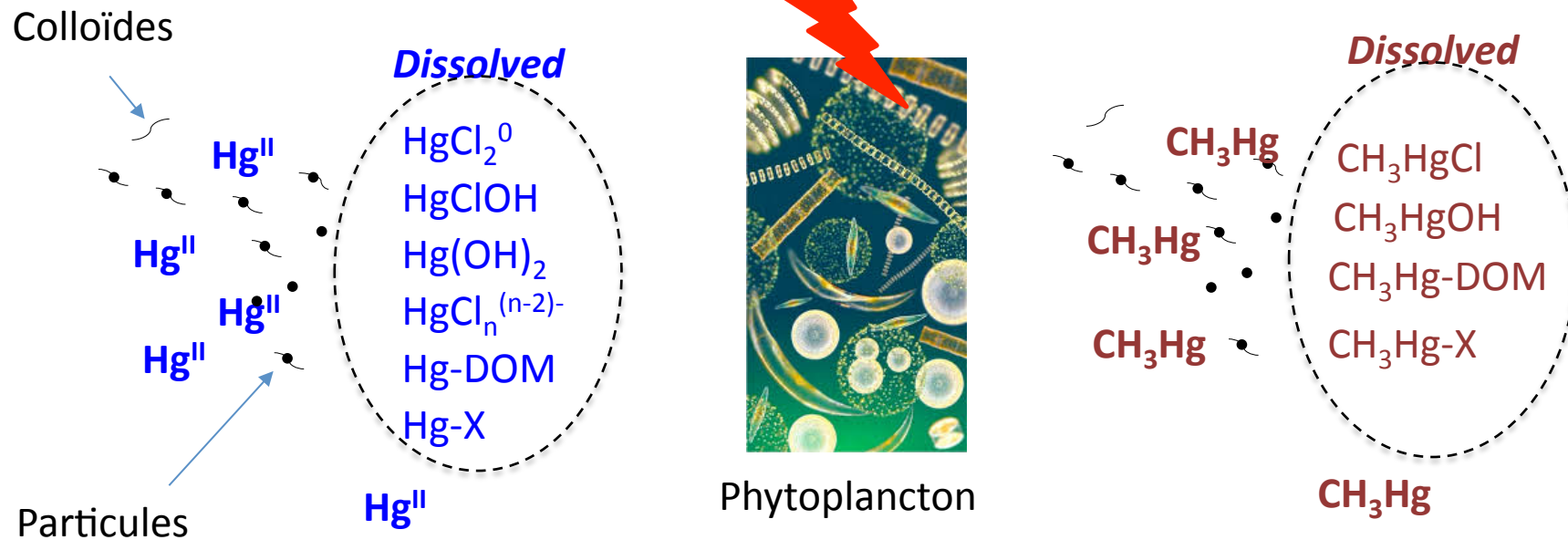
Biodisponibilité

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



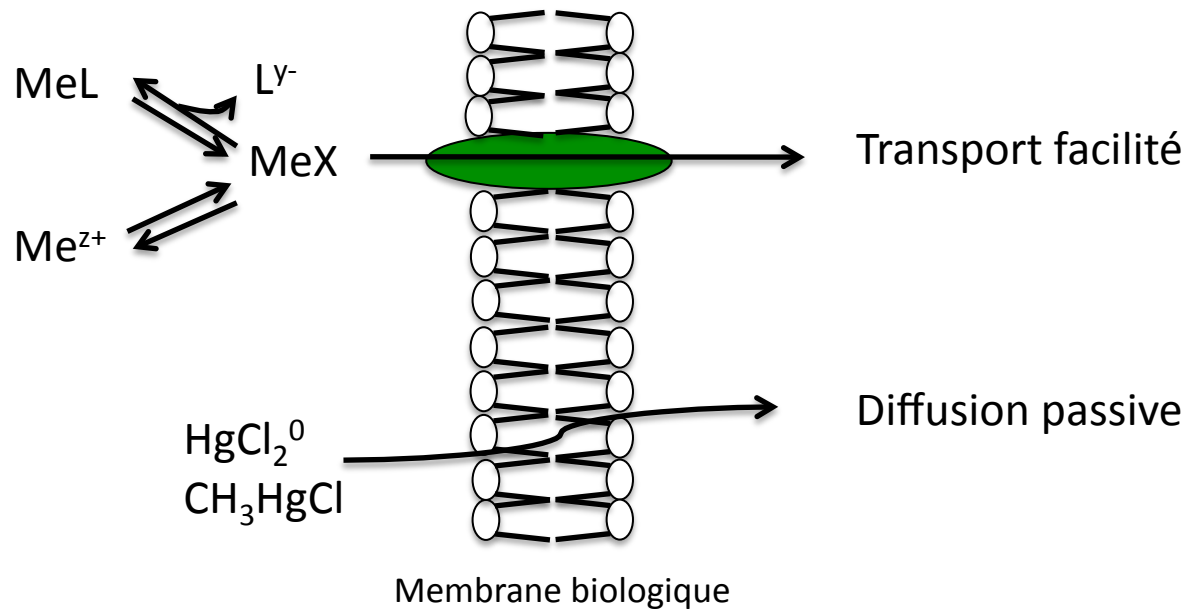
Biodisponibilité

Quelles espèces biodisponibles?



Biodisponibilité

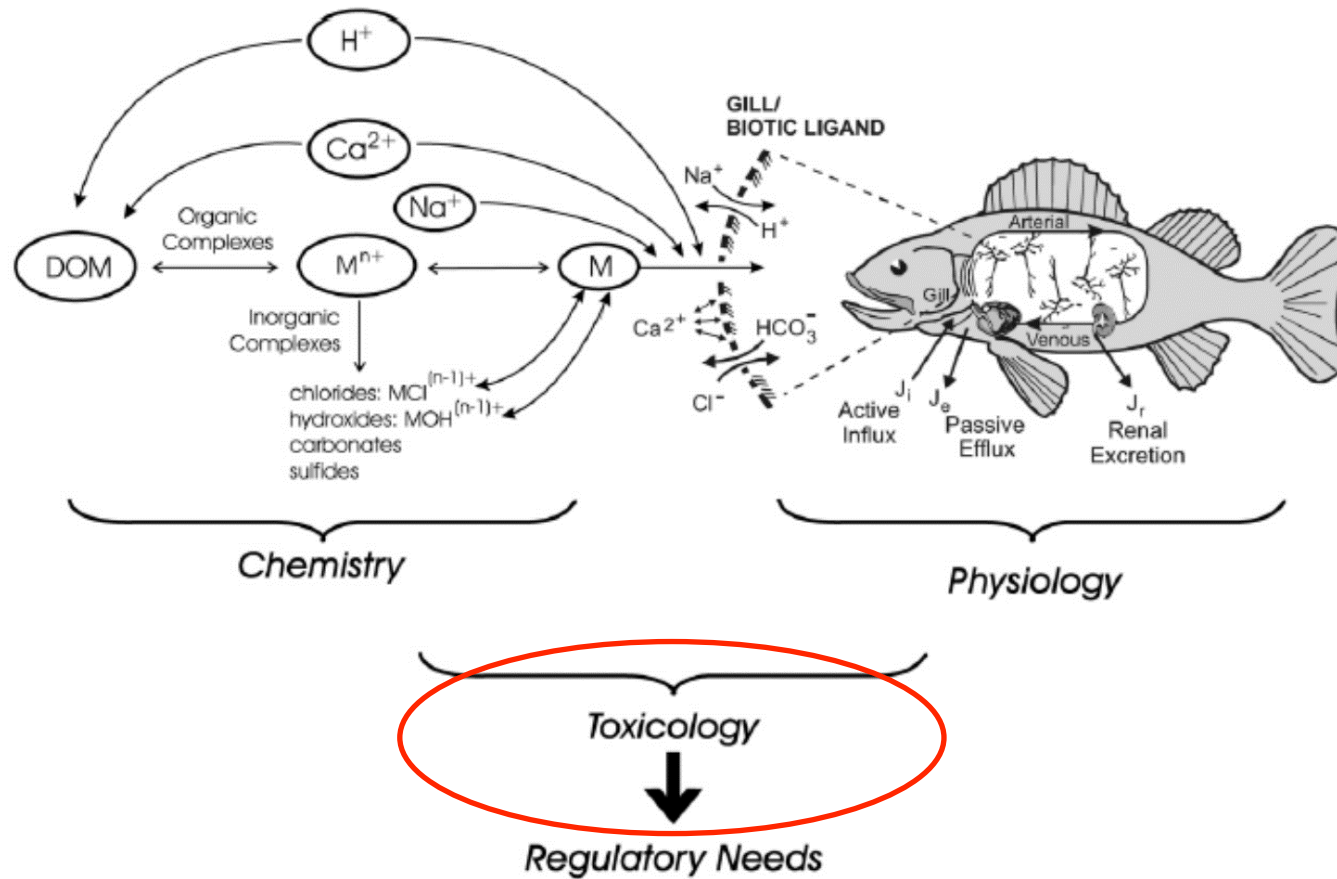
- HgCl_2^0 et CH_3HgCl^0 : Complexes lipophiles



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

Biodisponibilité

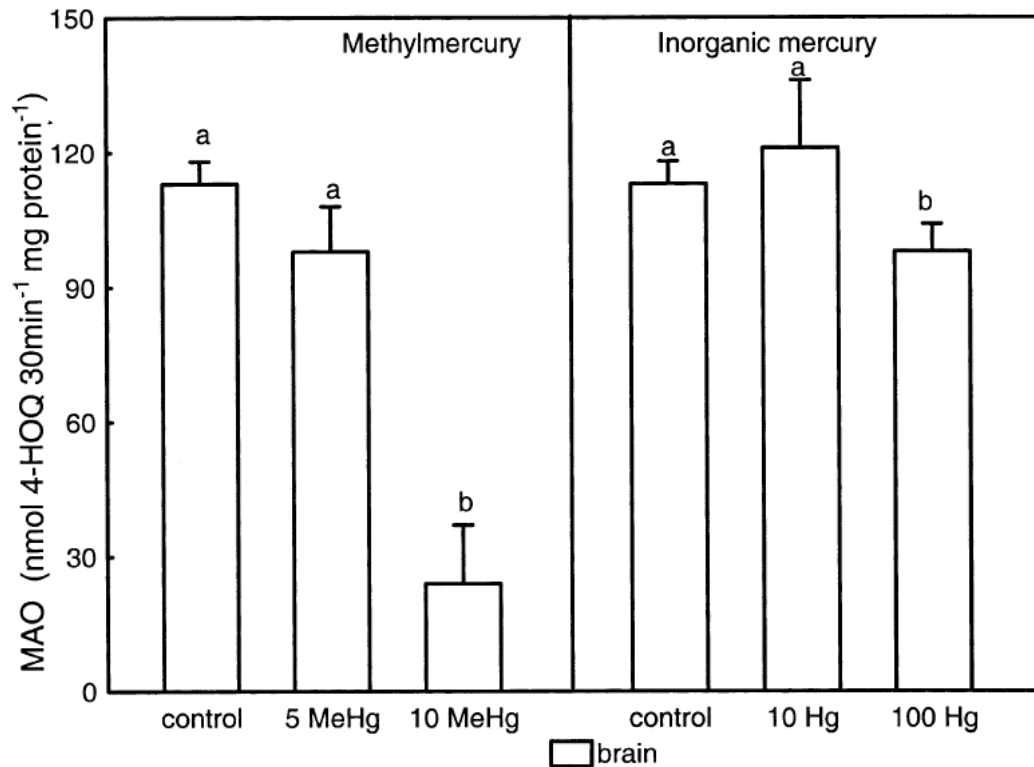
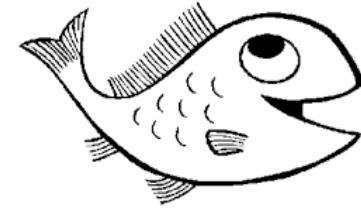
- Développement d'un modèle prédictif: modèle du ligand biotique (BLM)



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,	Cell densities	3.2		[137]
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	spiked with N, P, vitamins		5000		
<i>Emiliania huxleyi</i>	(at f/2 concentrations), and		800		
<i>Oscillatoria woronichinii</i>	Si (at f/10 concentrations); no added metals, no EDTA		2.0		
<i>Thalassiosira weissflogii</i>	FRAQUIL, $[\text{Cl}^-] = 10^{-5} - 0.32 \text{ M}$, $\text{pH} = 4-8$, $t_{\text{expo}} = 4 \text{ h}$	Cell densities	$0.5 (\text{HgCl}_2^0)^{\text{a}}$	$0.5 (\text{CH}_3\text{HgCl})^{\text{b}}$	[58]
<i>Microcystis aeruginosa</i>	C medium (for <i>M. aeruginosa</i> ,	Maximal photosystem	65		[100]
<i>Selenastrum capricornutum</i>	<i>A. falcatus</i> , and <i>Nannoplankton</i>)	II quantum yield	1282		
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	and AAP medium (for <i>S. capricornutum</i>)		1412		
<i>Nannoplankton</i>	without EDTA, $[\text{Fe}]/100$, and $[\text{metal}]/2$		1700		
<i>T. pseudonana</i>	Hong Kong shore water, spiked with N, P,	Cell densities	258 ± 1	4.39	[95]
<i>Chlorella autotrophica</i>	vitamins, and Si (at f/2 concentrations)		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]

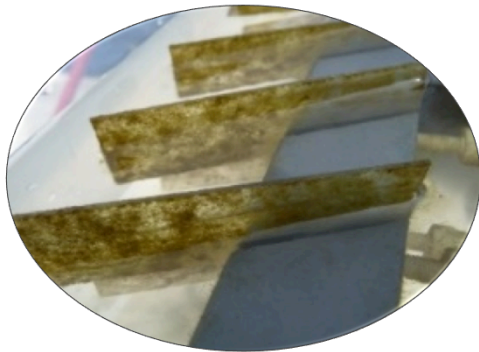
^{a,b}Read on Figure 6c and d, respectively.

FRAQUIL = artificial freshwater medium.

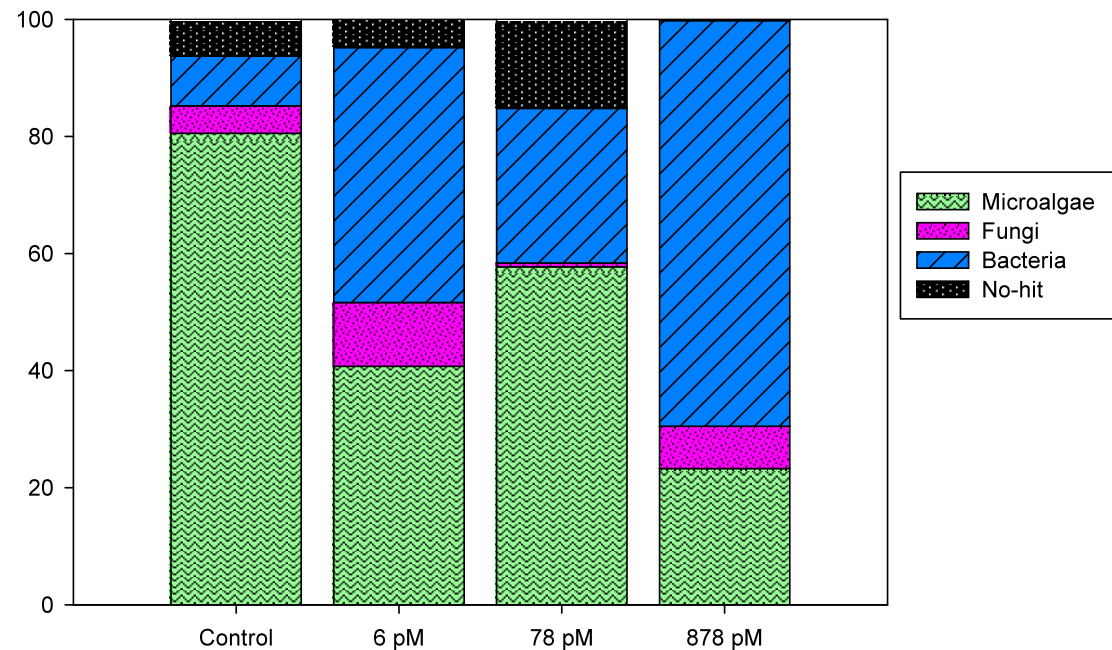
Toxicité

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



Périphyton cultivé pendant 50 jours à différentes [Hg]

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?