

Projet de recherche :

- Contamination polymétallique des Lacs AQuitains et impacts Humains (CLAQH)

Régine Maury-Brachet

Université de Bordeaux/UMR EPOC 5805

équipe d'Ecotoxicologie Aquatique

Station Marine d'Arcachon Plce dr Peyneau 33120 ARCACHON

regine.maury-brachet@u-bordeaux.fr

Tél : 05 56 22 39 28

université
de **BORDEAUX**

- **Historique et contexte**
- **Quelques clefs pour comprendre les mécanismes de contamination par le mercure**
- **Démarche scientifique du projet CLAQH**
- **Conclusion**

Historique et contexte :

→ **décembre 2011** : association de Pêche de Hourtin, 25 kilos de poissons ont été prélevés dans le lac de Hourtin-Carcans pour analyse.

→ Résultats : 1,4 mg Hg total.kg⁻¹ p.f. pour le sandre, 1 mg Hg total.kg⁻¹ p.f. pour le brochet .

Recommandation alimentaire de l'Europe (défini par l'ANSES):

< 0,5 sandre et 1 mg Hg total.kg⁻¹ p.f. brochet

→ **juillet 2012** : le préfet de Gironde interdit la consommation des sandres dans le lac de Hourtin-Carcans.

Avis de l'ANSES :

→ À la demande de l'ARS : L'ANSES lance une étude et rend son avis :

| Lacs | prélèvements | Gardon (omnivore) | Sandre (carnassier) | Brochet (carnassier) |
|---------------------|--------------|----------------------|------------------------|-------------------------|
| Hourtin Carcans | Juin | 0,12 | 0,92 | 0,91 |
| Lacanau | Sept./Oct. | 0,08 | 0,5 | 0,32 |
| Cazaux Sanguinet | Octobre | 0,16 | 0,31 | 0,19 |
| Parentis Biscarosse | Nov./Déc. | 0,07 | 0,16 | 0,07 |
| Aureilhan | Janvier | 0,05 | 0,12 | 0,14 |

concentration en mercure dans la chair de poisson Hg mg/kg poids frais (N=5)

→ **juillet 2013** : Mesure de gestion sanitaire : les sandres des lacs de Hourtin/Carcans et Lacanau INTERDITS à la consommation.

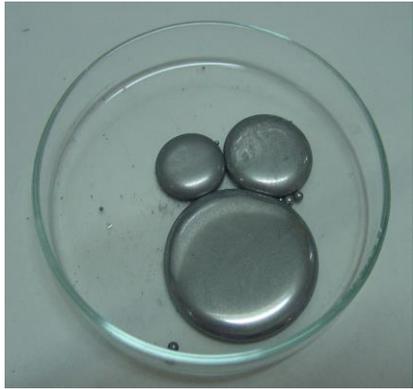
- Pourquoi certaines espèces de poissons et certains lacs semblent plus contaminés que d'autres ?
- Comment se répartit ce mercure au sein de chaque écosystème ?
- Quelle est l'origine de la pollution par le mercure de ces poissons ?
- Quels impacts cette pollution peut avoir sur la population humaine ?
- Quelle est la perception du risque par les consommateurs ?

Origine de la contamination par le mercure

➔ **sources naturelles** : volcans, roches, océan...

➔ **sources liées aux activités humaines** : industries du chlore, incinération, destruction des forêts, amalgames dentaires et l'extraction minière : l'orpaillage ...

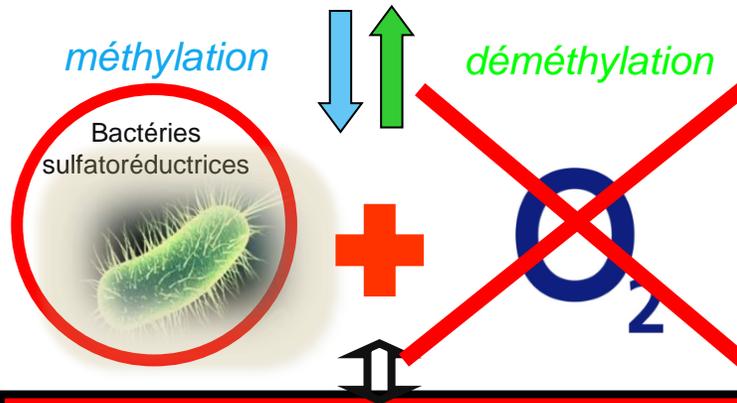
Quelques clefs pour comprendre les mécanismes de contamination par le mercure



Hg° : mercure élémentaire
(métal liquide à la température ordinaire – forme volatile)

oxydation ↓ ↑ réduction

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



MMHg : mercure organique
monométhylmercure (CH_3HgX)

spéciation
chimique du
mercure

Biofilm ou périphyton

Quelques clefs pour comprendre les mécanismes de contamination par le mercure

Biofilm ou périphyton



Biofilm recouvre les plantes, sédiment, cailloux...

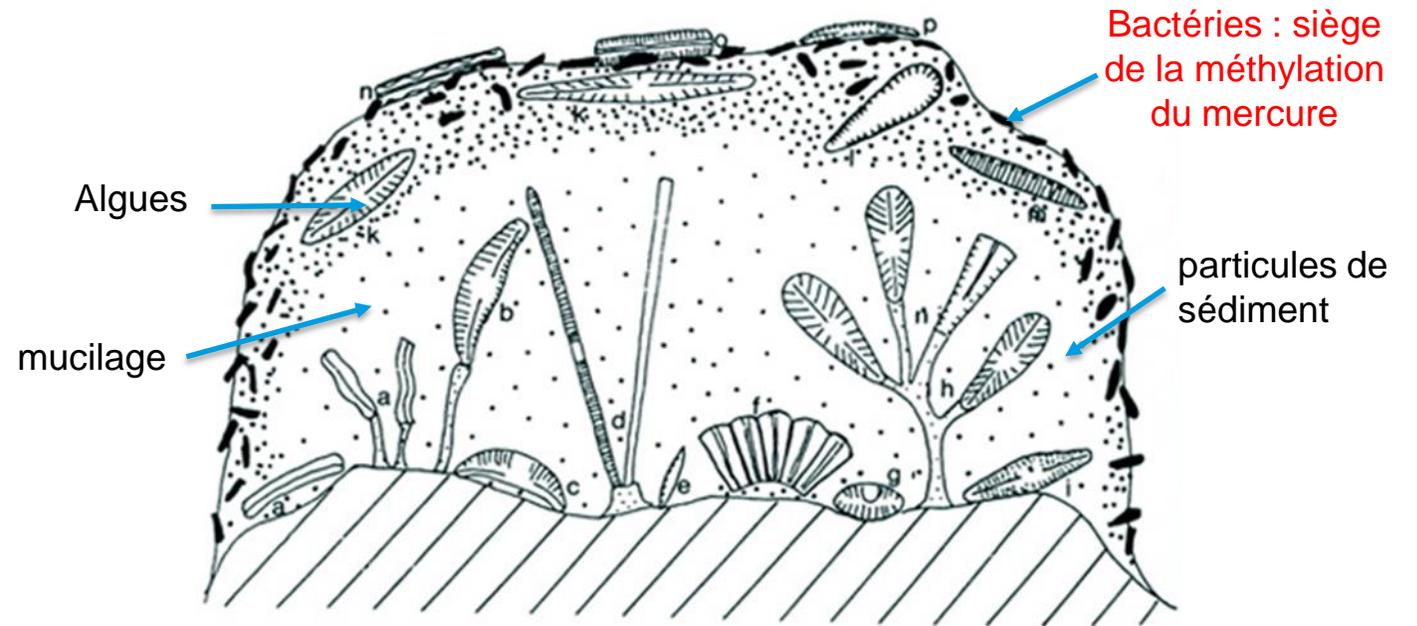
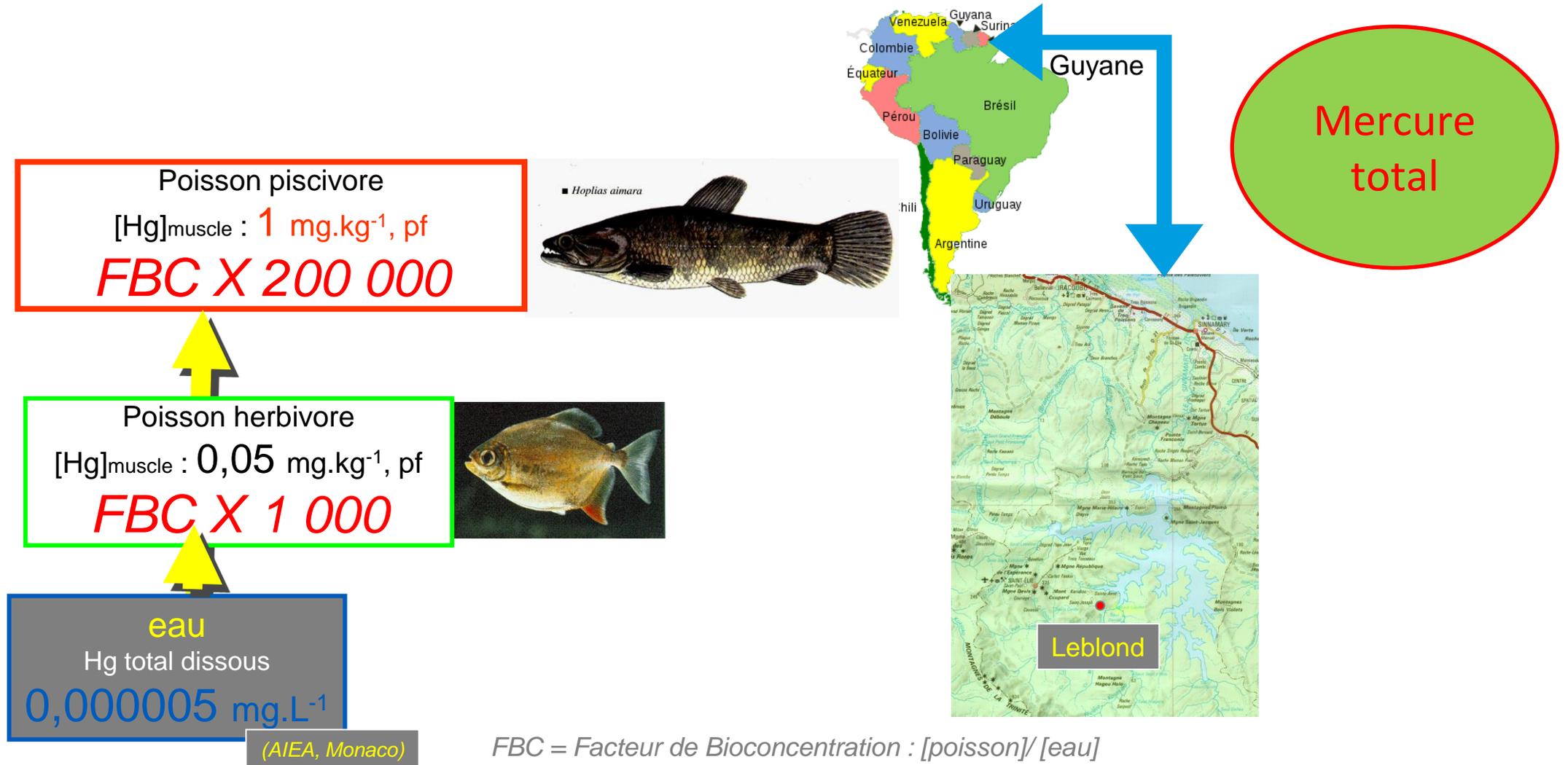
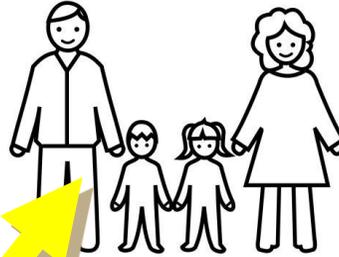


Schéma du biofilm (d'après Round, 1993)

Bioaccumulation & bioamplification



Bioaccumulation & bioamplification



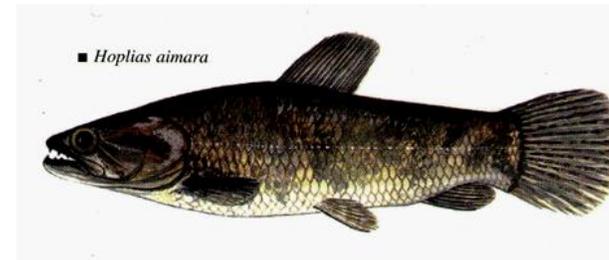
Transfert du Hg vers les populations humaines qui consomment du poisson

Méthylmercure

Poisson piscivore
(*Hoplias aimara*)

[MMHg]_{muscle} : 1 mg.kg⁻¹, pf

94 % du Hg total
FBC X 20 millions



(AIEA, Monaco)

eau

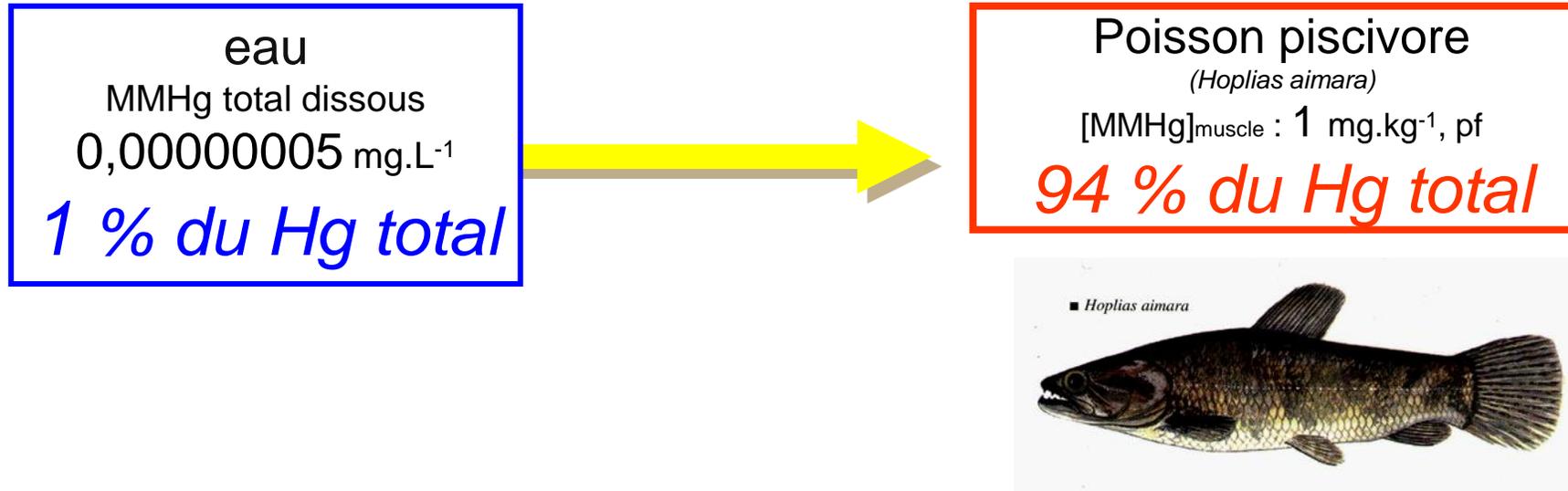
MMHg total dissous
0,00000005 mg.L⁻¹

1 % du Hg total

MMHg
Fort pouvoir de pénétration
Difficile à éliminer

FBC = Facteur de Bioconcentration : [poisson]/[eau]

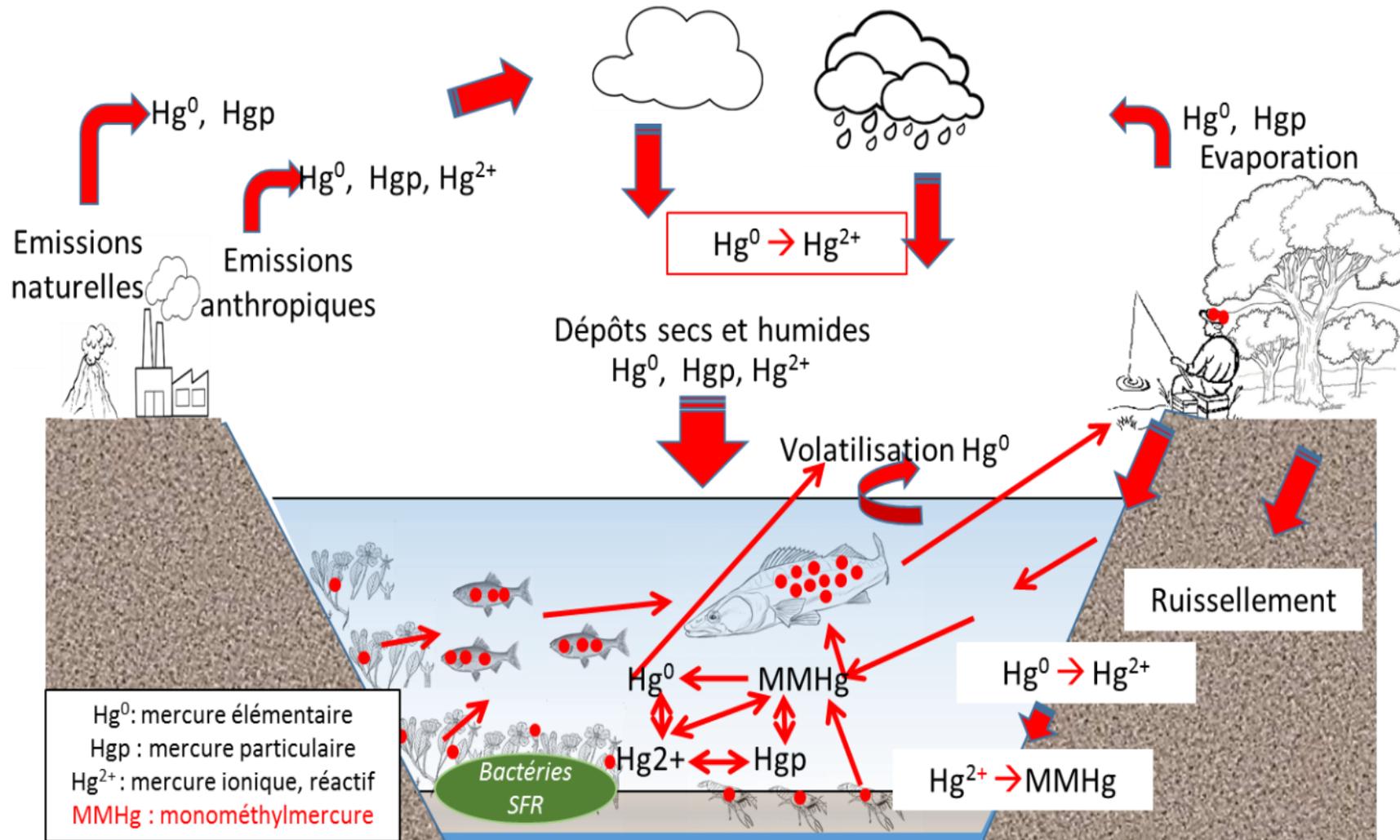
Bioaccumulation & bioamplification



Il y a autant de MMHg dans 20 millions de litres d'eau que dans 1 aymara

On peut se baigner ou boire l'eau : Aucun risque de contamination par le mercure

Cycle biogéochimique du mercure

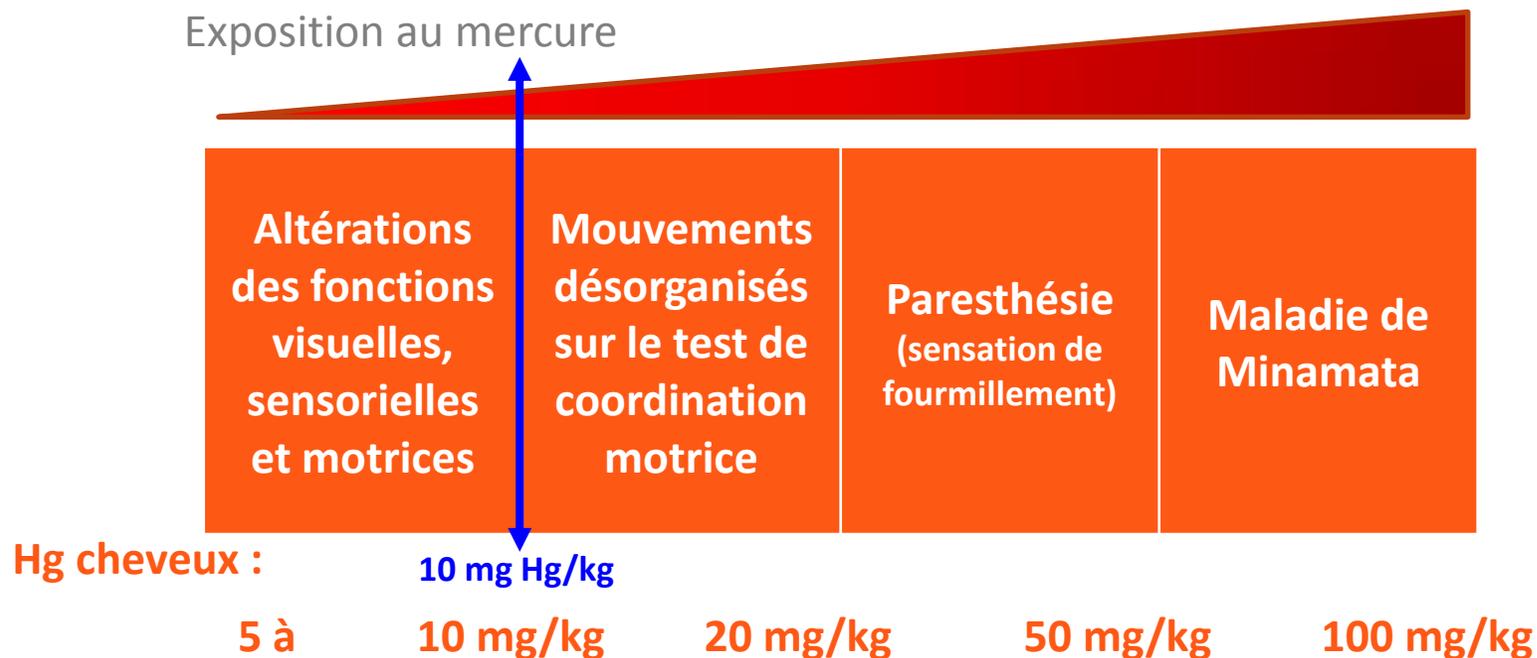


Liens entre la concentration de mercure dans les cheveux et les effets sur la santé (Mergler et Lebel, 2001).

Les cheveux sont de bons indicateurs pour évaluer l'imprégnation mercurielle chez l'homme

Norme OMS dans les cheveux : 10 mg/kg poids sec, va passer à 5 mg/kg poids sec
Moyenne en France : 0,6 mg/kg ps

Signes cliniques et valeurs d'imprégnation capillaire



Proposition pour le projet CLAQH : Niveau d'étude - principaux lacs Aquitains



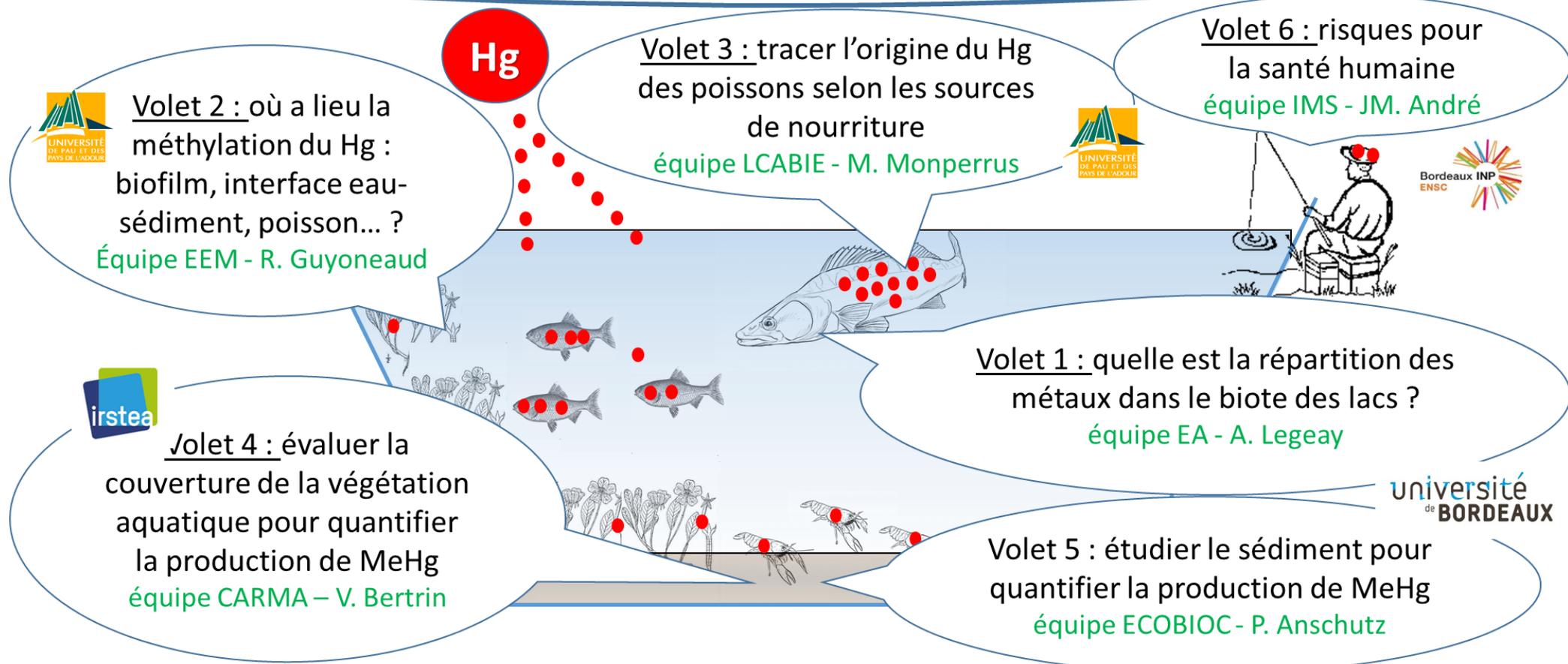
Proposition pour le projet CLAQH : Niveau d'étude - principaux lacs Aquitains

| Nom du lac | Superficie (km ²) | Profondeur maximale (m) | niveau d'enrichissement en matière organique du lac et mesure de la transparence |
|----------------------|-------------------------------|-------------------------|--|
| Hourtin-Carcans | 62 | 11 | eutrophe |
| Lacanau | 20 | 8 | méso-eutrophe |
| Cazaux-Sanguinet | 58 | 23 | oligo-mésotrophe |
| Parentis-Biscarrosse | 35 | 20,5 | méso-eutrophe |

Organisation du programme : plusieurs volets de recherche

Volet 0 : pilotage et gouvernance

équipe EA - R. Maury-Brachet (coordinatrice) et le post doctorant



Volet 0 : pilotage et gouvernance – durée 4 ans

→ **Coordination : R. Maury-Brachet**

- ❖ Interlocutrice privilégiée : partenaires scientifiques ; financeurs ; associations ; collectivités...
- ❖ Une réunion de lancement en présence des partenaires et des financeurs
- ❖ organisation et gestion des missions de prélèvements sur le terrain
- ❖ synthèse des données scientifiques
- ❖ rédaction des rapports annuels et finaux
- ❖ Points semestriels entre les différents partenaires et 12, 24 et 36 mois : rapport

→ **base de données commune** aux 6 partenaires mise à disposition des financeurs et des gestionnaires

→ **À la fin du projet** : présentation au grand public : réunions publiques, exposition itinérante (Cap Sciences)

Avis de l'ANSES :

| Lacs | prélèvements | Gardon (omnivore) | Sandre (carnassier) | Brochet (carnassier) |
|---------------------|--------------|-------------------|---------------------|----------------------|
| Hourtin Carcans | Juin | 0,12 | 0,92 | 0,91 |
| Lacanau | Sept./Oct. | 0,08 | 0,5 | 0,32 |
| Cazaux Sanguinet | Octobre | 0,16 | 0,31 | 0,19 |
| Parentis Biscarosse | Nov./Déc. | 0,07 | 0,16 | 0,07 |
| Aureilhan | Janvier | 0,05 | 0,12 | 0,14 |



+

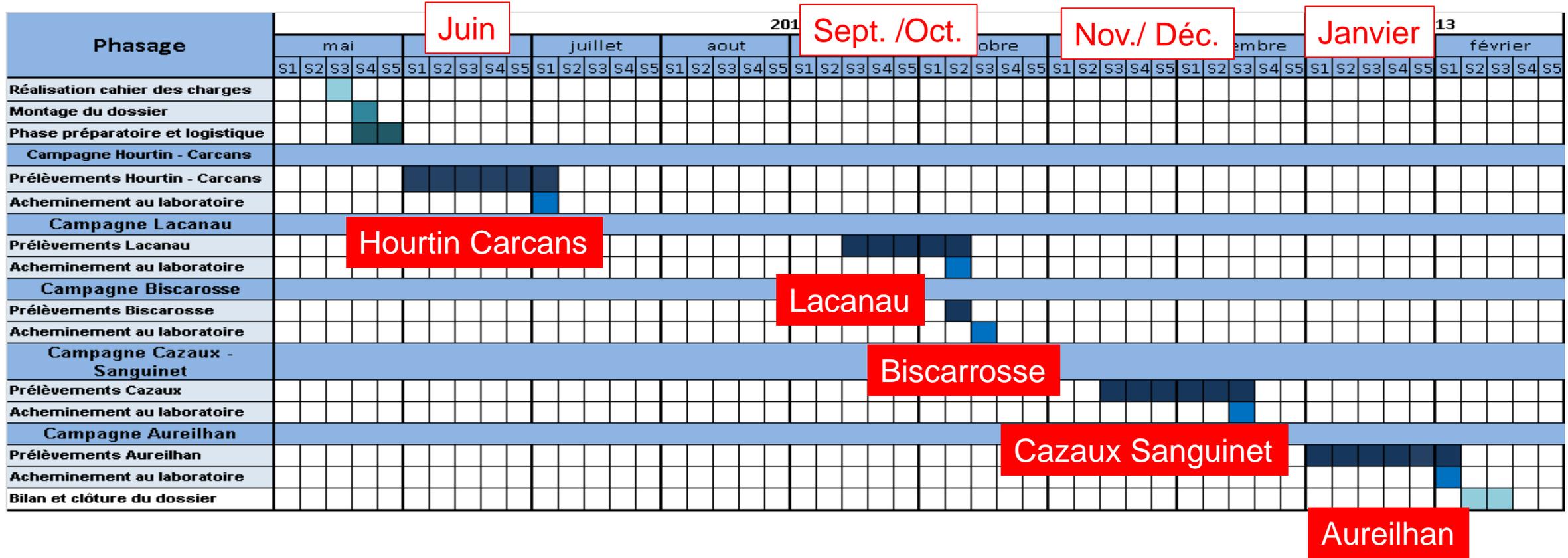
Gradient de contamination Nord Sud ???

-

concentration en mercure dans la chair de poisson Hg mg/kg poids frais (N=5)

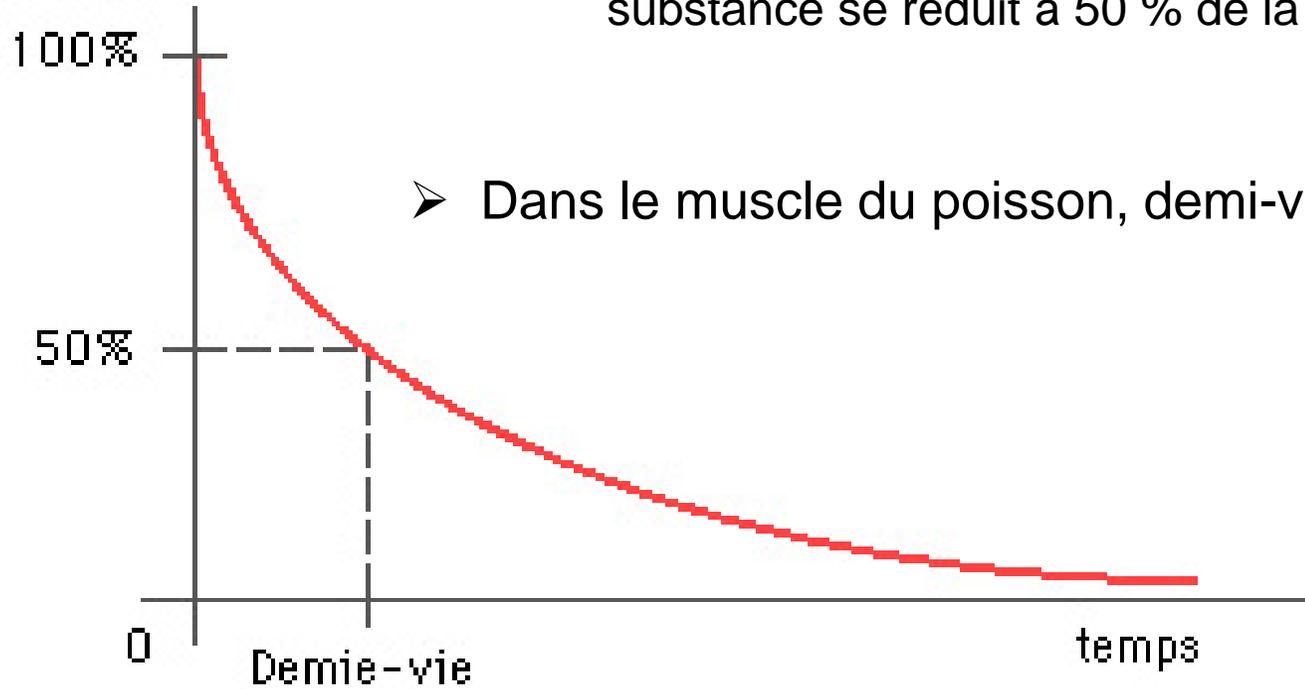
Avis de l'ANSES :

Etude de l'Anses :



Avis de l'ANSES :

% de Parent



La demi-vie d'une molécule : temps au cours duquel la concentration d'une substance se réduit à 50 % de la concentration de départ

➤ Dans le muscle du poisson, demi-vie du **Méthylmercure** : de 30 à 90 jours

1^{ère} question : Gradient de contamination existe ou lié à la période de prélèvement ?

Saisine n°2012-SA-0066

Dans l'avis du 10 novembre 2008 (saisine 2008-SA-0190), L'avis distinguait ainsi :

- 1. Les espèces faiblement accumulatrices réglementées à 0,5 mg Hg / kg pf : truites, hotus, ablettes, gardons.
- 2. Les espèces fortement accumulatrices réglementées à 0,5 mg Hg / kg pf : Sandres, aspes, barbeaux, perches, brèmes, tanches, chevesnes, silures.
- 3. Les espèces fortement accumulatrices réglementées à 1 mg Hg / kg pf : anguilles et brochets.

→ 2ème question : **Correspond bien à une réalité écologique de leur niveau dans la chaîne alimentaire ?**

→ Pour répondre à ces 2 questions :

Le projet CLAQH:

Réponse 1^{ère} question :

1^{ère} année : Echantillonnage sur les 4 lacs regroupé sur 2 mois à l'automne pour éliminer l'effet « saison » sur les niveaux de contamination par le mercure des poissons

- **Objectifs : collecter un nombre suffisant d'espèces de poisson**

2^{ème} année : Faire un suivi saisonnier : pour une espèce carnivore et 1 seul lac (4 pêches sur 1 année) :

(variation de : température de l'eau, nourriture disponible, dépense énergétique...)

Réponse 2^{ème} question :

Le volet 1 : permettra d'apporter des réponses sur les différences ou pas de contamination des poissons en fonction de l'espèce et du régime alimentaire

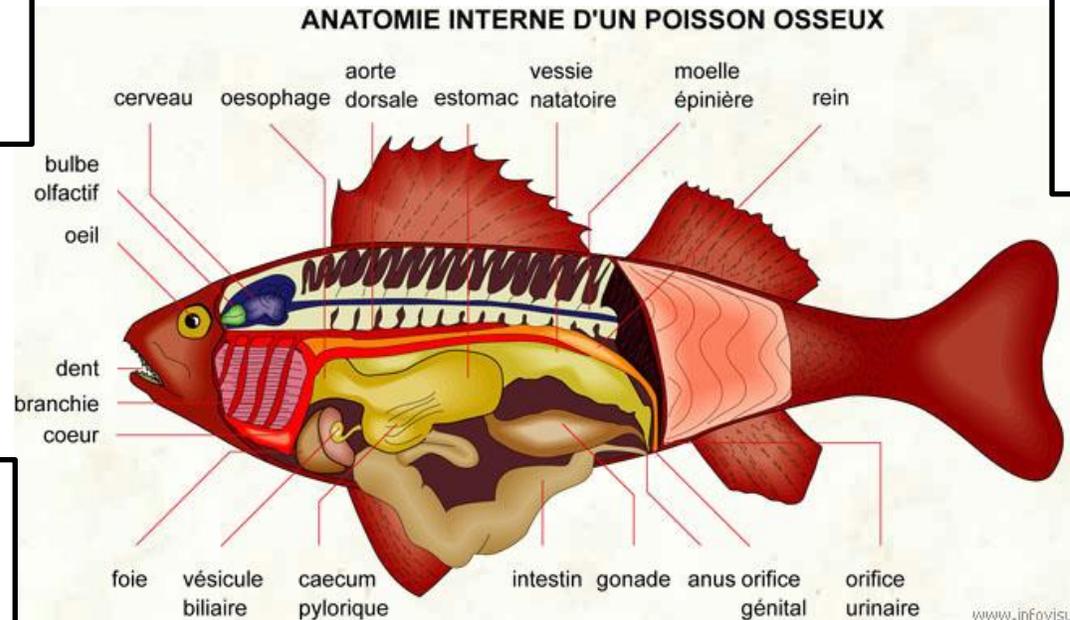
Volet 1. Etudier la répartition du mercure dans les lacs

Objectifs :

- 1- Pêcher **différents niveaux trophiques chez les poissons** : carnassiers, omnivores, détritivores....
- 2- Échantillonner **la nourriture des poissons** : écrevisses, mollusques, insectes, plantes, biofilm...

Paramètres biométriques
longueur standard et totale,
poids total et organes, indice
de condition, sexe

Sur chaque poisson :



Dissection et conservation
des principaux organes
en vue d'analyses
complémentaires

Analyse métaux
(Hg total, **MeHg**,
9 autres métaux traces : (Cd,
Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, V, Al, Ag...)

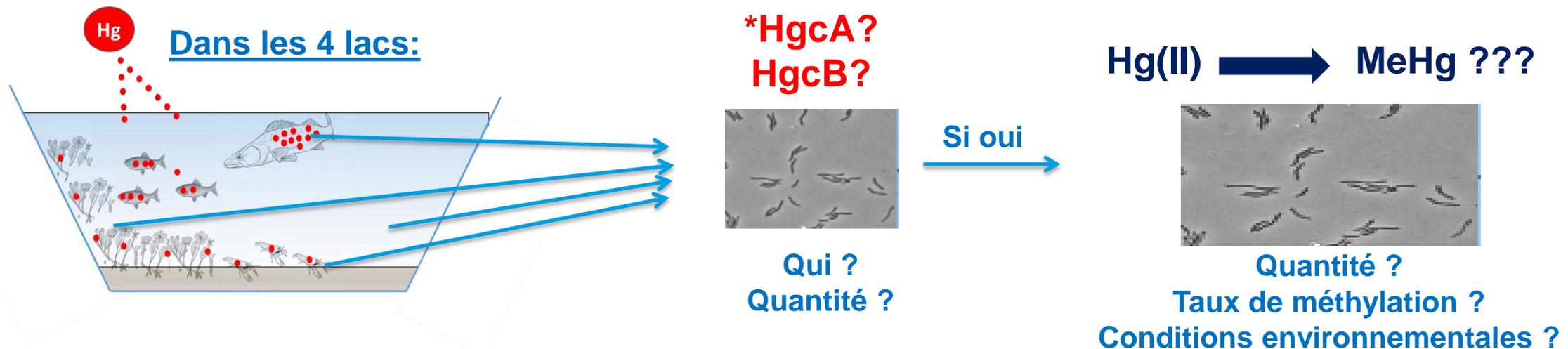
Détermination de l'âge
Squelettométrie - écaille

Analyse niveau trophique
isotopes du carbone ($\delta^{13}\text{C}$)
et de l'azote ($\delta^{15}\text{N}$)

Volet 2: Caractériser la méthylation du Hg par les microorganismes

Etude précédente: Sur lac de Cazaux Sanguinet, présence de sulfato-réducteurs capables de méthyler le Hg au niveau des racines des plantes (doctorat S. Gentès) mais tests en labo et besoin de + d'infos.

Cette étude : Utilisation d'une méthode INNOVANTE (+ d'infos, précise, rapide) ! **Depuis 2013**

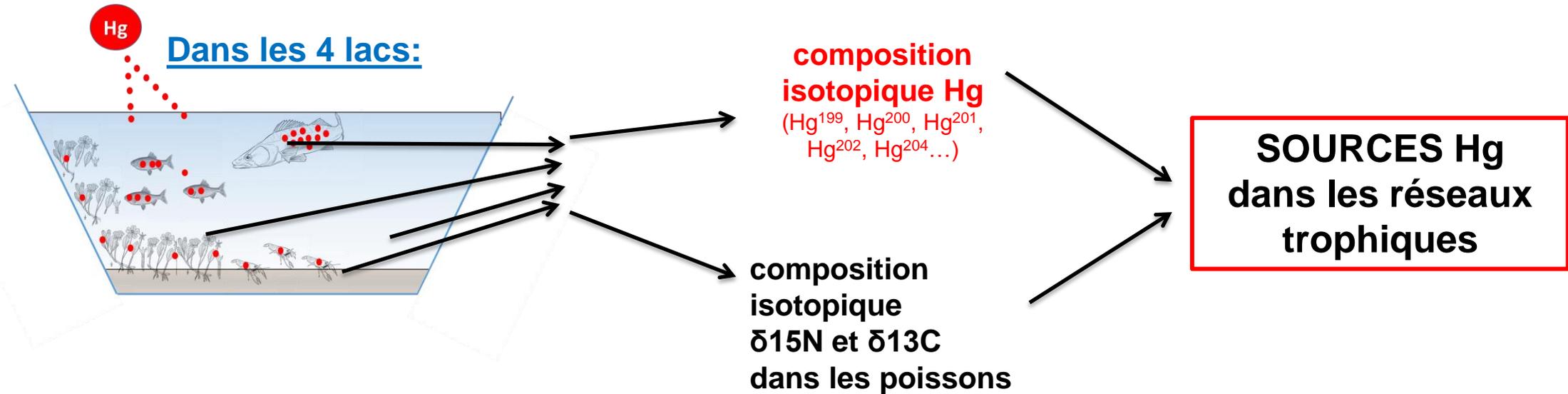


→ Corrélation des résultats avec le volet 4 (plantes)

hgcA et hgcB: 2 gènes nouveaux, marqueurs de la méthylation potentielle du Hg *in situ

Volet 3: Tracer l'origine du mercure dans les lacs aquitains

Objectif 1 :



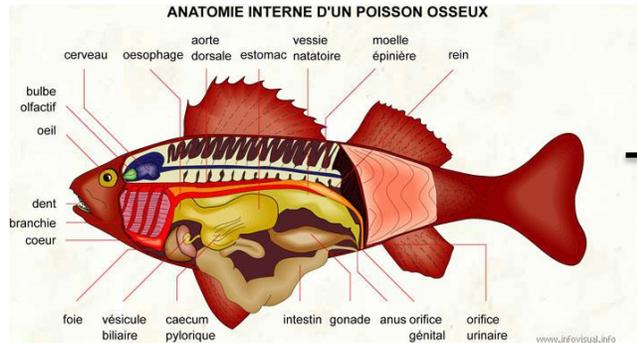
Outils :

Composition isotopique Hg : méthode récente (10 ans) et pointue : couplage d'une chromatographie en phase gazeuse (GC) avec un multicollecteur ICP-MS (GC-MC-ICP-MS)

Volet 3 : Tracer l'origine du mercure dans les lacs aquitains

Objectif 2 :

Sur sélection d'organes et de l'espèce de poisson



composition isotopique Hg

processus de métabolisation du Hg et de bioamplification dans le réseau trophique

Outils :

Composition isotopique Hg : même méthode

Volet 4 : Distribution et écologie des macrophytes des lacs

→ Objectifs :

- Identifier les principales espèces végétales et leur répartition
- Cartographier le recouvrement des herbiers à l'échelle des 4 lacs
- Lien volet 2 : Caractériser la biomasse végétale et l'activité du biofilm issu des plantes aquatiques.

→ Moyens :

2 communautés de macrophytes étudiées :

- les hélrophytes (enracinées à la tige émergée)
- Les hydrophytes (enracinées totalement immergées)
- Algues ??



Lac de Cazaux- Sanguinet

Volet 4 : Distribution et écologie des macrophytes des lacs



- **3 sites de prélèvements par lac :**

Prélèvements de plantes durant la période de végétation (juin à septembre) : évaluer la quantité de biofilm.

Mesures des recouvrements des plantes à l'échelle des lacs (échosondeur couplé à un GPS)
chaque enregistrement : présence/absence des plantes, densité (abondance, hauteur, etc.), biomasse (poids secs) à différentes profondeurs.

Les recouvrements des héliophytes : photos aériennes et observations sur le terrain
estimation de la surface

Volet 5 : caractérisation biogéochimique du milieu et étude du sédiment pour quantifier la production de MeHg

Contexte :

Une étude en cours (thèse D. Buquet) étudie de la biogéochimie des lacs d'Hourtin et de Lacanau

Objectif :

- Faire une étude comparative au niveau des lacs landais pour mieux comprendre le fonctionnement biogéochimique de chaque lac
- Cartographie des sédiments et les caractériser
- établir des liens avec la contamination par le mercure des 4 lacs

Analyses :

- T, conductivité, pH, sels nutritifs, O₂, Fe, Mn et S..., analyse des métaux traces (HgT et MMHg) dans la fraction fine des sédiments

Volet 6 : Appréhender la perception par l'homme des risques de contamination par le mercure :

3 Objectifs :

1. évaluer la perception par l'homme des risques de contamination par le mercure
2. analyser le Hg dans les cheveux pour révéler ou non un risque pour la santé humaine
3. informer et sensibiliser la population sur les risques réels liés à la présence de contaminants dans le milieu.



→ Démarche méthodologique :

- Préparation des enquêtes de terrain et des supports de communication / sensibilisation.
- Enquêtes sur le terrain par des questionnaires et des entretiens auprès de volontaires « pêcheurs, touristes, consommateurs de poissons »
- Prélèvements d'échantillons de cheveux sur ces mêmes volontaires pour dosage du mercure total
- Dépouillement et analyse des enquêtes.

Conclusion - durée du projet : 4 ans

→ **Synthèse de l'ensemble des résultats pour répondre aux objectifs de départs :**

- . Pourquoi certaines espèces de poissons et certains lacs semblent plus contaminés que d'autres ?
- . Comment se répartit ce mercure au sein de chaque écosystème ?
- . Quelle est l'origine de la pollution par le mercure de ces poissons ?
- . Quels impacts cette pollution peut avoir sur la population humaine ?
- . Quelle est la perception du risque par les consommateurs ?

→ **Répondre aux besoins des acteurs socio-économique :** donner des outils, constituer une base de données

→ **1 fois par an :** avancement des recherches et restitution des résultats sous forme de réunion publique

→ **À la fin du projet :** des affiches explicatives sur les niveaux de contamination en mercure des poissons en concertation avec les instances publiques seront réalisées.



→ Merci pour votre attention

•Plusieurs volets de recherche :

→ Volet 1. Etudier la répartition du mercure dans les lacs

Université de Bordeaux/UMR EPOC 5805 équipe d'Ecotoxicologie Aquatique : Régine Maury-Brachet, IR ; Agnès Feurtet-Mazel, MCU ; Alexia Legeay, MCU ; Magalie Baudrimont, Pr.



→ Volet 2. Caractériser la méthylation du mercure par les micro-organismes:

Université de Pau et des Pays de l'Adour - IPREM - UMR CNRS 5254: Rémy Guyoneaud, Pr.



→ Volet 3. Tracer l'origine du mercure

Université de Pau et des Pays de l'Adour - IPREM - UMR CNRS 5254: Mathilde Monperrus, MCU ; Zoyne Pedrero Zayas, CR CNRS.



→ Volet 4. Ecologie des macrophytes des lacs

Irstea, EABX, équipe CARMA : Vincent Bertrin, IE ; Cristina Ribaud, Post-Doctorante



→ Volet 5 : Étudier le sédiment pour quantifier la production de MeHg :

Uni. de Bordeaux/ UMR EPOC 5805 – équipe ECOBIOC : Pierre Anschutz PR ; Gwénaél Abril DR ; Dominique Poirier Tech ; Stéphane Bujan IE.



→ Volet 6. Appréhender les risques de contamination par les usagers

Ecole Nationale Supérieure de Cognitique (ENSC) et laboratoire IMS UMR 5218, équipe CIH : Jean Marc André, Pr, Véronique Lespinet-Najib, MCU-HDR.

