

INTOXICATIONS MERCURIELLES



INTRODUCTION

- Histoire naturelle du mercure
- Cycle biogéochimique du mercure en Amazonie et en Guyane
- Méthylation du mercure
- Bioamplification du méthylmercure

HISTOIRE NATURELLE DU MERCURE

- HG (hydragyrum = argent liquide) seul métal liquide et très volatile
- Présent dans la croûte terrestre (sols, roches, lacs, cours d'eau, océans etc ...)
- Rejet d'~ 2000 à 6000 t/an dans l'atmosphère (l'activité volcanique, l'érosion des roches, anthropisme)
- Se transforme très vite en milieu aquatique sous l'effet des bactéries en méthyl-mercure

Localisation des différentes zones mercurifères de la planète (d'après Beneš et Havlik, 1979).



Principales mines de mercure



Cultures mercurifères

CYCLE BIOGÉOCHIMIQUE DU MERCURE EN AMAZONIE

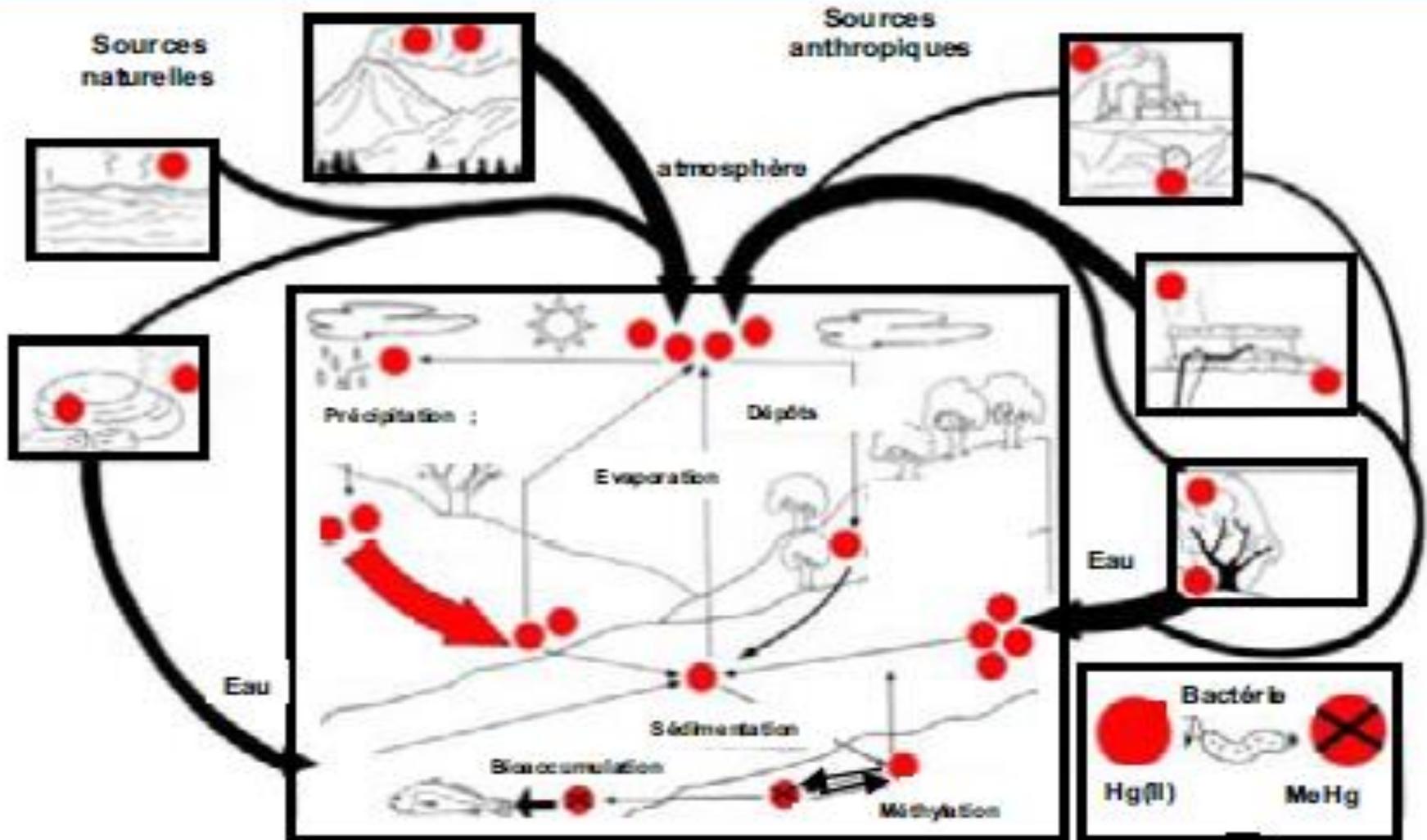
- En région amazonienne, plusieurs travaux ont montré que les sols ferrallitiques (oxisols) pouvaient contenir des quantités importantes de Hg et représentaient de ce fait le réservoir majeur de Hg pour les écosystèmes terrestres et aquatiques (Roulet *et al.*, 1998 ; Zeidemann, 1998 ; Fostier *et al.*, 1999 ; Grimaldi *et al.*, 2000). Serait x 10/pays tempérés!
- Sur le plateau précambrien des Guyanes, la première source de Hg dans les sols est le Hg des structures cristallines constituant la roche mère, libéré par l'érosion
- La seconde source de Hg dans les sols est le Hg atmosphérique retombant à leur surface sous forme de précipitations sèches et humides (S.Mason *et al.*, 1994)
- Toute activité anthropique qui accroît l'érosion des couvertures pédologiques en Amazonie (routes, mines, agriculture...) est susceptible d'augmenter considérablement l'exportation vers les axes de drainage du Hg accumulé dans les sols
- La contribution des activités d'orpaillage en Amazonie brésilienne serait équivalente à celle des dépôts atmosphériques (Roulet *et al.*, 1999).
- **1er janvier 2006. L'utilisation du mercure métal pour l'exploitation aurifère est désormais interdite en Guyane.**

Cycle biogéochimique du mercure en Amazonie

(d'après Roulet et al., 2004).

mercure inorganique (Hg^{II}) et élémentaire (Hg°)

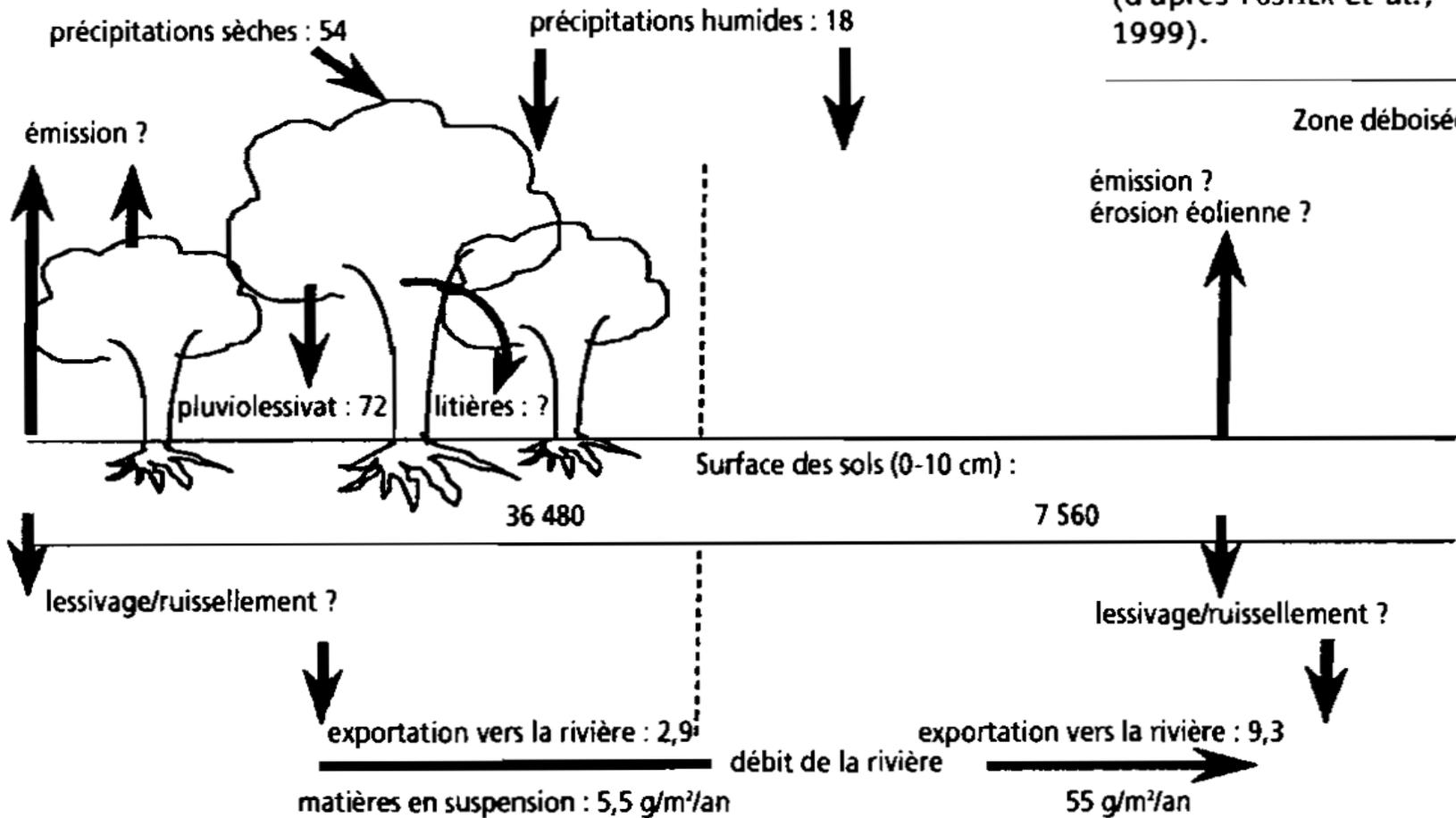
mercure organique MeHg



DISTRIBUTION ET ACCUMULATION DU MERCURE DANS LES SOLS AMAZONIENS

Bilan de masse du mercure dans un bassin versant amazonien (Pedra Preta, Amapá) (d'après FOSTIER *et al.*, 1999).

Zone naturelle

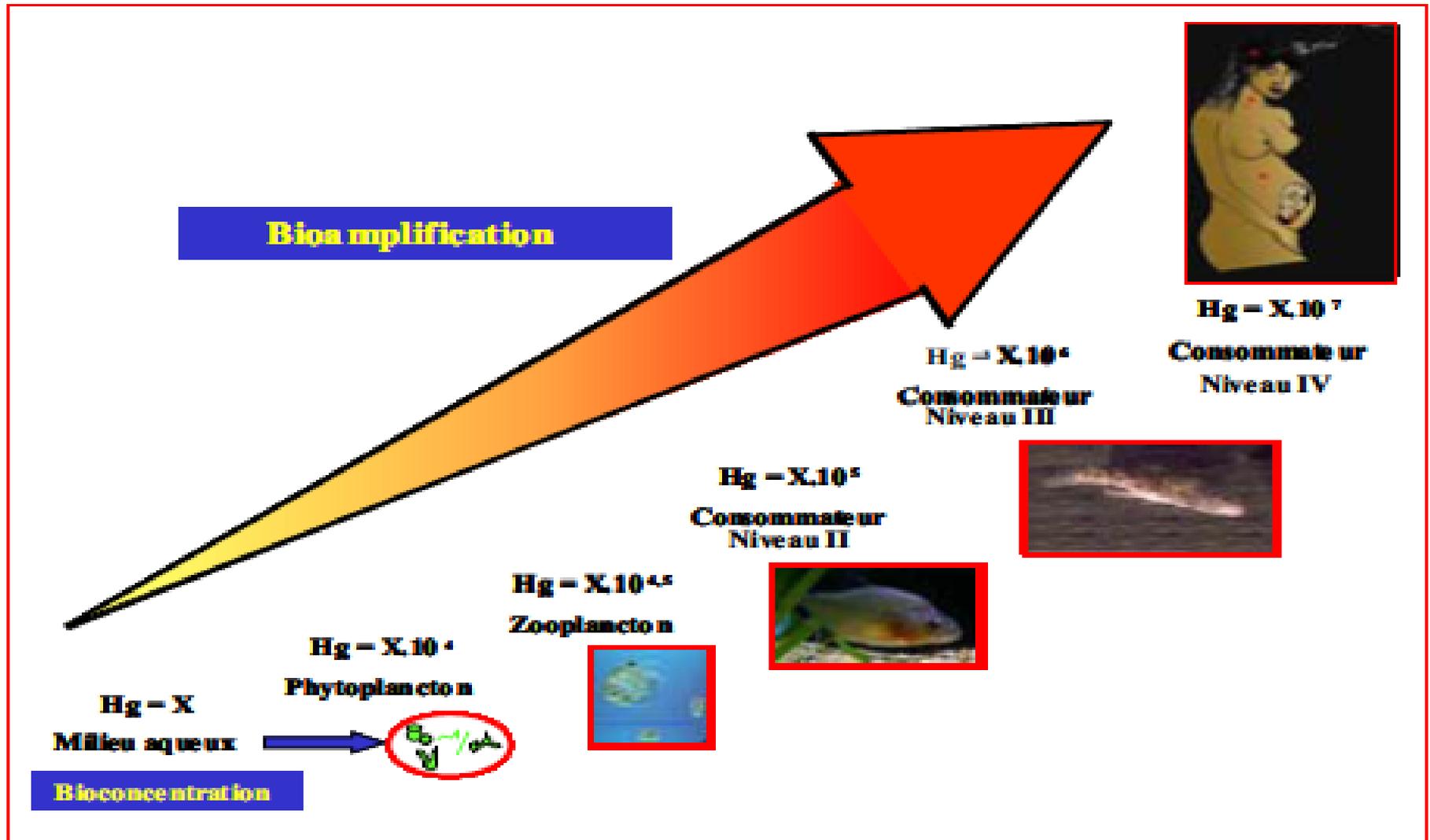


METHYLATION DU MERCURE

- Le Hg métal présent dans les sols, les humus est soumis aux réactions chimiques et organiques.
- De nombreuses bactéries aérobies et anaérobies sont capables de méthyler le Hg, telles que des streptocoques, des staphylocoques, des lactobacilles, des levures et des champignons.
- La méthylation réversible du Hg peut également se dérouler en conditions *in vivo* dans le contenu intestinal des poissons et de l'homme mais. dans ce cas, il semble qu'elle soit d'importance très secondaire (FURUTANI et *al.*, 1980)
- La méthylation bactérienne peut être considérée comme un mécanisme de détoxification (ROBINSON et TUOVINEN, 1984), le MeHg étant + volatil que le Hg inorganique.
- Le MeHg est plus toxique que le Hg inorganique
- Les mécanismes de bioamplification dans la chaîne alimentaire accroissent considérablement les risques toxiques

Schéma de la **bioamplification** du méthylmercure le long des réseaux trophiques aquatiques en Guyane

(adapté de Laurier, 2001 et Roulet, 2004).



INTOXICATION PAR LE MERCURE INORGANIQUE Hg

- Qin Shi Huang (3^e s-avJC) †/ Cinabre HgS
- Pline l'Ancien au 1^{er} s-ap JC décrivait déjà les symptômes de l'empoisonnement au mercure dans les mines de HgS.
- Médicaments diurétique, purgatif, vermifuge : Calomel ClHg - † A. Sorel (1450)
- Les professionnels exposés en Guyane : orpailleurs, bijoutiers, forestiers ...
- Touche aussi les familles des ouvriers et les populations voisines des chantiers (~1 km)
- Inhalation des vapeurs Hg (retortes où l'on traite l'amalgame pour séparer Au et Hg)
- Inhalation des aérosols des précipitations sèches
- Amalgames dentaires
- Intoxications aiguës et/ou chroniques



INTOXICATION PAR LE MERCURE ORGANIQUE MeHg

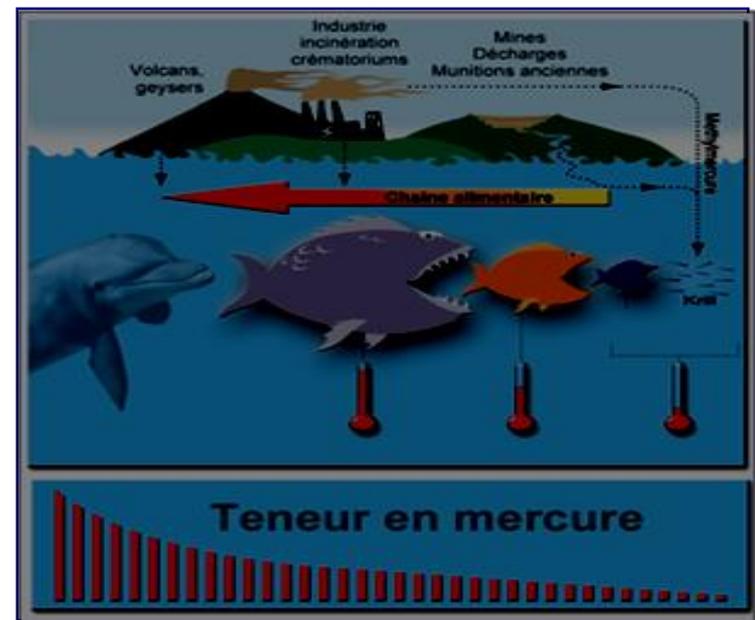
Thiomersal (fongicide, bactéricide sur semences, conservateur vaccins)

Intoxication industrielle (Minamata de 1949 à 1965, Irak en 1970, Ghana en 1974 ...)

Remise en suspension du MeHg de la litière organique par activités humaines

Ingestion toxique de poissons (N. Zélande, Iles Ferroé, Guyane française)

Bioaccumulation



INTOXICATIONS MERCURIELLES

Norme OMS < 10µg/g mais < 5 µg pdt grossesse

METALLIQUE Hg

- Volatil donc facilement respiré
- Absorption respiratoire ~80 %
- Distribution rapide ds sang, les reins, le SNC où il s'accumule en Hg⁺ si expo. poursuivie
- Demi-vie ds sang 15-45j
- Franchit la barrière hémato-encéphalique
- Franchit la barrière placentaire (foetoToxiq)
- Accident aigu : alvéolite hémorragique, I. rénale parfois †
- Accident chronique : encéphalopathie, polynévrite, glomérulonéphrite, stomatite, acrodynie (enfants), mercurialentis,
- FCS
- Dosage urines, sg, cheveux

ORGANIQUE MeHg

- Bioaccumulation (Gradient de 1 à 50 M)
- Absorption digestive à 95 % ≠ 5% /Hg
- Distribution rapide dans le sang et tous les organes et se concentre ds le cerveau (cible +++)
- Demi-vie ds sang 48-53 voire 189 j
- Franchit rapidement la barrière hémato-encéphalique
- Franchit la barrière foeto-placentaire (foetoNeuroToxique +++ / ~ 10% du MeHg)
- Chez l'adulte : encéphalopathie à forte dose, altération des cortex visuel et auditif, détérioration intellectuelle, tles cérébelleux, cécité, surdité
- Présent dans le lait maternel
- Effet cytotoxique (cellules souches?), tératogène
- Dosage sg, cheveux, fécès

FOETO-TOXICITE du MeHg

- Seuil pour la relation dose-réponse au cours de la vie prénatale serait observé pour des concentrations de Hg dans les cheveux maternels situées entre 10-20 μ g/g \neq seuil adulte 50-100 μ g/g
- Foetus 5 à 10 fois exposé que l'adulte à un risque neuro. causé par le MeHg
- Pas de malformation membranaire à la naissance
- Forte dose in utéro : tbles neurologiques majeurs à venir voire † (ex: Minamata, Irak)
- Chez l'enfant : retard psychomoteur, S/P, d'acquisition du langage et difficulté d'apprentissage accru si la scolarité ne se fait pas dans la langue maternelle.
- Les garçons seraient + touchés que les filles (McKeown-Eyssen 1983)

Prévention de la foeto-toxicité du mercure chez les femmes enceintes vivant en territoire exposé



CONTEXTE GUYANAIS



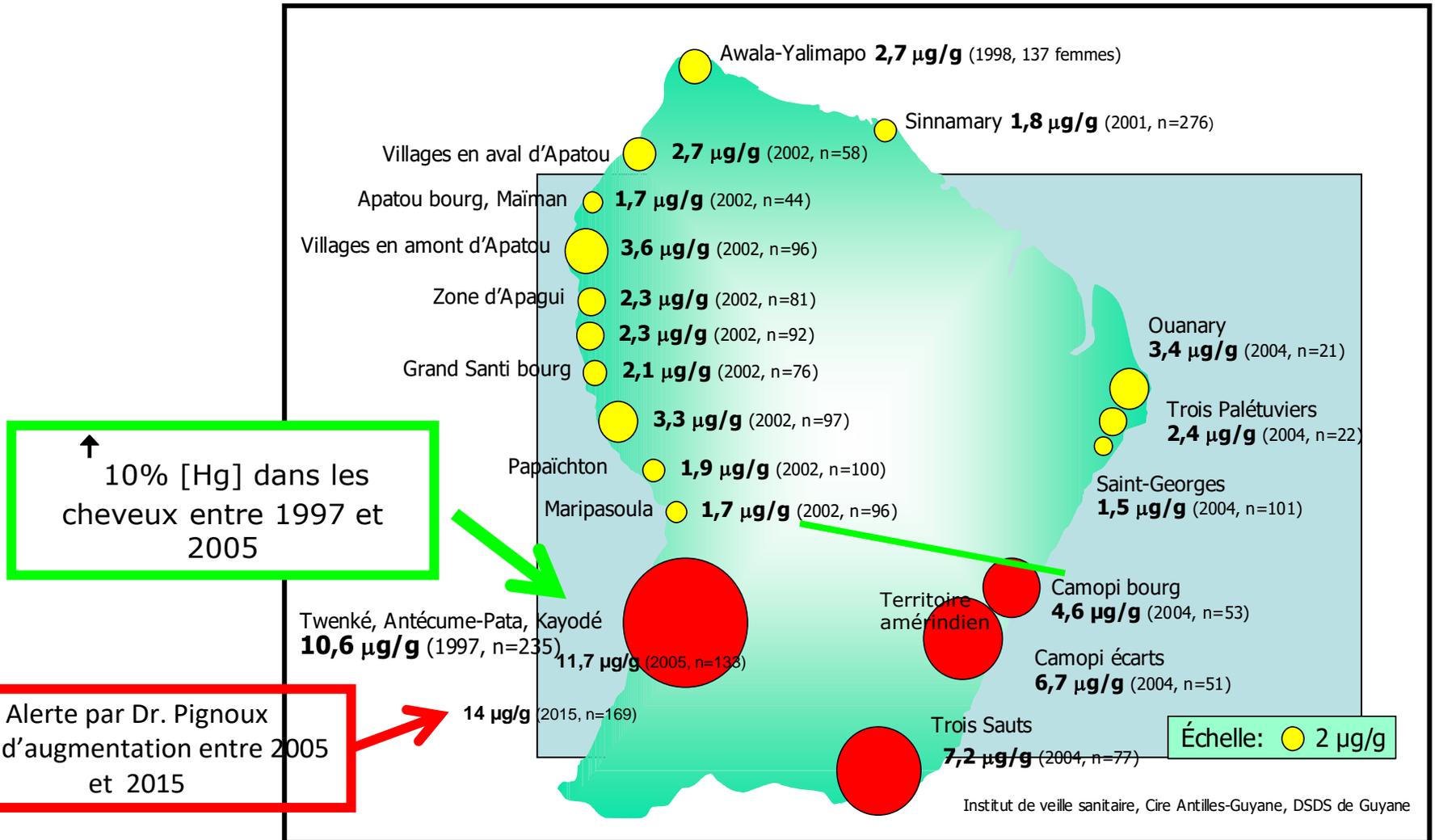
- 1992-1996 nouveau rush de l'orpaillage en Guyane
- 1994- une étude du **Réseau National de Santé Publique (RNSP)** met en évidence une *exposition importante de la communauté amérindienne Wayana par le mercure*
- 21 juillet 1998. Dans la **résolution commune de Twenké**, « *les représentants des peuples autochtones et peuples de forêts* » rappellent que « *les peuples autochtones n'ont jamais concédés leur souveraineté sur leurs territoires, les peuples de forêts ayant signés des traités avec la France afin de garantir leur intégrité culturelle et politique* » et exhortent les pouvoirs publics « *à satisfaire l'engagement pris par la France au sommet de Rio en 1992.* »
- Avril 1999 étude conjointe **INVS** et **INSERM** conclut au *rôle toxique probable du MeHg sur les fc cognitives des enfants amérindiens de Camopi, Awala et du Ht-Maroni*
- Juin 1999 **enquête alimentaire de l'INVS** montre une *exposition au MeHg excessive liée à la consommation de poissons contaminés*
- Sept. 2000 remise du **rapport « l'or en Guyane »** de Me Taubira
- 19-21 fév. 2001 « **Séminaire Mercure et Santé** » → **comité de suivi**

CONTEXTE GUYANAIS suite

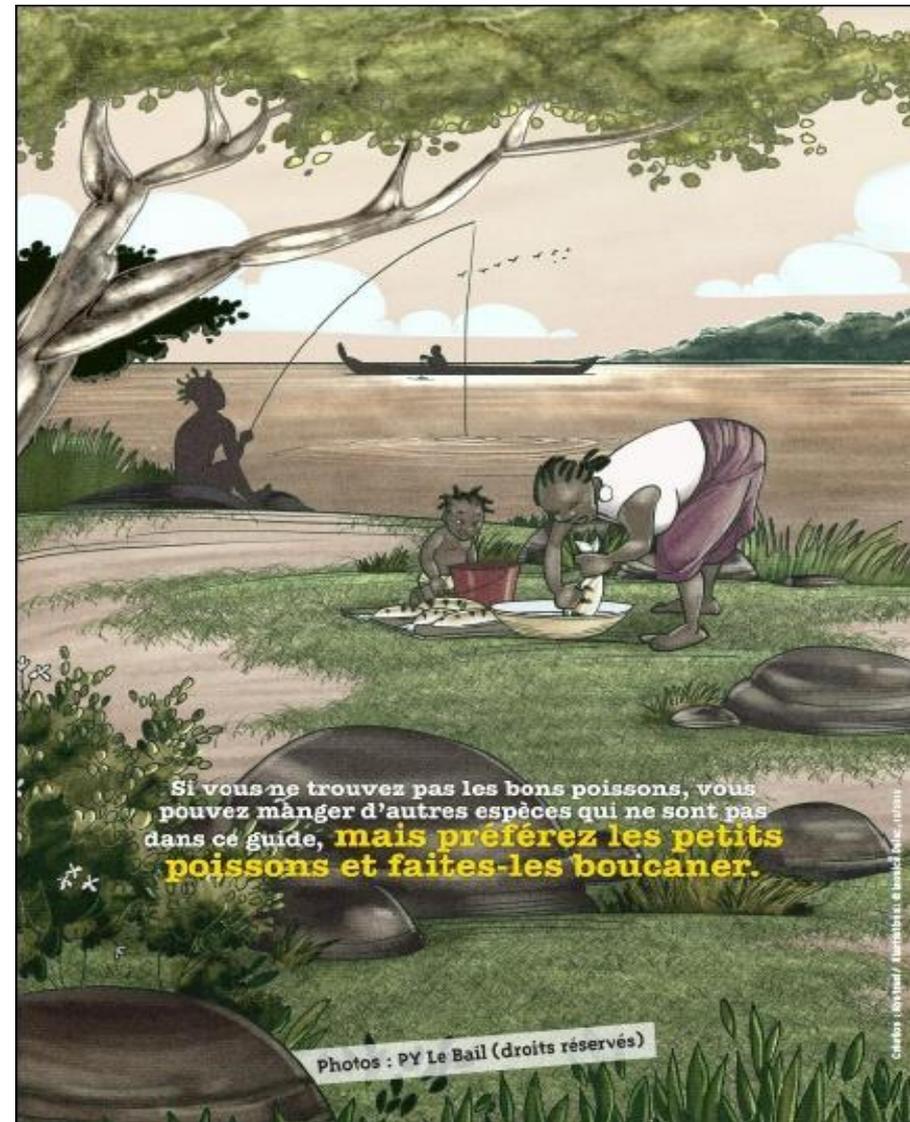
- 18 avril 2001 **IRD : rapport d'expertise collégiale « mercure en Amazonie »**
- 25.07.2001 **1ère réunion DSP-DSDS pour mise en place « prévention mercure sur le Ht Maroni »**
- 22-23 nov. 2001 **1ère réunion du Comité de suivi relatif au mercure à MPA**
- juin 2005 **étude par le ministère de la Santé** : 84% des adultes amérindiens Wayanas et Emerillons avaient des concentrations de mercure dans les cheveux excédant la limite fixée par l'Organisation mondiale de la santé, contre 64% lors de l'enquête précédente en 1997
- Juin 2005 : **déclaration finale de consensus sur le mercure**
- Sept. 2004 à Juil. 2005. **Epidémie de suicides en pays Wayana. Alerte sanitaire**
- 2008-2009. **Incidents violents se multipliant entre les orpailleurs et les Wayana**
- Mai 2012 **Convention ARS-C.Gal pour la Prévention de la foetotoxicité du mercure**
- Mai 2012 **début des prélèvements cheveux à MPA volontaires et anonymes**

Contexte historique

Imprégnation mercurielle des cheveux de la population guyanaise



LIVRET « Grossesse et mercure »-1



Protocole prélèvement cheveux chez les femmes enceintes MPA

- Anonyme (N°NPjsa)
- Livret personnalisé offert (guide avec riche iconographie des poissons à ou à ne pas consommer)
- Information et éducation alimentaire à chaque patiente incluse ou non dans le protocole ainsi qu'au conjoint
- Volontaire (bc de freins culturels chez les Aluku ~ 8/10)
- 1 prélèvement lors de la 1ère visite prénatale
- 1 second prélèvement en post-partum
- 1 prvt intermédiaire si Tx >10 µg/g à 2-3 mois du 1er
- Selon schéma ci-contre
- 1 envoi/3s au CNRS de Bx (équipe écotoxicologie aquatique) par la poste avec enveloppe dédiée
- Résultats notés sur registre et carnet au fil des consultation (nb oubli des patientes mais annonce faite)

Protéger son enfant du mercure

Le mercure contenu dans certains poissons est dangereux !

Le mercure est une substance toxique pouvant s'accumuler dans la chair de certains poissons des rivères de Guyane. En mangeant souvent certains espèces de poissons riches en mercure, les femmes enceintes et les mères qui allaitent peuvent intoxiquer leurs enfants. En Guyane, les effets du mercure sur la santé des enfants sont rares et minimes: marche habile, manuel, difficulté d'orientation visuelle... Il faut cependant les éviter par une alimentation saine.

Une analyse de cheveux permet de mesurer le risque d'intoxication.

Une analyse d'une mèche de cheveux permet d'évaluer la quantité de mercure accumulée dans votre corps. Si elle est élevée, des conseils personnalisés vous aideront à mieux adapter votre alimentation pour terminer votre grossesse puis à aller en toute sécurité votre enfant.



Il faut manger du poisson, mais pas n'importe comment !

Une alimentation adaptée aidera votre corps à ne pas accumuler de mercure. Pour protéger votre enfant, respectez les conseils suivants dès que vous souhaitez une grossesse, durant toute sa durée, et tant que vous allaitez:

- 1 Les poissons riches en mercure doivent être mangés boucanés, et seulement occasionnellement:
 - pas plus de deux fois par mois chez les femmes qui veulent un enfant, sont enceintes ou allaitent;
 - pas plus d'une fois par mois chez les enfants;
- 2 Les poissons contenant peu de mercure peuvent être mangés.
- 3 Le gibier (sauf le cariman) et les œufs peuvent être mangés sans crainte.
- 4 La consommation quotidienne de fruits est recommandée.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392

393

394

395

396

397

398

399

400

401

402

403

404

405

406

407

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

418

419

420

421

422

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

437

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447

448

449

450

451

452

453

454

455

456

457

458

459

460

461

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

493

494

495

496

497

498

499

500

501

502

503

504

505

506

507

508

509

510

511

512

513

514

515

516

517

518

519

520

521

522

523

524

525

526

527

528

529

530

531

532

533

534

535

536

537

538

539

540

541

542

543

544

545

546

547

548

549

550

551

552

553

554

555

556

557

558

559

560

561

562

563

564

565

566

567

568

569

570

571

572

573

574

575

576

577

578

579

580

581

582

583

584

585

586

587

588

589

590

591

592

593

594

595

596

597

598

599

600

601

602

603

604

605

606

607

608

609

610

611

612

613

614

615

616

617

618

619

620

621

622

623

624

625

626

627

628

629

630

631

632

633

634

635

636

637

638

639

640

641

642

643

644

645

646

647

648

649

650

651

652

653

654

655

656

657

658

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670

671

672

673

674

675

676

677

678

679

680

681

682

683

684

685

686

687

688

689

690

691

692

693

694

695

696

697

698

699

700

701

702

703

704

705

706

707

708

709

710

711

712

713

714

715

716

717

718

719

720

721

722

723

724

725

726

727

728

729

730

731

732

733

734

735

736

737

738

739

740

741

742

743

744

745

746

747

748

749

750

751

752

753

754

755

756

757

758

759

760

761

762

763

764

765

766

767

768

769

770

771

772

773

774

775

776

777

778

779

780

781

782

783

784

785

786

787

788

789

790

791

792

793

794

795

796

797

798

799

800

801

802

803

804

805

806

807

808

809

810

811

812

813

814

815

816

817

818

819

820

821

822

823

824

825

826

827

828

829

830

831

832

833

834

835

836

837

838

839

840

841

842

843

844

845

846

847

848

849

850

851

852

853

854

855

856

857

858

859

860

861

862

863

864

865

866

867

868

869

870

871

872

873

874

875

876

877

878

879

880

881

882

883

884

885

886

887

888

889

890

891

892

893

894

895

896

897

898

899

900

901

902

903

904

905

906

907

908

909

910

911

912

913

914

915

916

917

918

919

920

921

922

923

924

925

926

927

928

929

930

931

932

933

934

935

936

937

938

939

940

941

942

943

944

945

946

947

948

949

950

951

952

953

954

955

956

957

958

959

960

961

962

963

964

965

966

967

968

969

970

971

972

973

974

975

976

977

978

979

980

981

982

983

984

985

986

987

988

989

990

991

992

993

994

995

996

997

998

999

1000

LIVRET « Grossesse et mercure »-2

Sur le Maroni, ces poissons contiennent du mercure. **N'EN MANGEZ PAS!**



Ekému^w - Bata wi^c



Huluwi^w - Wi, lowi^a - Spigri kati^s - Torch tig^c



Liku^w - Kawell^a - Katvis^s - Pakira^c



Halataway^w - Zadoe^s - Petit dent chien^c

Ces poissons contiennent peu ou pas de mercure.

MANGEZ-LES SANS CRAINTE!



Wafau jaika^w - Pacou^c



Asitau^w - Weti koemaloe^s - Koumarou^c



Pasina^w - Pakoesi^s - Pacoussine^c



Pasina^w - Pakoesi^s - Pacoussine^c

Wo-Wayana SoSaramaka Aa-Niké C/Creole

LIVRET « Grossesse et mercure »-3

N° D'ANALYSE :

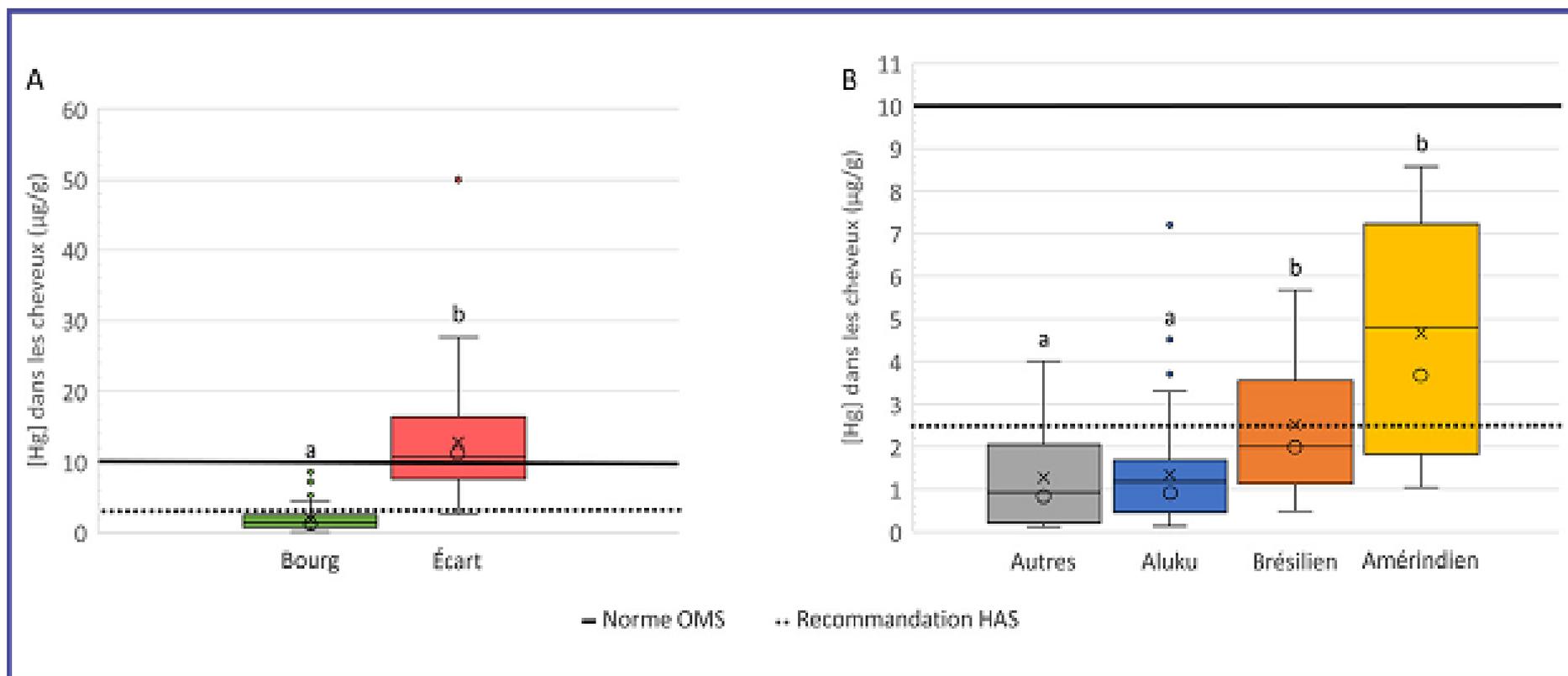
**SUIVI
DES ANALYSES
DE CHEVEUX**
(A PARTIR DE LA 12^{ème} SEMAINE)

Date de déclaration de grossesse : / / 201.....

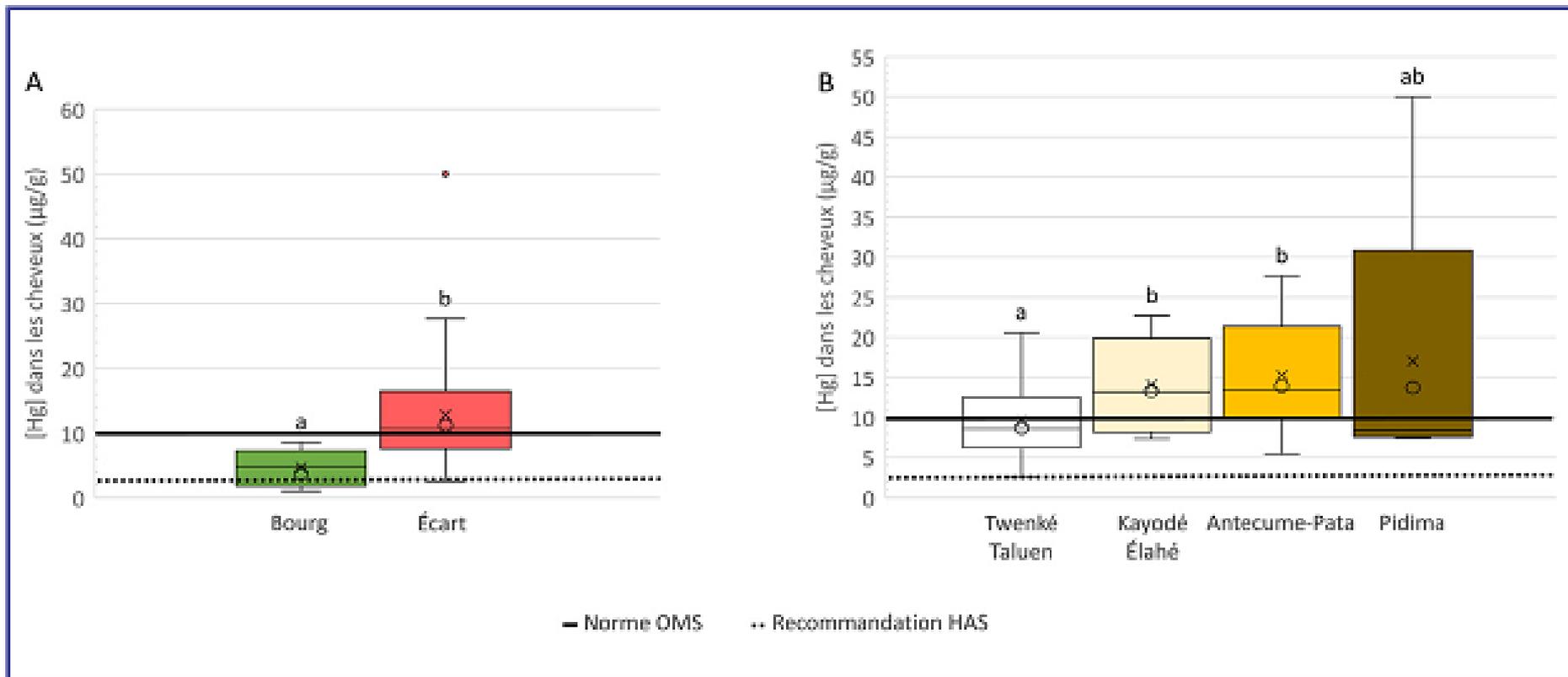
Date du prélèvement / / 201..... / / 201..... / / 201.....
Nom du médecin			
Trimestre de la grossesse (en semaine / trimestre)			
Taux de mercure (en $\mu\text{g}/\text{dml}$)			

Date de l'accouchement : / / 201.....

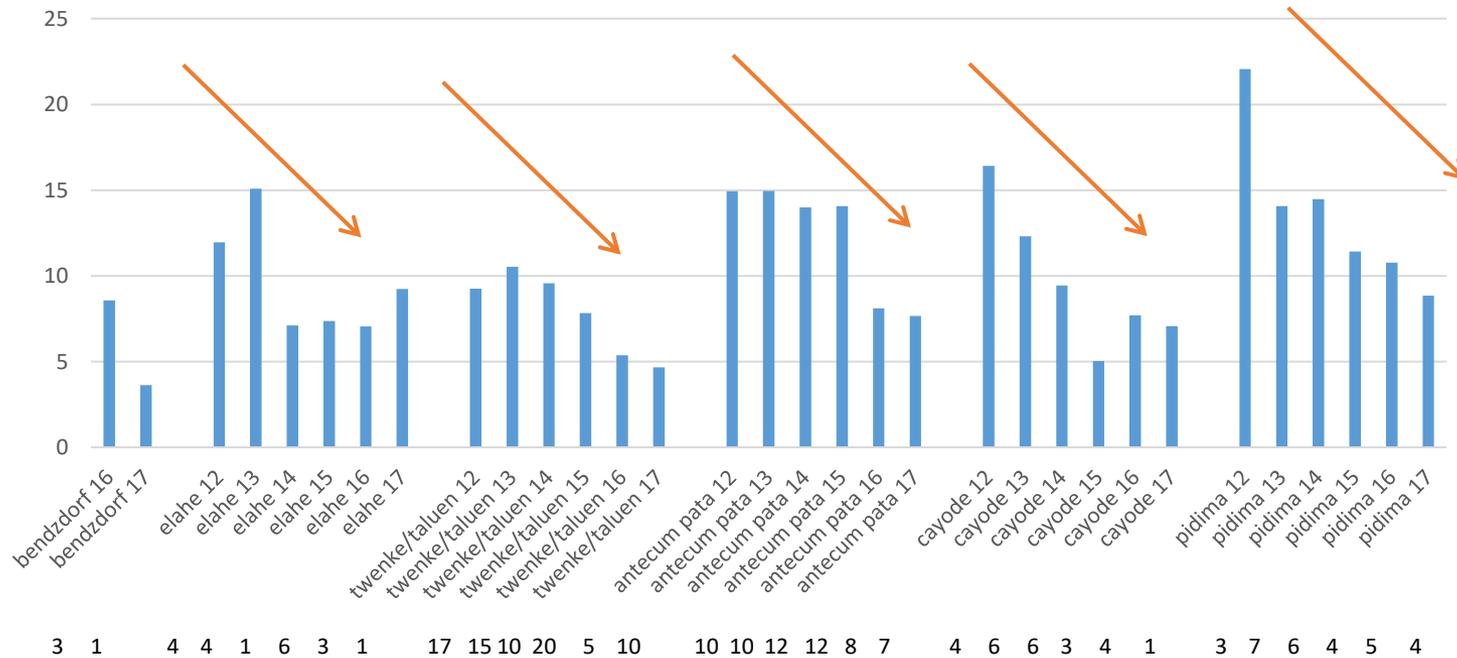
Concentrations en mercure dans les cheveux des femmes (A) des bourgs et des écarts toutes ethnies confondues (B)



Concentrations en mercure dans les cheveux des femmes des amérindiennes habitant (A) dans les bourgs et les écarts et (B)

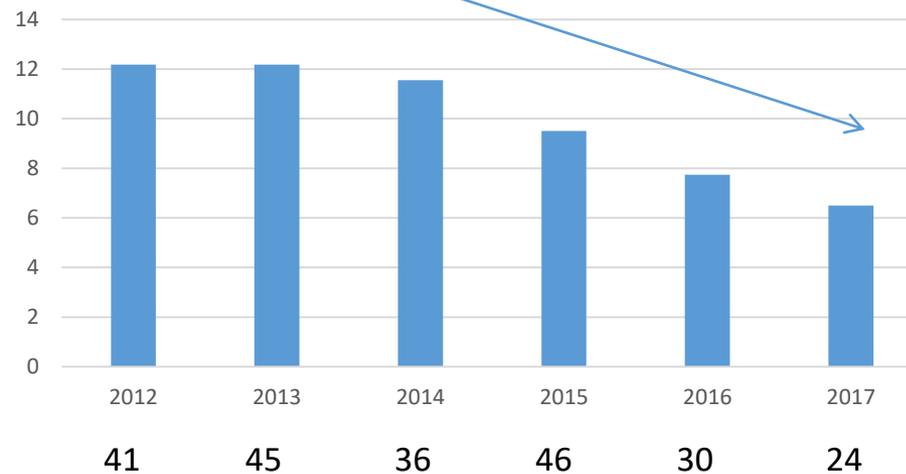


femme amérindienne concentration moyenne dans les cheveux en fonction du site et du temps



□ Effet de la prévention : diminution des concentrations

évolution des concentrations en mercure chez
les femmes amérindiennes au cours du 1er
prélèvement



DISCUSSION -1

- **Majorité des femmes Aluku (~ 7/10) ont refusé le prélèvement de cheveux. Leur âge moyen est de 23 ans (14-39)- Terme moyen en SA = 15 (6 à 35 SA)**
- **Majorité de femmes amérindiennes ont accepté les prélèvements (~ 95%). Leur âge moyen est de 28,5 ans (15 -41)**
- **Tous les prélèvements réalisés à MPA et Papaïchton sont normaux selon l'OMS (Moy. respectives à 3.2 µg/g et 1.8µg/g)**
- **A MPA quelque soit la communauté (Aluku, brésilienne, métropolitaine, chinoise) les taux sont bas (0.143 à 7.201)**
- **Pour la population amérindienne**
 - ~ 1/2 de prélever a des taux normaux (0.297 à 9.448) mais + 90% >5µg
 - ~ 40% a un taux compris entre 10 et 20 µg/g
 - 11 % ont un taux compris entre 20 et 40 µg/g
 - On notera 1 cas proche de 50 µg/g

DISCUSSION -2

- A noter que les patientes amérindiennes résidant à MPA ont des taux normaux et comparables à ceux de la population de cet environnement
- Les contrôles intermédiaires réalisés (faibles échantillons) dans le cas de taux $> N$ de l'OMS montrent tous, sauf 1, une diminution significative de ce dernier ($< 20\%$) \rightarrow efficacité de la prévention
- Les contrôles post-nataux privilégiant les patientes dont le taux de Hg est $> N$ de l'OMS sont plus réguliers et montrent tous, sauf 1, une diminution encore plus probante que les C.I (baisse d' $\sim 35\%$ en moyenne. E 8-63))
- Les bilans néonatal. restent une bonne opportunité pour réaliser les prélèvements postnataux à MPA ou dans les écarts.
- L'allaitement maternel est la norme
- Bc de carnets personnalisés perdus, égarés, détruits (feu, eau, enfants etc ...)
- Les poissons de substitution sont assez bien identifiés en présence du mari

DISCUSSION -3

- Verrou culturel dans la communauté Aluku, la moins exposée au risque
- La $\frac{1}{2}$ de la population amérindienne est 'contaminée' par le mercure avec une moyenne sup. aux études antérieures
- Efficacité des mesures de prévention alimentaire continue au cours des Missions médicales de proximité sur les femmes reprélevées → effet 'boule neige' auprès des autres patientes espéré!
- Quelle CAT dans un cas de contamination très élevée ($\sim 50\mu\text{g}$) chez la femme enceinte (Chélation médicamenteuses quasi impossible. Fruits?)
- Attente avis des experts toxicologues; peu efficient!
- Quelles ressources de substitution si pénurie de poissons aggravée par la turbidité des eaux liée aux activités d'orpaillage?
- Turn-over des personnels soignants à MPA : pérennité de l'action?

CONCLUSION

90% de la population amérindienne présente des taux d'imprégnation Hg > 5µg/g

Les enfants sont aussi très contaminés.

Efficacité des mesures de prévention alimentaire continue au cours des Missions médicales de proximité chez les femmes reprélevées → effet 'boule neige' auprès des autres patientes espéré? Efficacité qui s'épuise!

Lassitude et résignation des patients qui portent tout le poids de l'effort pour limiter leur contamination par le mercure

Augmentation des troubles métaboliques liée aux évolutions alimentaires de substitution

Quelle CAT dans un cas de contamination très élevée (~50µg) chez la femme enceinte (Chélation médicamenteuse possible? Fruits?)

Quelles ressources de substitution si pénurie de poissons aggravée par la turbidité des eaux liée aux activités d'orpaillage? (Favoriser la réintroduction des « **Terra-preta** » **et ressources endogènes**)

Turn-over des personnels soignants à MPA : pérennité de l'action?

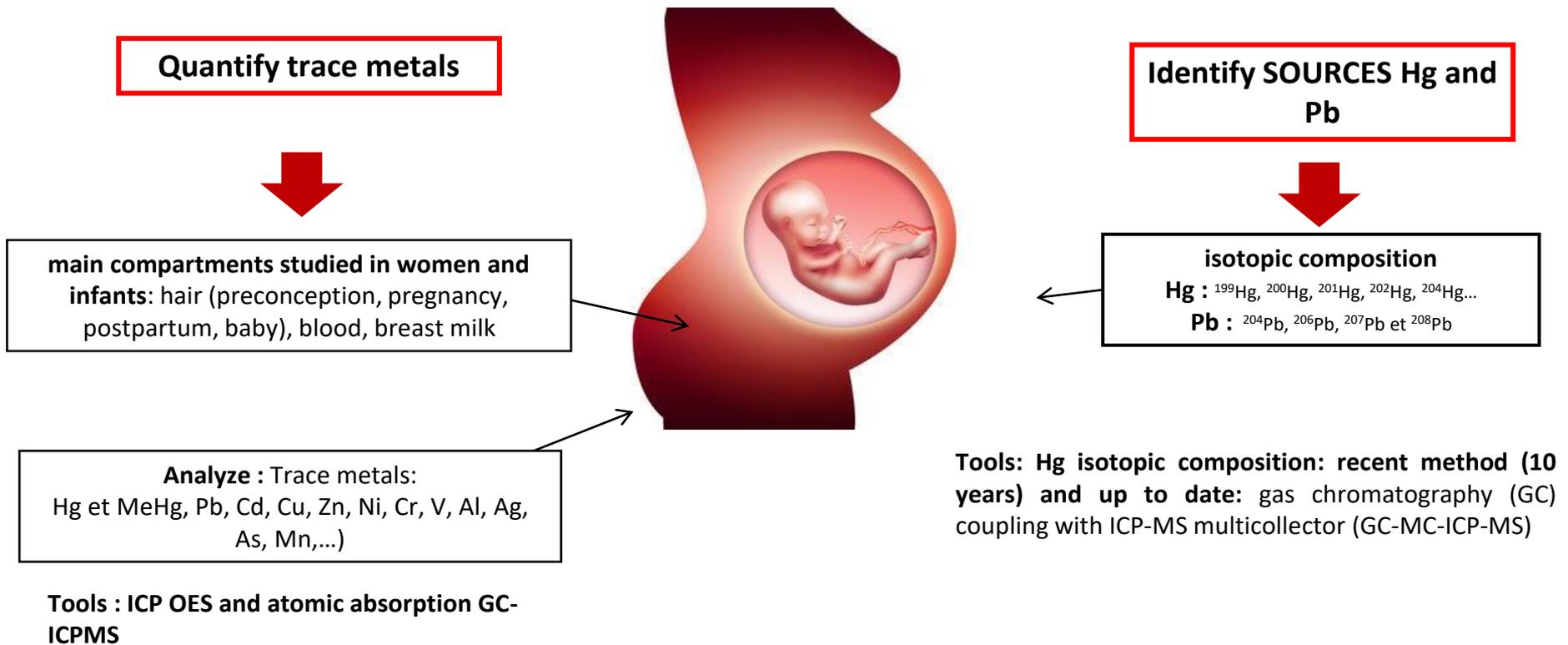
Le riz dosé n'est pas contaminé

Intérêt d'une étude sur le sang foetal concomitamment au dosage du Hg et autres métaux lourds sur le placenta et chez la mère

Co-toxicité (métaux lourds, -OH)

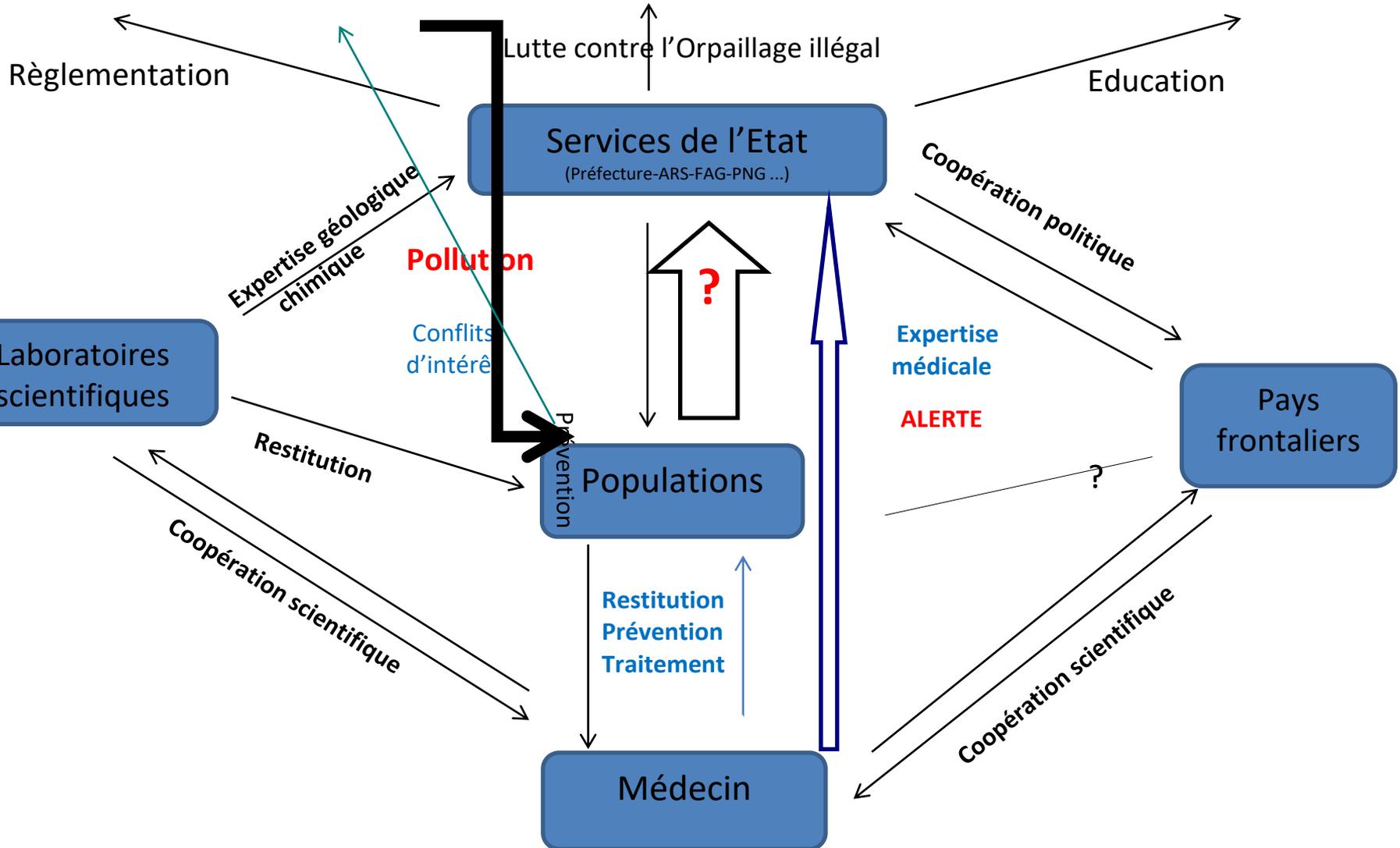
Task1 : Human health

Objectives: Study of polymetallic impregnation in pregnant women and transmission to the fetus



PREVENTION du RISQUE MERCURIEL

Activités humaines aggravant le risque toxique Hg : déforestation, orpillage, abattis....



Etudes scientifiques – Prise en charge patient dont chélation ?

Merci pour votre attention

