



Journée scientifique de la SFMTSI

20 mai 2021

Double exposition au Pb et au Hg des populations Amérindiennes de Guyane : Sur la trace isotopique des sources

Laurence MAURICE

Laboratoire (UMR) GET « Géosciences Environnement Toulouse » :

Fiorella BARRAZA, Sylvaine GOIX, Isalyne BLONDET, Laure LAFFONT, Jeroen SONKE, Eva SCHRECK

ARS-Guyane : Michèle HO-A-CHUCK, Jessy TABLON

Centre Hospitalier Andrée Rosemon (CHAR, Cayenne) : Paul BROUSSE

Parc Amazonien de Guyane : Raphaëlle RINALDO

Laboratoire EPOC (Bordeaux) : Régine MAURY-BRACHET, Patrice GONZALEZ, Alexia LEGEAY

Exposition au mercure : Rôle de l'orpaillage en Guyane ?

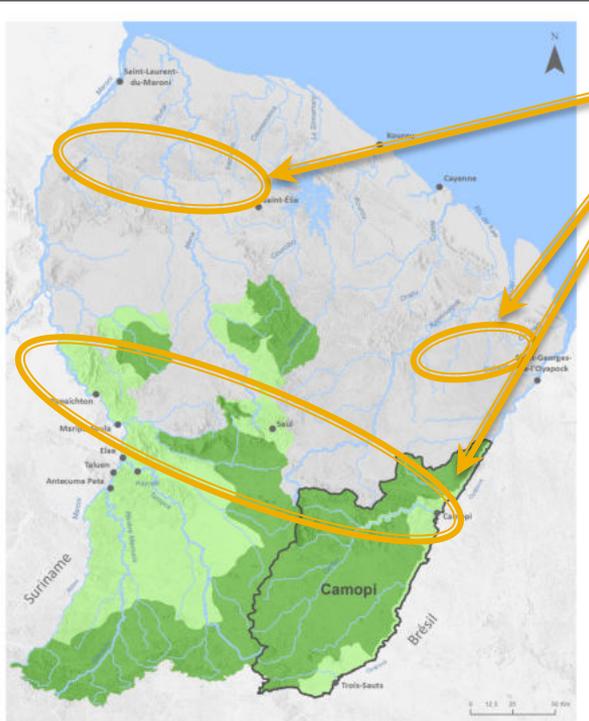


- Quelles sont les sources du mercure ?
- Populations exposées: comment suivre, alerter et vivre avec ?
- Efficacité des actions publiques face aux risques invisibles ?

L'orpaillage en Guyane



Zones d'orpaillage



Limite communale
Parc amazonien de Guyane
Zone de coeur
Zone d'adhésion



Contexte



Depuis 1850, la Guyane française est un territoire fortement exploité pour son or alluvial, qui représente la 2^{ème} activité en termes d'exportation

De nombreux sites sont illégaux, et l'amalgamation de l'or avec du mercure liquide Hg(o) est monnaie courante

5 à 10 t Au extrait par an
⇒ 6 à 13 t Hg rejeté par an



Expertise scientifique en aide aux politiques publiques



Objectif du programme RIMNES

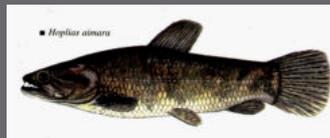


Utiliser les fractionnements isotopiques de Hg



Pour tracer et **quantifier** les parts naturelle et **anthropogénique des sources de mercure**,
et

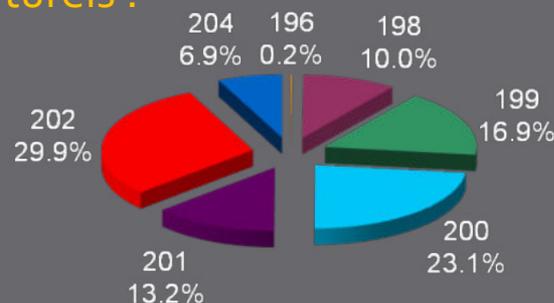
Réduire les **risques pour la santé humaine**



Qu'appelle-t-on fractionnement isotopique de Hg ?



Le Hg possède 7 isotopes stable naturels :



La variation naturelle maximale de ces isotopes (δ) est de : 8 ‰ !

Développement récent d'une méthode ultra-précise:
MC-ICP-MS à vapeur froide

$$\delta^{202/198} = \left(\frac{R^{202/198}_{sample}}{R^{202/198}_{standard}} - 1 \right) * 1000$$

Blum and Berquist, ABC 2007

Qu'appelle-t-on fractionnement isotopique de Hg ?

Mass dependant fractionation (MDF)

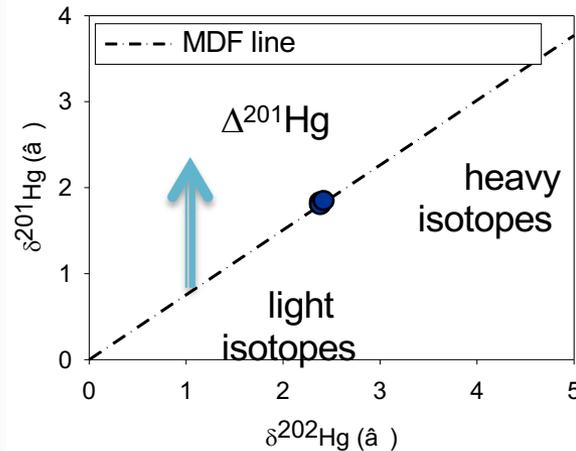
$$\delta^{202} \text{Hg} = \left(\frac{{}^{202/198} \text{Hg}_{\text{sample}}}{{}^{202/198} \text{Hg}_{\text{NIST3133}}} - 1 \right) \times 1000$$

Evaporation, volatilization, reduction...



Mass Independent fractionation (MIF)

$$\Delta^{201/198} \text{Hg} = \delta^{201/198} \text{Hg} - 0,754 \delta^{202/198} \text{Hg}$$



hν

Photochemistry

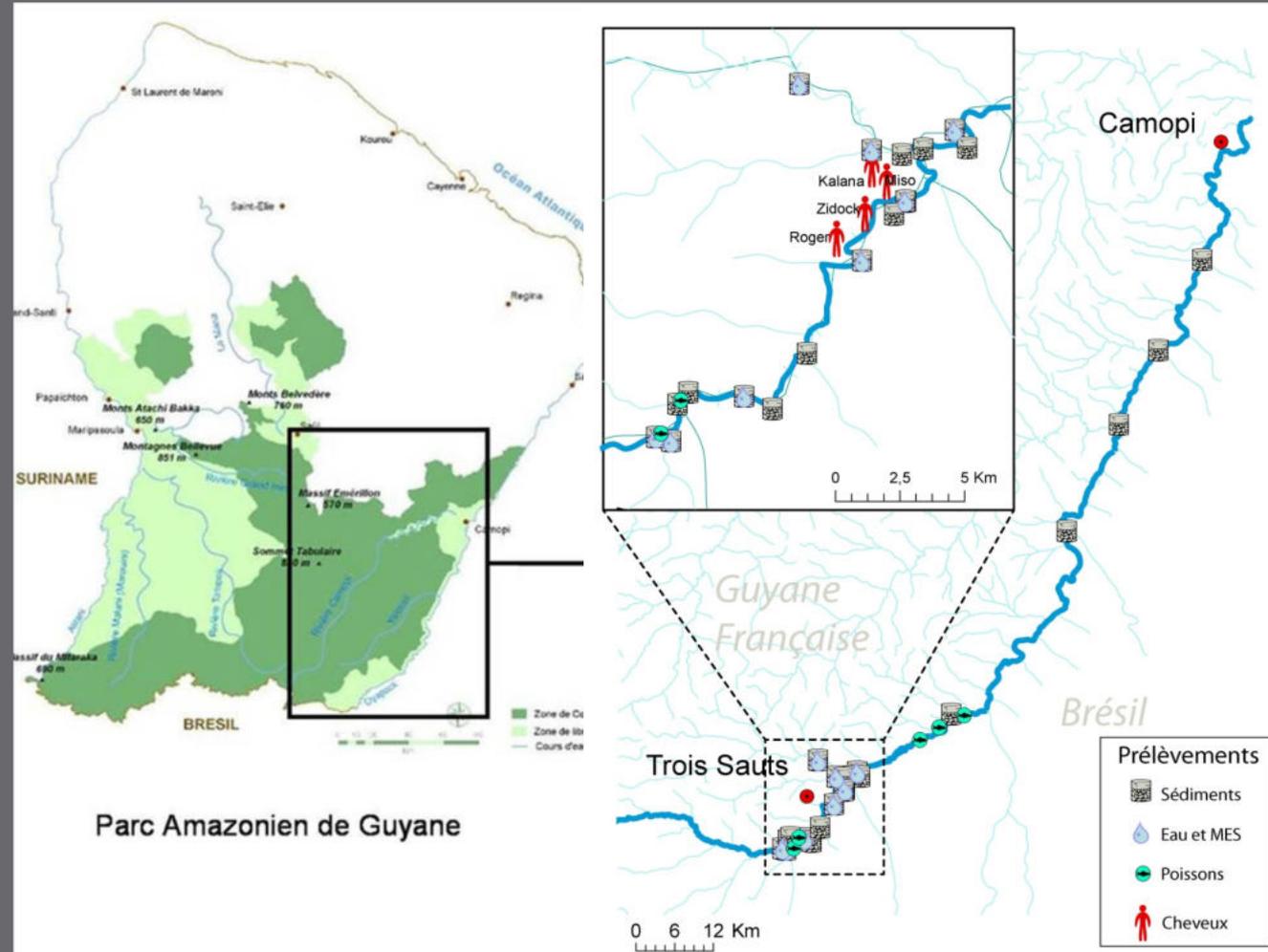
Zone d'étude: La Guyane française, le fleuve Oyapock



2 campagnes de terrain:
2012 et 2013,
Octobre (période d'étiage)

Echantillonnage

- 46 sédiments et sols
- 317 poissons
- 111 cheveux humains (populations Wayãpis et Teko)

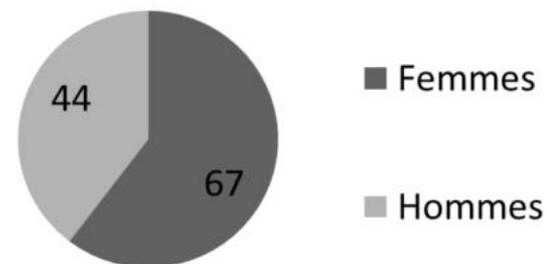
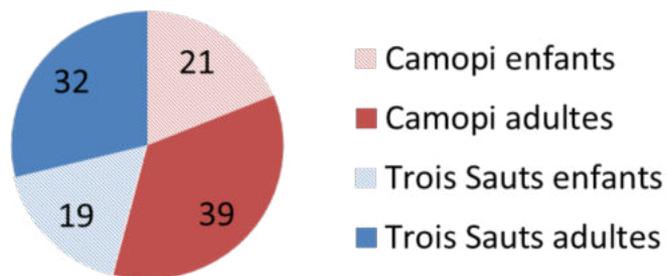


Communautés Amérindiennes

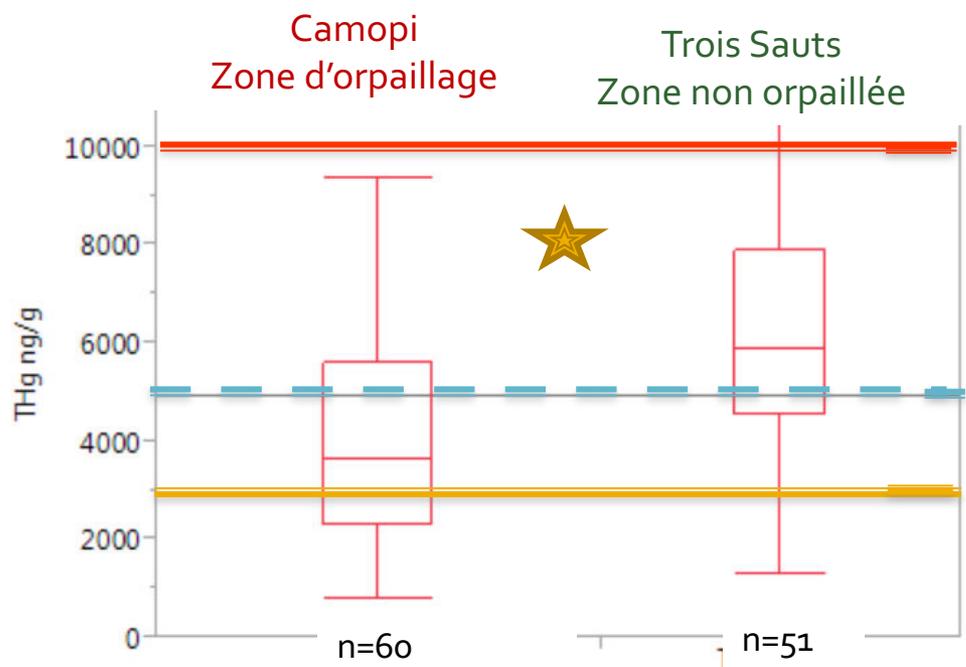
Population Wayãpi - Fleuve Oyapock



Etude de l'exposition humaine



Communautés Amérindiennes Population Wayãpi - Fleuve Oyapock



Limite OMS
actuelle

Limite OMS /2

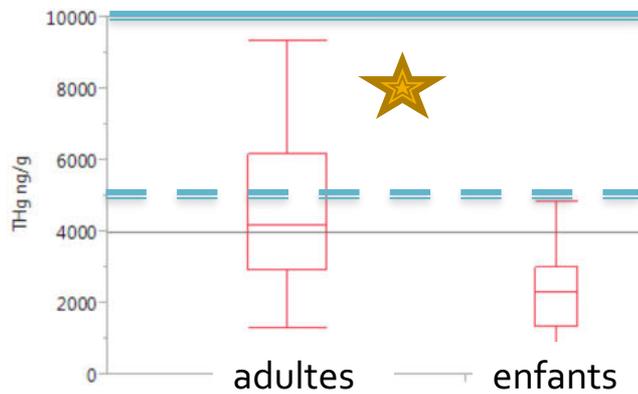
Moyenne pop.
Guyane
(InVS 1999)

- Imprégnation mercurielle à Trois Sauts >> Camopi
- Imprégnation mercurielle à Camopi écarts > bourg
- Imprégnations mercurielles de Trois Sauts (2012) et Camopi (2013) < InVs sur les mêmes zones en 2004

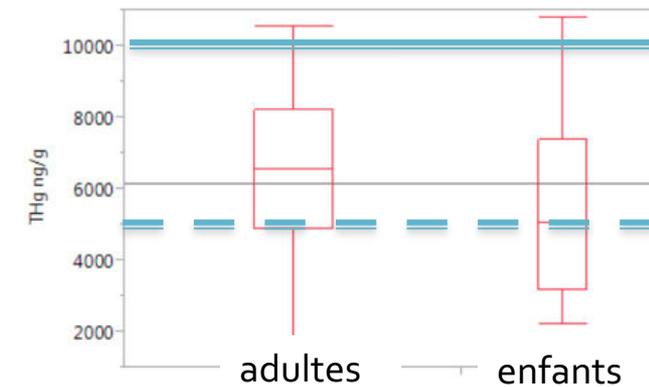
Communautés Amérindiennes Population Wayãpi



Camopi

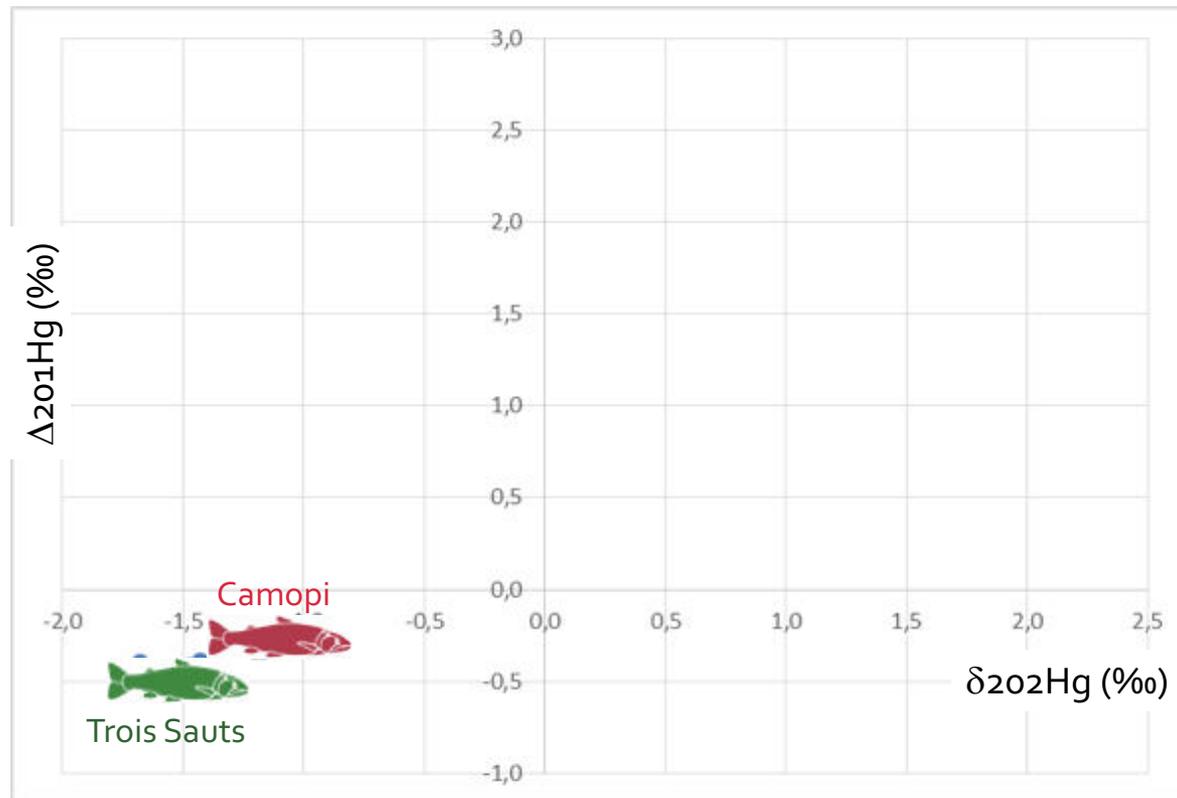


Trois Sauts



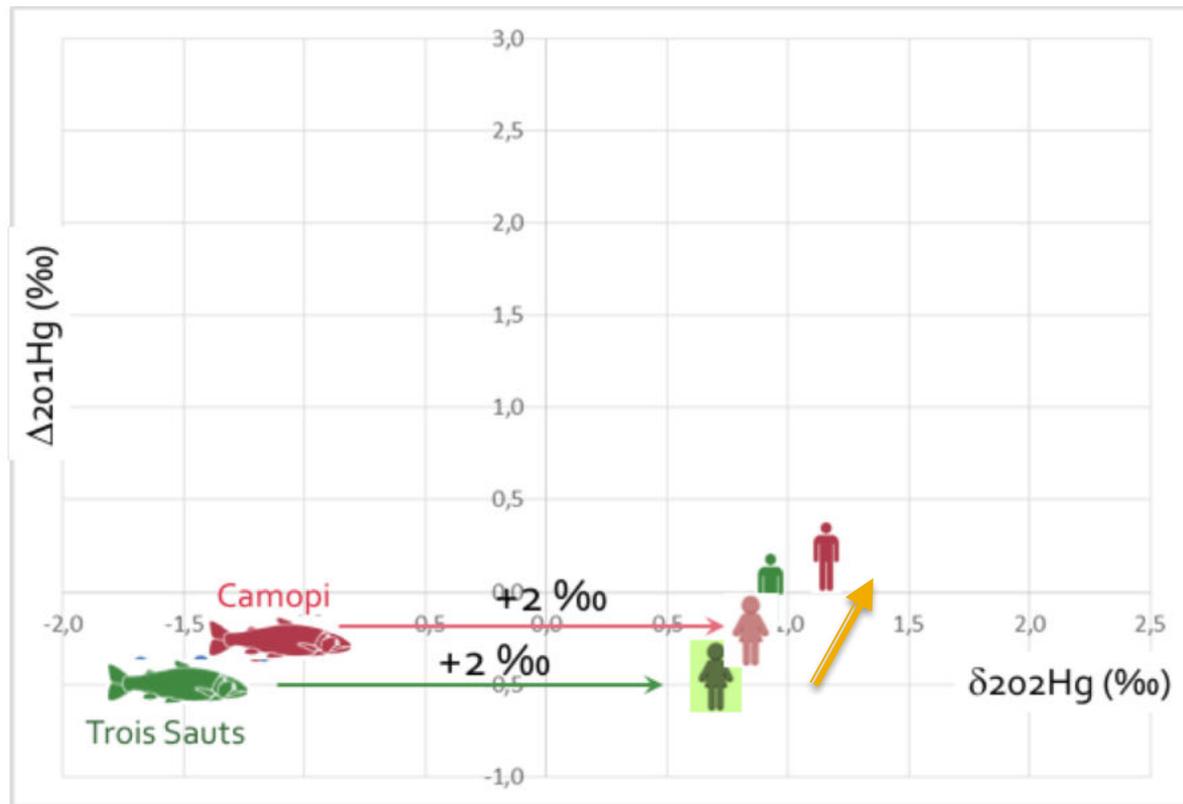
Populations Amérindiennes

Traçage des sources de Hg



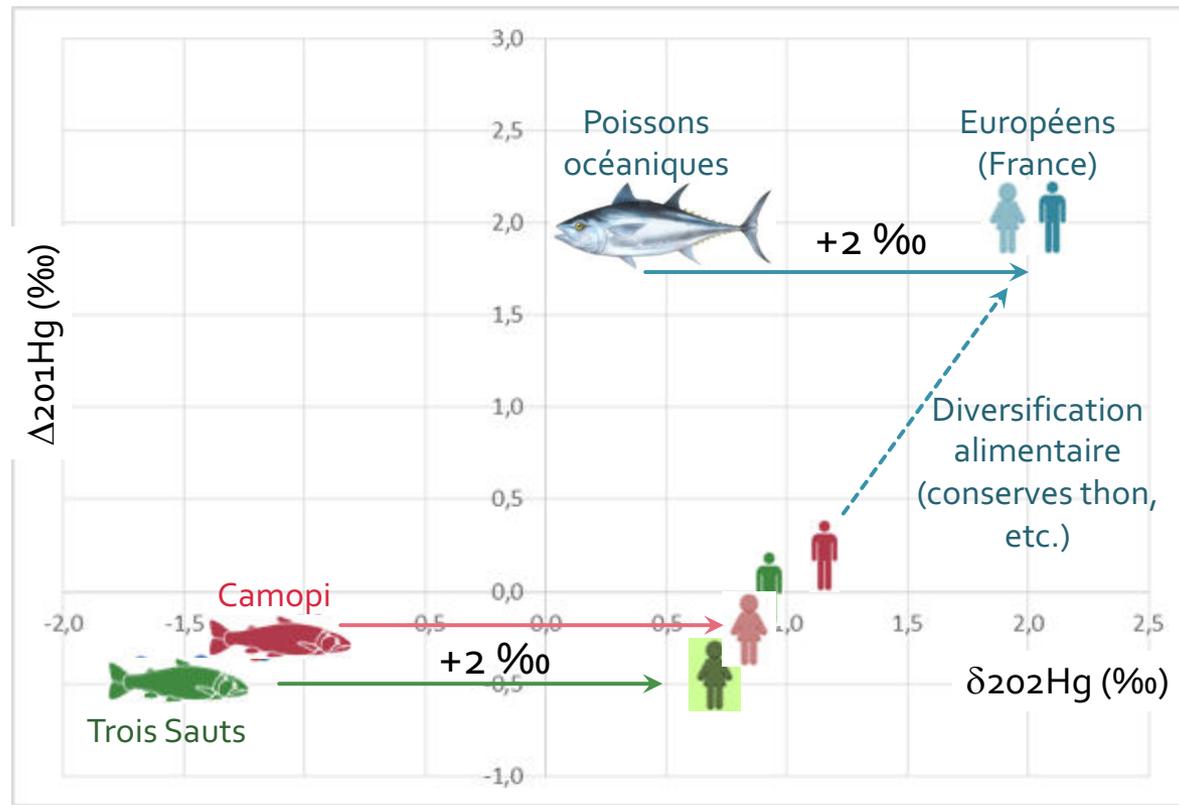
Populations Amérindiennes

Traçage des sources de Hg



Populations Amérindiennes

Traçage des sources de Hg



Actions publiques

Suivi des populations à risque



Mercure dans les poissons et grossesse,

se protéger

FLEUVE OYAPOCK
avec les bons poissons

Ces poissons* non prédateurs pauvres en mercure peuvent être consommés



Photos poissons : P-Y. Le Bail, droits réservés
* Ces données (Oyapock / juin 2013) seront régulièrement actualisées. C>Créole W|>Wayampi

Lors du suivi de votre grossesse, demandez conseil à votre sage-femme ou à votre médecin



se protéger

Mercure dans les poissons et grossesse, en évitant les mauvais poissons

Sur l'Oyapock, ces poissons* prédateurs contiennent du mercure. Évitez les pendant la grossesse et l'allaitement



Photos poissons : P-Y. Le Bail, droits réservés
* Ces données (Oyapock / juin 2013) seront régulièrement actualisées. C>Créole W|>Wayampi

Lors du suivi de votre grossesse, demandez conseil à votre sage-femme ou à votre médecin

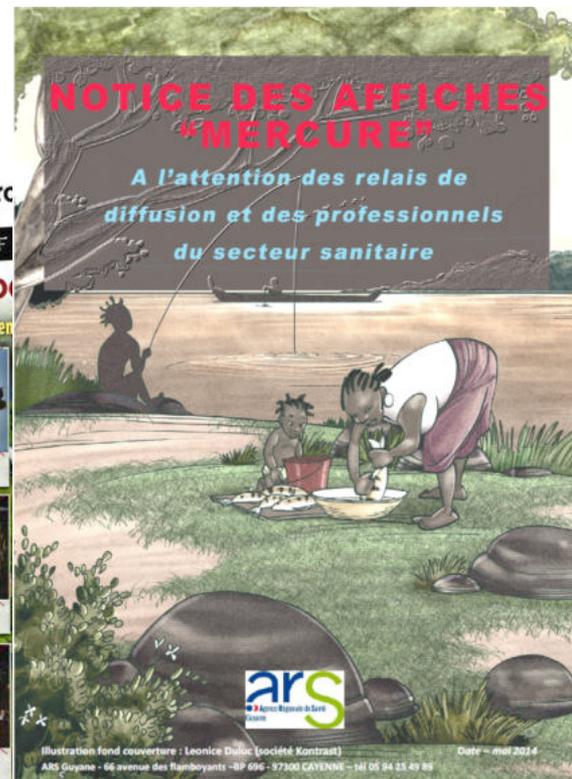
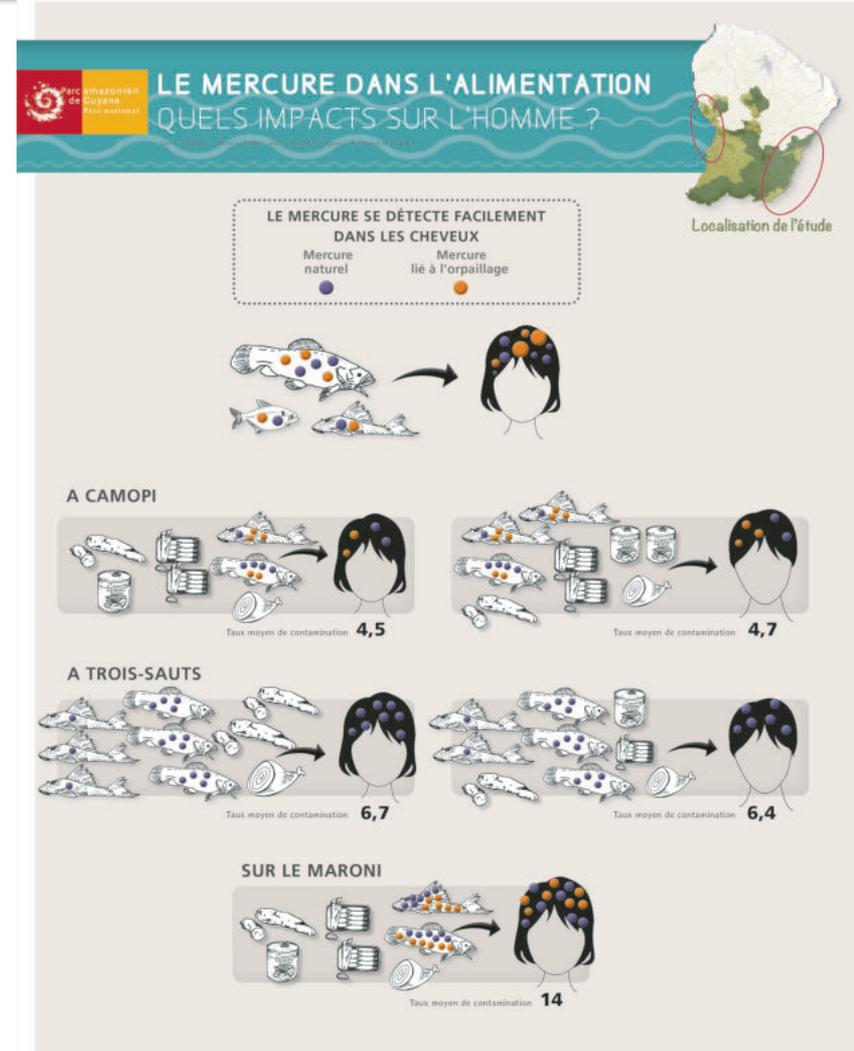
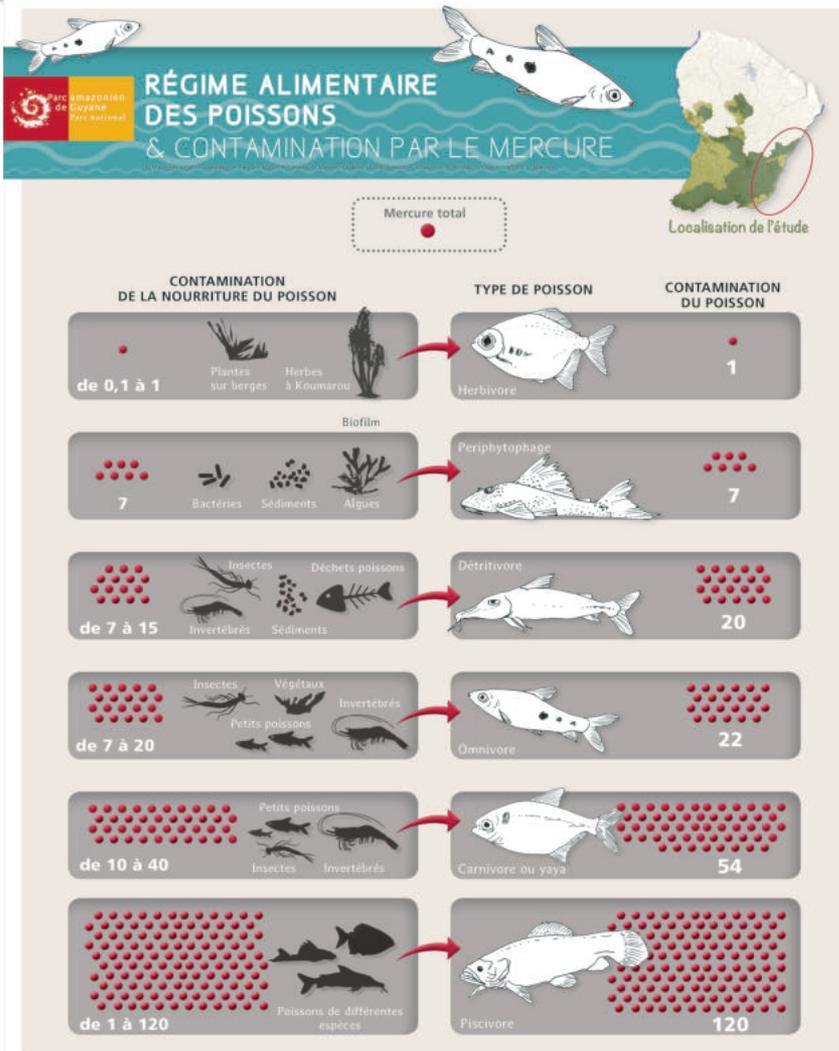


Illustration fond couverture : Leonice Dolic (société Kontrast)
ARS Guyane - 66 avenue des Flamboyants - BP 696 - 97300 GAYENNE - Tél 05 94 33 42 88

Date : mai 2014



Restitution des résultats auprès des populations locales



Et ce n'est pas fini...

JOURNAL OF TOXICOLOGY AND ENVIRONMENTAL HEALTH, PART A
<https://doi.org/10.1080/15287394.2017.1331490>



Blood lead levels and risk factors for lead exposure among pregnant women in western French Guiana: the role of manioc consumption

Diane Rimbaud^a, Marion Restrepo^a, Anne Louison^b, Rachida Boukharif^c, Vanessa Ardillon^d, Gabriel Carles^e,
Véronique Lambert^e, and Anne Jolivet ^{a,f}

^aDepartment of Public Health, Centre Hospitalier de l'Ouest Guyanais, Saint-Laurent du Maroni, French Guiana; ^bRéseau Périnatal-Guyane, Cayenne, French Guiana; ^cDepartment of Clinical Biology, Centre Hospitalier de l'Ouest Guyanais, Saint-Laurent du Maroni, French Guiana; ^dCIRE Antilles-Guyane, Cayenne, French Guiana; ^eDepartment of Obstetrics & Gynecology, Centre Hospitalier de l'Ouest Guyanais, Saint-Laurent du Maroni, French Guiana; ^fSorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, INSERM, Institut Pierre Louis d'épidémiologie et de Santé Publique (IPLESP UMRS 1136), Department of social epidemiology, Paris, France

2011: Forts niveaux de Pb mesurés dans le sang d'enfants en Guyane française

(4x > niveau métropole)

2012 : Suivi sanitaire des niveaux de Pb chez femmes enceintes

2017 : Etude du rôle de la forte consommation de manioc (IRD-ARS)



Etude ARS Guyane - IRD

Objectifs



Utiliser les fractionnements isotopiques de Pb



Pour :

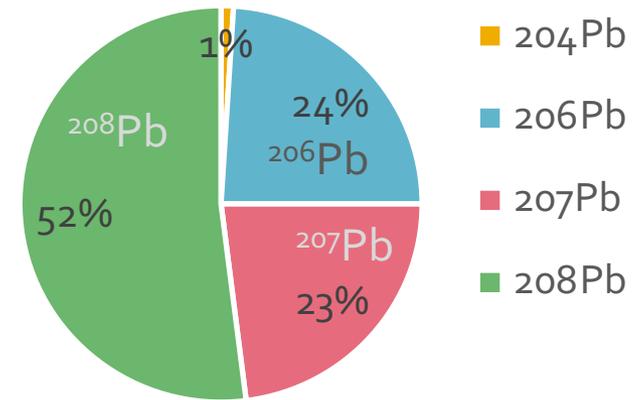
- **Tracer les sources** de cet élément dans le sang des enfants Amérindiens (Petit Saut)
- Accompagner les populations locales atteintes de plombémie à adapter leurs habitudes alimentaires et certaines pratiques afin de **réduire leur exposition**

Qu'appelle-t-on rapports et fractionnements isotopiques de Pb ?

Le Pb possède 4 isotopes stables naturels
3 sont radiogéniques
(^{206}Pb , ^{207}Pb et ^{208}Pb ← désintégration U)

Pb dans le sang = Expositions actuelles +
contribution osseuse (sauf pour les enfants)

Distribution naturelle des isotopes de Pb



Les **fractionnements isotopiques** sont les modifications de leurs rapports entre matrices ou au cours de certains processus

Ils permettent:

- de tracer les sources
- de tracer les processus de spéciation

de cet élément dans l'environnement jusqu'aux humains

Méthodologie

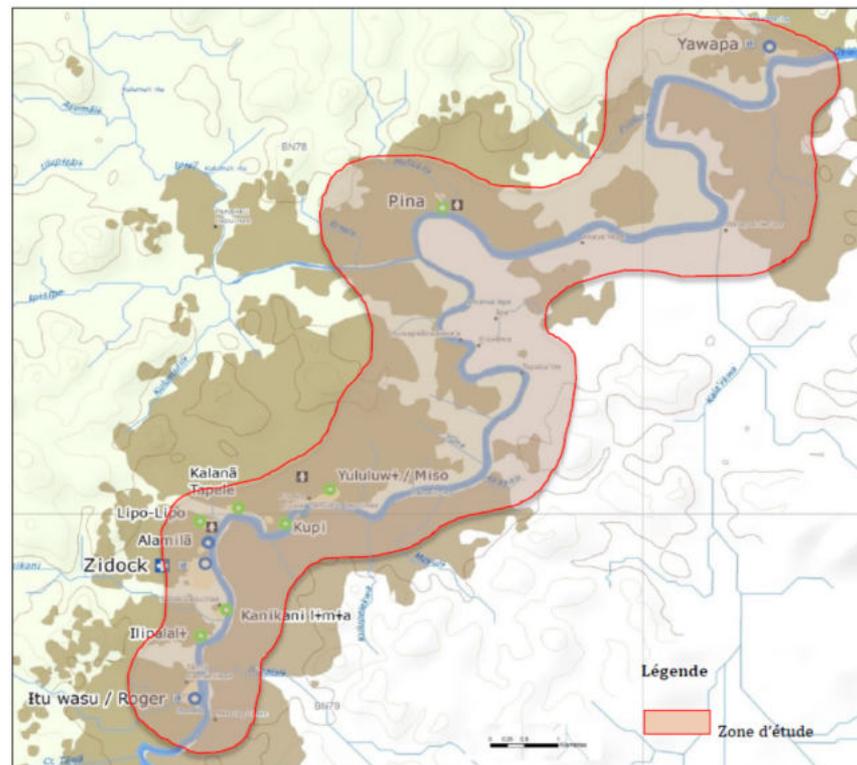
Etude de 15 enfants
(Pb sang > 5 $\mu\text{g.dL}^{-1}$)
+ environnement proche
Trois Sauts (Haut Oyapock)



Enquêtes alimentaires
(technique des repas
dupliqués) à Trois Sauts
(Haut Oyapock)

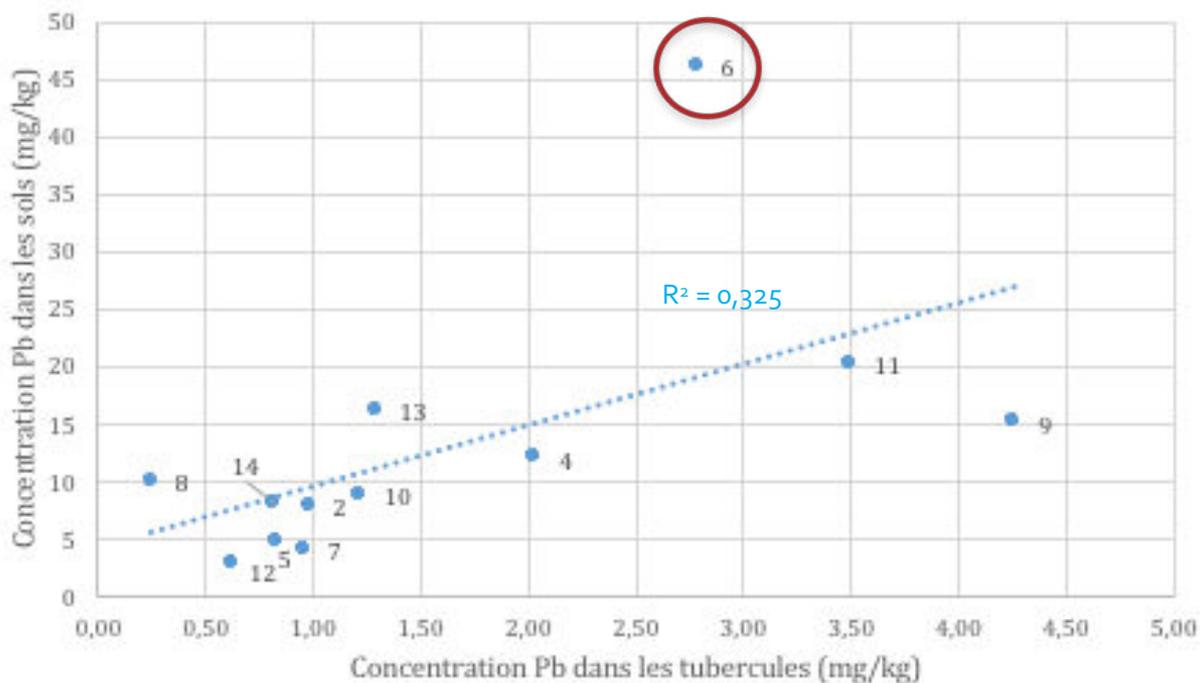
Analyses de Pb total et isotopes

- Sols
- Tubercules de manioc
- Bols alimentaires (suivi pendant 3 jours)
Liquides
Solides
- Plomb de chasse
- Gibier
- Sang des enfants



Concentrations en Pb total par maison étudiée dans sols et tubercules manioc

Concentrations en Plomb dans les sols et les tubercules (mg/kg)



Maison	Concentration en Pb (mg/kg)		FB Pb (%)
	Tubercule	Sol	
1		6,773	
2	0,980	7,919	12,4
3			
4	2,034	12,069	16,9
5	0,829	4,827	17,2
6	2,786	46,194	6,0
7	0,958	4,198	22,8
8	0,246	10,013	2,5
9	4,262	15,134	28,2
10	1,221	8,889	13,7
10b		17,087	
11	3,495	20,162	17,3
12	0,631	2,891	21,8
13	1,289	16,301	7,9
14	0,821	8,044	10,2

Résultats plomb total



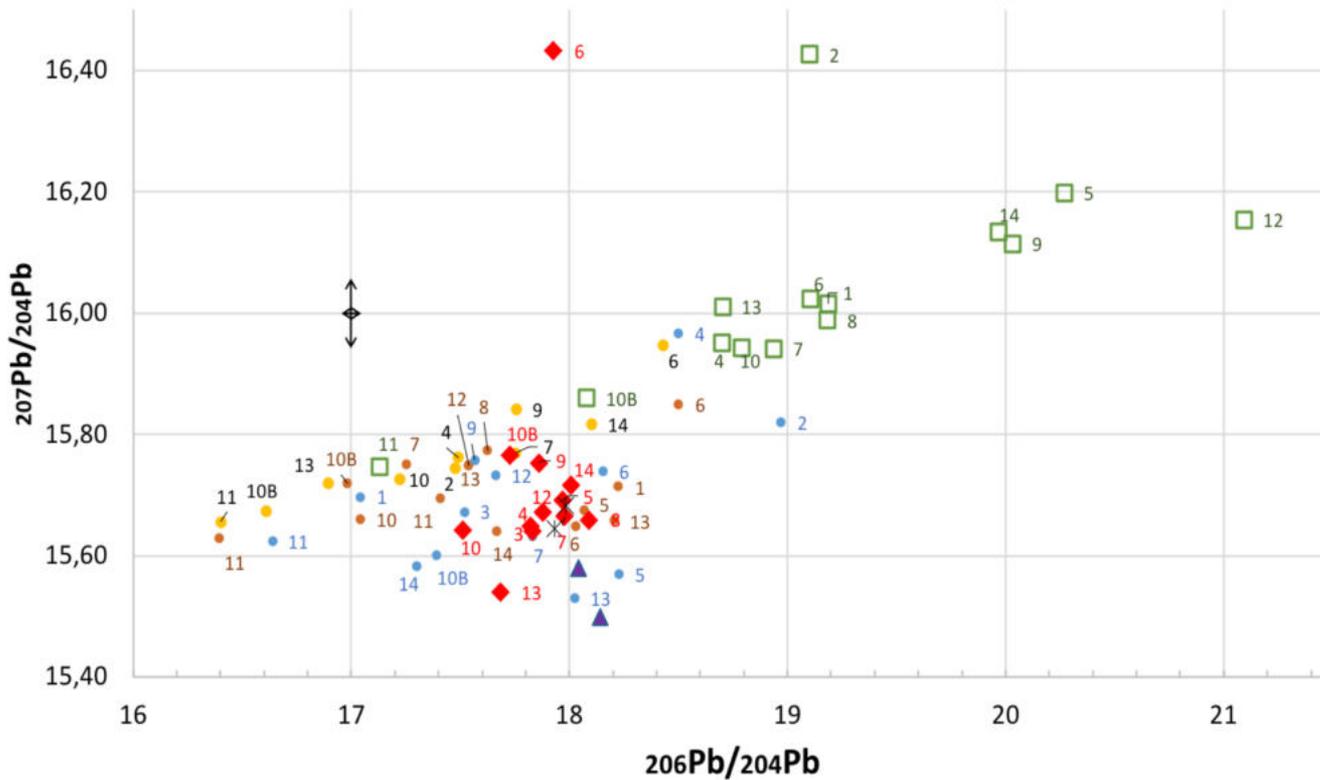
[Pb] µg/g	sols	Tubercules manioc	Aliments solides (manioc-based)	Liquides	Gibier	Sang
Moy.	12,89	1,63	0,98	0,28	N=3	0,21
Min.	2,89	0,25	0,16	0,03	0,03	0,05
Max.	46,19	4,26	2,83	0,57	47 (biche)	0,35

- Forte hétérogénéité des concentrations en Pb dans les sols et les maniocs
- Transfert de Pb du sol vers les tubercules de manioc
- Dilution des [Pb] dans les aliments (liquides et solides) % tubercules
- Pas de relation entre [Pb] dans aliments et dans le sang des enfants (par maison)
- Forte contamination de la viande de gibier proche de l'impact des balles

Résultats plomb (Pb isotopes)



Diagramme trisotopique de Pb (% ^{204}Pb non radiogénique) dans sang (enfants) et sources possibles d'exposition

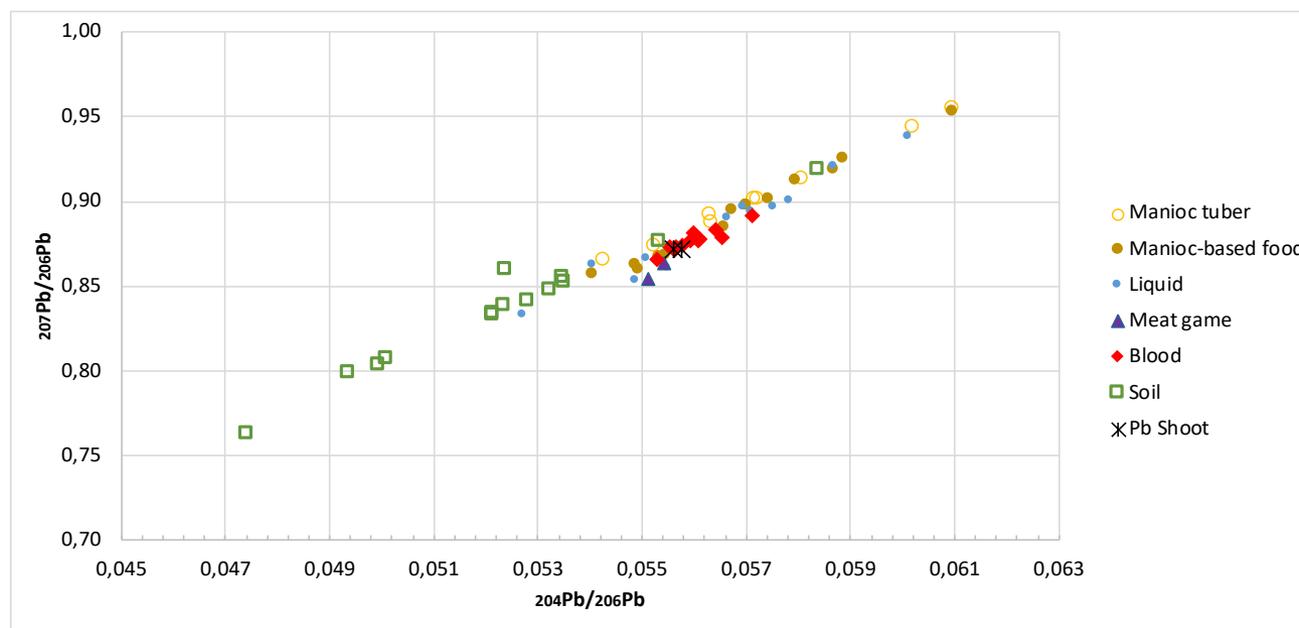


- Manioc tuber
- Manioc-based food
- Liquid
- ▲ Meat game
- ◆ Blood
- Soil
- × Pb Shot
- ↔ 2 SD Pb 207/204
- ↔ 2 SD Pb 206/204

Conclusions Exposition au Pb



Pb isotopie



- Signatures isotopiques de Pb dans le sang des enfants = celles des
 - Pb de chasse (et très certainement des Pb de pêche: même Pb)
 - Aliments liquides et solides élaborés à base de manioc, gibier
- Fractionnement isotopique de Pb entre sol et tubercules de manioc
 - *Assimilation par les tubercules des formes chimiques les plus labiles*

Expositions multiples



Politiques de santé et cohésion culturelle

- Les sources des expositions au Pb et Hg des populations Amérindiennes de Guyane sont basées sur des habitudes alimentaires et pratiques culturelles
- Le changement de ces pratiques risquent de mettre en péril leur équilibre nutritionnel et leur cohésion sociale

Environ Geochem Health
<https://doi.org/10.1007/s10653-021-00944-9>



ORIGINAL PAPER

Childhood lead exposure of Amerindian communities in French Guiana: an isotopic approach to tracing sources

Laurence Maurice · Fiorella Barraza · Isalyne Blondet · Michèle Ho-A-Chuck · Jessy Tablon · Paul Brousse · Magalie Demar · Eva Schreck

Received: 23 April 2020 / Accepted: 16 April 2021
© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature B.V. 2021

Perspectives – stratégies territoriales

Co-construction avec populations locales de solutions justes et respectueuses

- Campagnes **d'information** sur risques sanitaires liés à la consommation de poissons piscivores (femmes et enfants) + biomonitoring
- **Formation** du personnel soignant (centres de santé) à la toxicologie et notions « d'exposome »
- Interdiction de la vente **Pb de chasse** et remplacement par grenaille
- Ne pas ouvrir d'abattis sur anciens terrains de chasse
- Recherche sur les **variétés de manioc** qui bioaccumulent peu le Pb
- Recherche sur **pratiques agricoles** (phytodisponibilité du Pb)

- StraMeLo (2021-2025)



Invisibilité des risques environnementaux

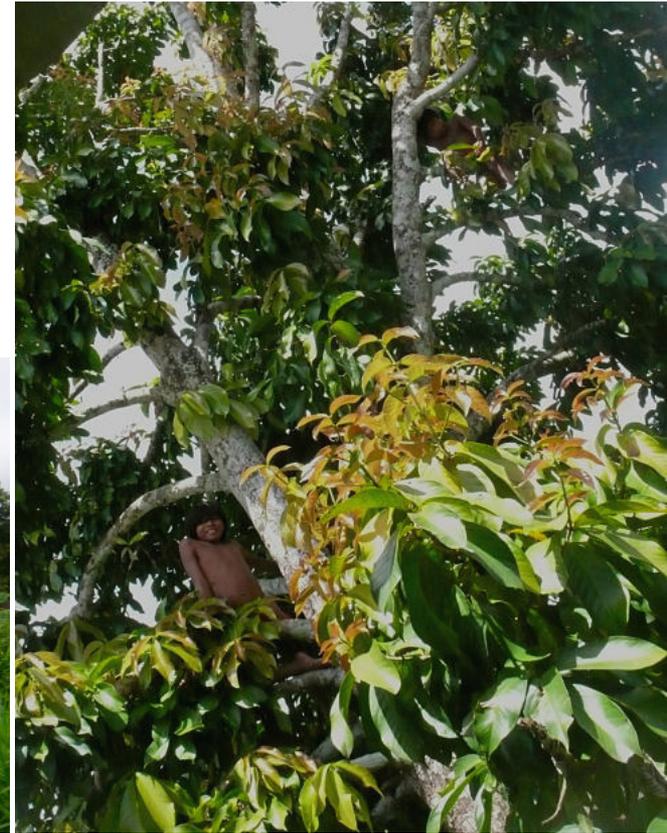
Vulnérabilité des populations Amérindiennes



Sédentarisation
Scolarisation et...
Déculturation



Crédits photo: C. Furger



Merci pour votre attention

laurence.maurice@ird.fr



Cycle du Hg en zone minière

