

# METHODS AND TOOLS

## DETERMINING MERCURY USE IN THE ARTISANAL AND SMALL-SCALE GOLD MINING (ASGM) SECTOR



ARTISANAL  
GOLD COUNCIL



**ONU**   
**environnement**  
Programme des Nations Unies  
pour l'environnement



Cours n° 2  
**Introduction aux  
estimations initiales  
du secteur EMAPE**

# Introduction aux estimations initiales du secteur EMAPE

*Établir des estimations initiales pour  
documenter le Plan d'action national  
(PAN)*

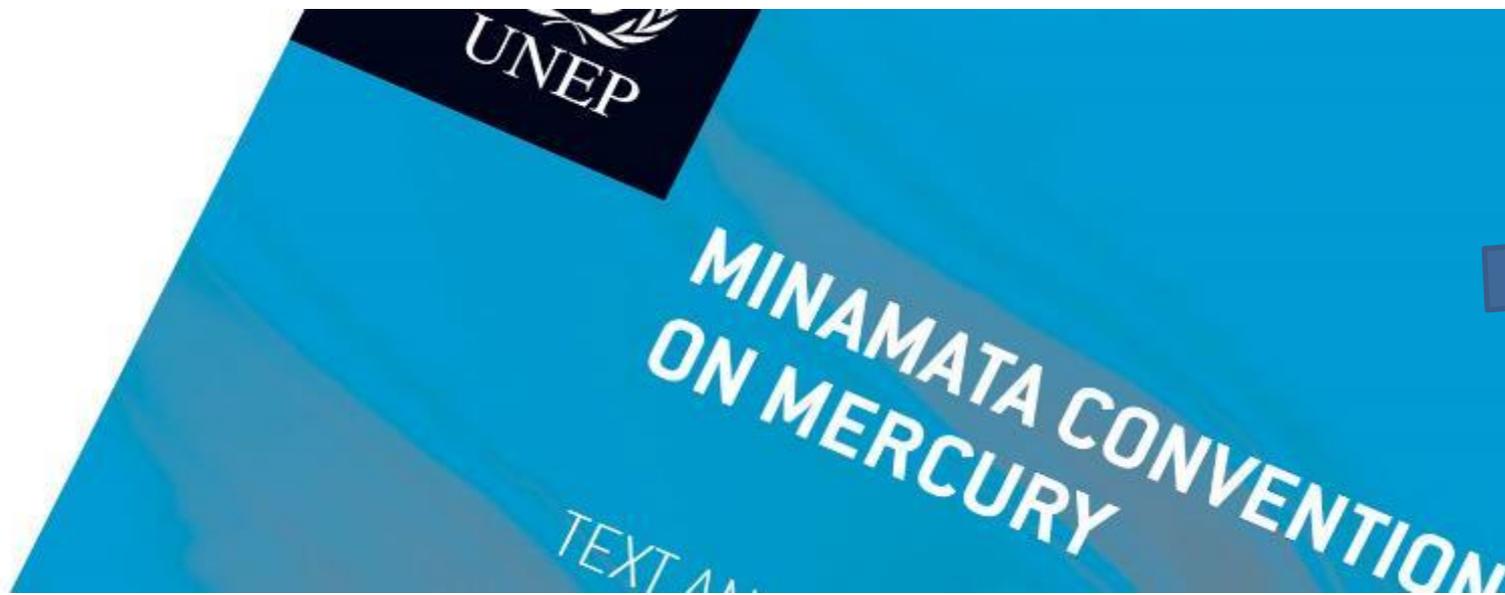
- Estimations initiales du secteur EMAPE : qu'est-ce que c'est et pourquoi c'est important.
- Quelles informations doit-on rechercher ?
- Processus général d'estimations initiales
- Méthodes de :
  - Collecte de données de terrain
  - Production d'estimations à partir de ces données
  - Recoupement des données pour en assurer la qualité et la fiabilité

# Estimations initiales

## Qu'est-ce que c'est ?

*Exigences de l'Annexe C de l'Article 7 de la Convention de Minamata :*

1. Estimations initiales nationales du secteur EMAPE
2. Vue d'ensemble des pratiques EMAPE



# Quelles informations doit-on rechercher ?

## 1. Estimations initiales nationales du secteur EMAPE



Utilisation du mercure\*



Production d'or



Main-d'œuvre



Et leur distribution géographique (sur les sites et aux niveaux régional et national)

# Quelles informations doit-on rechercher ?

## 2. Vue d'ensemble des pratiques EMAPE

**Distribution spatiale**

**Gouvernance**

**Minéralogie**

**Commerce de l'or et du mercure**

**Technologies (Extraction & Traitement)**

**Aspects socioéconomiques, sanitaires et environnementaux**

**Lacunes dans les connaissances**

# Quelles informations doit-on rechercher ?

---

## 2. Vue d'ensemble des pratiques EMAPE

De manière générale,

- Où ont lieu les activités EMAPE ?
  - Quelles sont les pratiques d'extraction et de traitement des différentes régions ?
  - Quelles zones nécessitent le plus d'attention ?
-

# Pourquoi des estimations initiales du mercure ?



- Pour documenter le Plan d'action national (PAN), améliorer le secteur EMAPE et réduire l'utilisation du mercure
  - Il existe assez peu d'informations fiables sur le secteur
- Produire des estimations initiales par rapport auxquelles les progrès réalisés pourront être mesurés

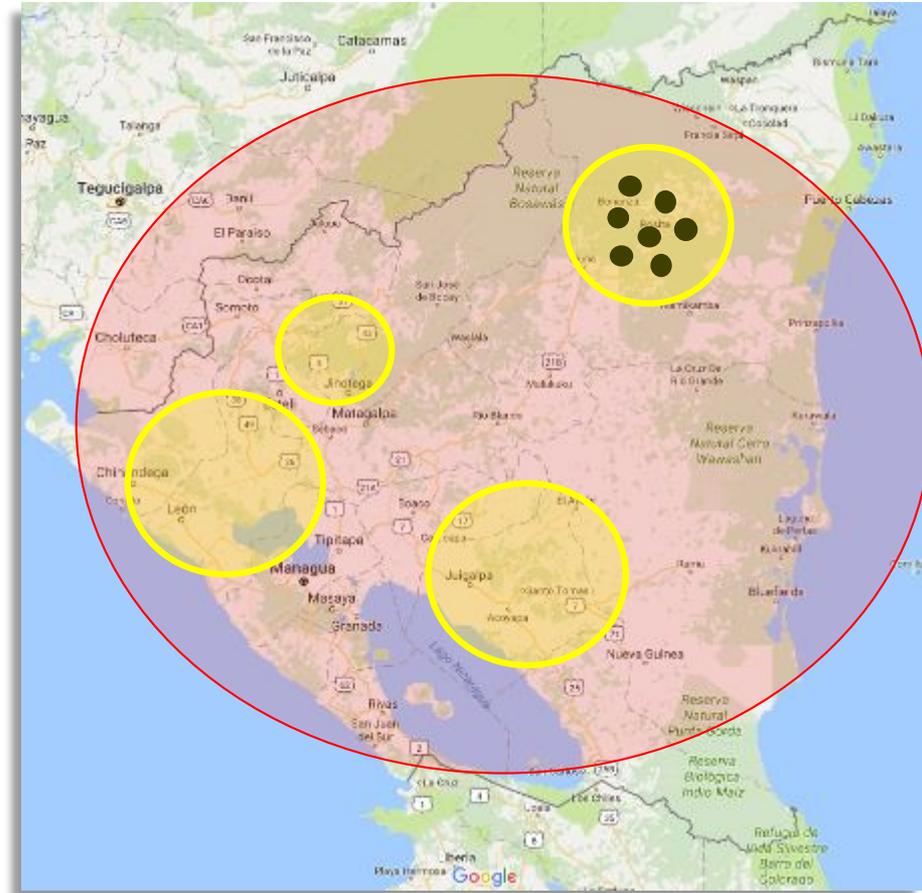
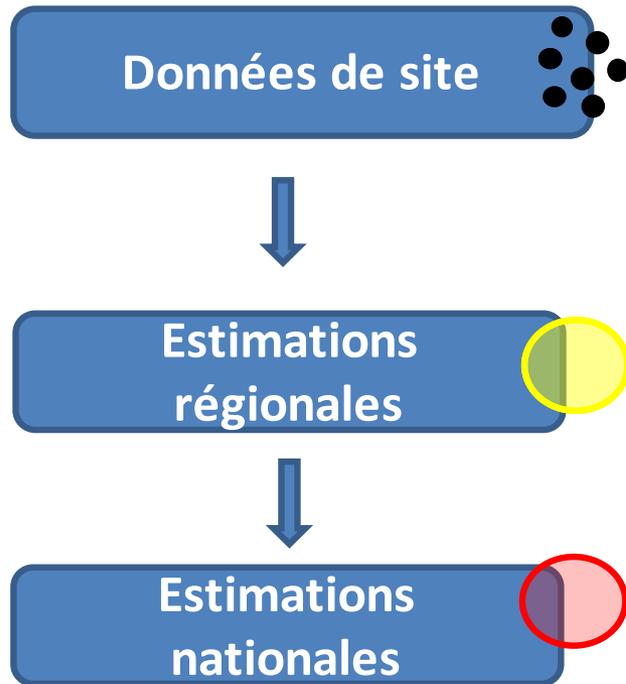
# Processus général d'estimations initiales

1. Collecte initiale d'informations et analyse sectorielle nationale
2. Développement de méthodologies spécifiques au pays
3. Acquisition des données (travail de terrain)
4. Analyse des données
5. Production d'estimations locales, régionales et nationales

***Recouper les données en utilisant plusieurs sources !***

Résoudre les anomalies

# Production d'estimations initiales nationales



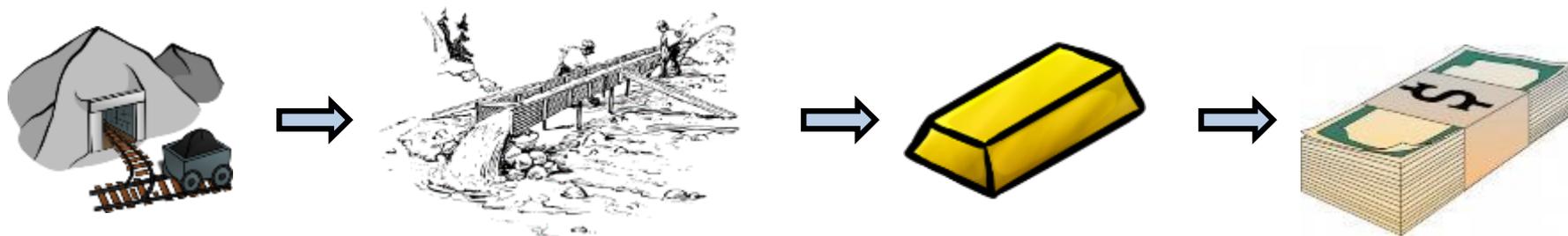
## Quatre façons d'estimer l'utilisation nationale du mercure:

1. Consulter les statistiques officielles sur le commerce du mercure
2. S'entretenir avec des vendeurs de mercure
3. S'entretenir avec des utilisateurs de mercure (mineurs de traitement et propriétaires)
4. Estimer la production d'or et appliquer un rapport mercure-or

» Précision accrue

» Diverses techniques d'estimation de la production

# Estimation de la production d'or



## Trois approches générales basées sur :

1. les données d'extraction
2. les données de traitement
3. les données relatives aux revenus

*Diverses techniques utilisables pour ces trois approches*



# Estimations basées sur l'extraction

*Utiliser la quantité de minerai extraite sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire*

## Données nécessaires

- Nombre de puits
- Extraction par puits
- Teneur du minerai
- Pureté de l'or
- Jours travaillés par an
- Travailleurs par puits



## Qu'en obtenez-vous ?

- Estimations spécifiques de site
  - Production d'or
  - Main-d'œuvre minière
  - MOYENNES UTILES ! – par ex. production aurifère moyenne par mineur et par puits, teneur, pureté



# Estimations basées sur l'extraction

Utiliser la quantité de minerai extraite sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire



Observations :





# Estimations basées sur l'extraction

Utiliser la quantité de minerai extraite sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire



$$\frac{3 \text{ sacs}}{1 \text{ trou}} \times 10 \text{ trous} = 30 \text{ sacs} \text{ Pour le site}$$



# Estimations basées sur l'extraction

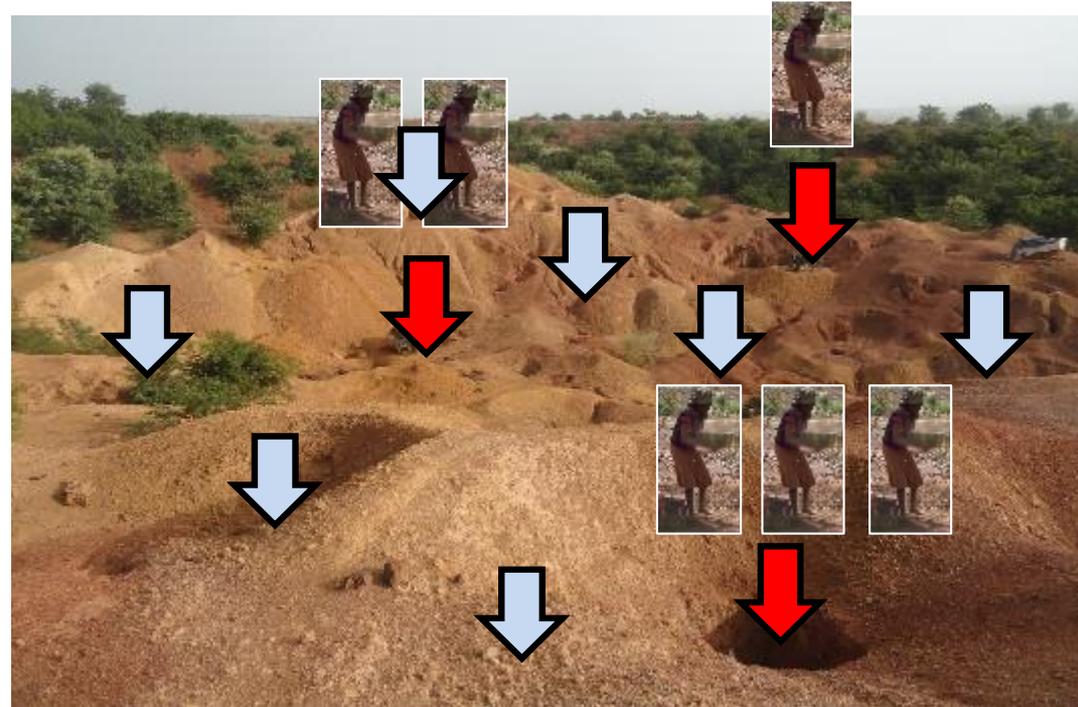
*Utiliser la quantité de minerai extraite sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire*





# Estimations basées sur l'extraction

*Utiliser la quantité de minerai extraite sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire*



Main-d'œuvre minière

- $2 \text{ mineurs/puits} \times 10 \text{ puits} = 20 \text{ mineurs sur site}$



# Estimations basées sur l'extraction

*Utiliser la quantité de minerai extraite sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire*

## Observations :

- 2 mineurs / puits
- 10 puits
- 3 sacs / puits / jour
- 1 sac = 100 kg

## Entretiens :

- Teneur = 1 g / sac
- Pureté = 18 ct
- Jours travaillés = 200/an
- Revenu par mineur = 225 g/an
- 1 g Au = \$ 40





# Estimations basées sur l'extraction

*Utiliser la quantité de minerai extraite sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire*



## Mesures:

- 2 mineurs / puits
- 10 puits
- 3 sacs / puits / jour
- 1 sacs = 100 kg
- Teneur = 1 g / sac
- Pureté = 18 k
- Jours de travail = 200 / an
- 1 g = \$40

## Calculs:

- Total mineurs = 20 mineurs
- sacs / site / jours = 30 sacs / j
- Kg minerai / jour = 3000 kg / j
- Teneur (g/T) = 10 g/t
- sacs / site / an = 6000 sacs / an
- Production annuelle d'or = 6000 g / an
- Production annuelle d'or 24 k = 4500 g (24 k) / an
- Revenu des mineurs = 225 g / mineur  
= \$9,000/an/min



# Estimations basées sur le traitement

*Utiliser la quantité de minerai traitée sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire*



## Observation :

- 1 mineur par sluice
- 4 sacs/sluice/j
- 8 sluices

# Estimations basées sur le traitement

Utiliser la quantité de minerai traitée sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire

## 1. Quantité de minerai traité (débit)



Observations :

1



4  /jour

x8

x8

x8



Site :

8



32  /jour



# Estimations basées sur le traitement

*Utiliser la quantité de minerai traitée sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire*



## Entretiens :

- 1 sac = 100 kg
- Teneur = 1 g/sac
- Pureté = 18 ct
- Jours travaillés =  
200 j/an



# Estimations basées sur le traitement

Utiliser la quantité de minerai traitée sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire

## 2. Quantité d'or produite



32  /jour



---

$$\begin{aligned} \text{débit} &= 32 \text{ sacs/j} \times 100 \text{ kg/sac} \\ &= 3,2 \text{ t/jour} \\ \text{teneur} &: 20 \text{ g/t} \end{aligned}$$

---

$$\begin{aligned} \text{Production d'or} &= \text{débit} \times \text{teneur} \\ &= 3,2\text{t} \times 20\text{g or/t} \\ &= 64 \text{ g or/jour} \end{aligned}$$





# Estimations basées sur le traitement

*Utiliser la quantité de minerai traitée sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire*

## 2. Quantité d'or produite



**production  
quotidienne**



**300 jours travaillés par an**

---

**production  
annuelle d'or  
19,2 kg /an**



**Conversion  
en pureté  
100%**



# Estimations basées sur le traitement

*Utiliser la quantité de minerai traitée sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire*

## Données recueillies:

- 1 opérateur/machine
- 8 sluices
- 4 sacs / sluice / j
- 1 sac = 100 kg
- Teneur = 1 g / sac
- Pureté = 18 k
- Travail = 200 / an
- Revenu = 1 \$ / sac

## Calcul:

- Total Machines = 8 machines
- sacs/ site/ jour = 32 sacs / j
- Kg minerai / j = 3200 kg / j
- Teneur (g/T) = 10 g/t
- Sacs / site / an = 6400 Sacs / an
- Production annuelle 18 k = 6400 g (18 k) / an
- Production annuelle 24 k = 4800 g (24 k) / an

## Résultats:

## Compare: Estimation extraction vs. Estimation traitement

- 24 k or production: 4500 g vs. 4800 g
- Très proche! Prendre la moyenne!



# Estimations basées sur le traitement

*Utiliser la quantité de minerai traitée sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire*

## Différentes méthodes de traitement sur site ?



- Combien d'unités pour chaque système ?
- Établir des estimations pour chaque type



# Estimations basées sur le traitement

*Utiliser la quantité de minerai traitée sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire*

## Différentes méthodes de traitement sur site ?



### Calculs :

- Nombre total de mineurs de traitement = 8
- Production totale 24 ct = 4 800 g



# Estimations basées sur le traitement

*Utiliser la quantité de minerai traitée sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire*

## Production par rastra

### Données recueillies:

- 3 travailleurs par machine
- 2 rastras
- 20 sacs / rastra / j
- 1 sac = 100 kg
- Teneur = 1 g / sac
- Purite = 18 k
- Jours travail = 200 / an

### Calculations

- Production = 6000 g 24 k / an
- Rastra processeurs = 6





# Estimations basées sur le traitement

*Utiliser la quantité de minerai traitée sur le site pour déterminer des estimations d'inventaire*

## Différentes méthodes de traitement sur site ?



- Mineurs = 8
- Au 24 ct = 4 800 g



- Mineurs = 6
- Au 24 ct = 6 000 g

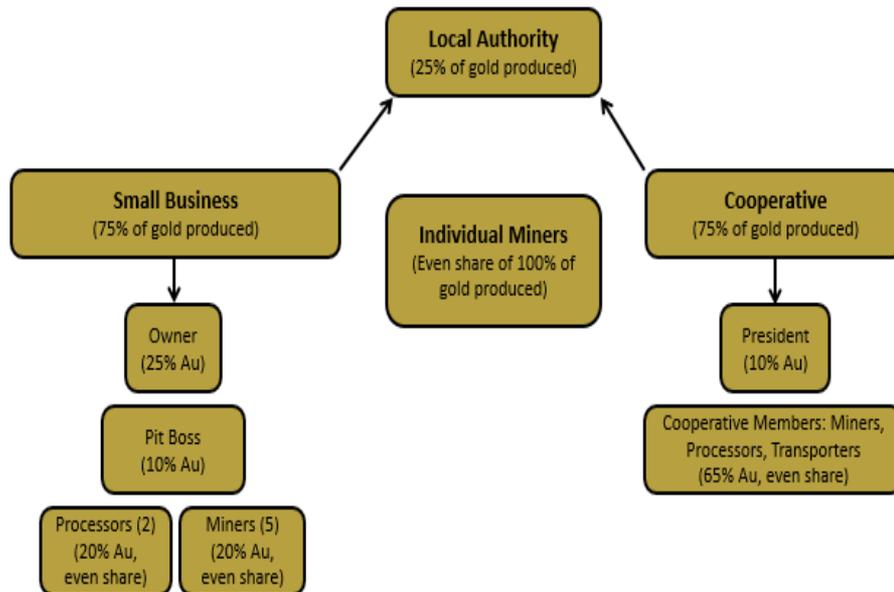


**14**  
**10 800 g**



# Estimations basées sur les revenus

*Utiliser la distribution des gains pour déterminer des estimations d'inventaire*



## Comprendre :

- Les revenus par travailleur
- La distribution des revenus

## Puis :

- Si la population minière est connue, estimer la production aurifère
- Si la production aurifère est connue, estimer la population minière

***Les estimations basées sur les revenus permettent des vérifications croisées très utiles des estimations basées sur l'extraction et le traitement***



# Estimations basées sur les revenus

*Utiliser la distribution des gains pour déterminer des estimations d'inventaire*

## Informations nécessaires

- Revenu par mineur
- Partage des bénéfices entre travailleurs
- Nombre de mineurs OU production aurifère



# Estimations basées sur les revenus

*Utiliser la distribution des gains pour déterminer des estimations d'inventaire*

## Données recueillies

- Revenu des mineurs \$20/j
- Travail 300 j/an
- 1 g or (24 k) = \$40
- Or sur le site = 12 k
- Mineurs obtiennent 50% d'or
- Propriétaire 25% de l'or (10% paye a processeurs)
- Chef de puits 25% d'or
- 100 mineurs sur le site

## Calcule:

1. \$/mineur/an
  2. 24 k or/mineur/j
  3. 24 k or/mineurs/j
  4. 24 k or/site/j
- 10 mineurs / puits

## Answers:

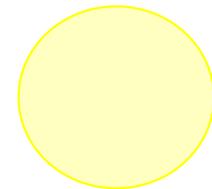
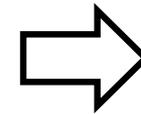
- = \$6000/an
- = 0.5 g / j
- = 50 g / j
- = 100 g / j
- = 30,000 g / Au (24k)

**Pouvons nous determiner la nombre total des travailleurs pour cet site avec ces information??**

- 10 puits = 10 chef de puit
- 1 proprietaire
- Total 111 traivailleurs

**Ca n'inclut PAS les processeurs!**

Comment extrapoler les données de site pour obtenir des estimations régionales ?

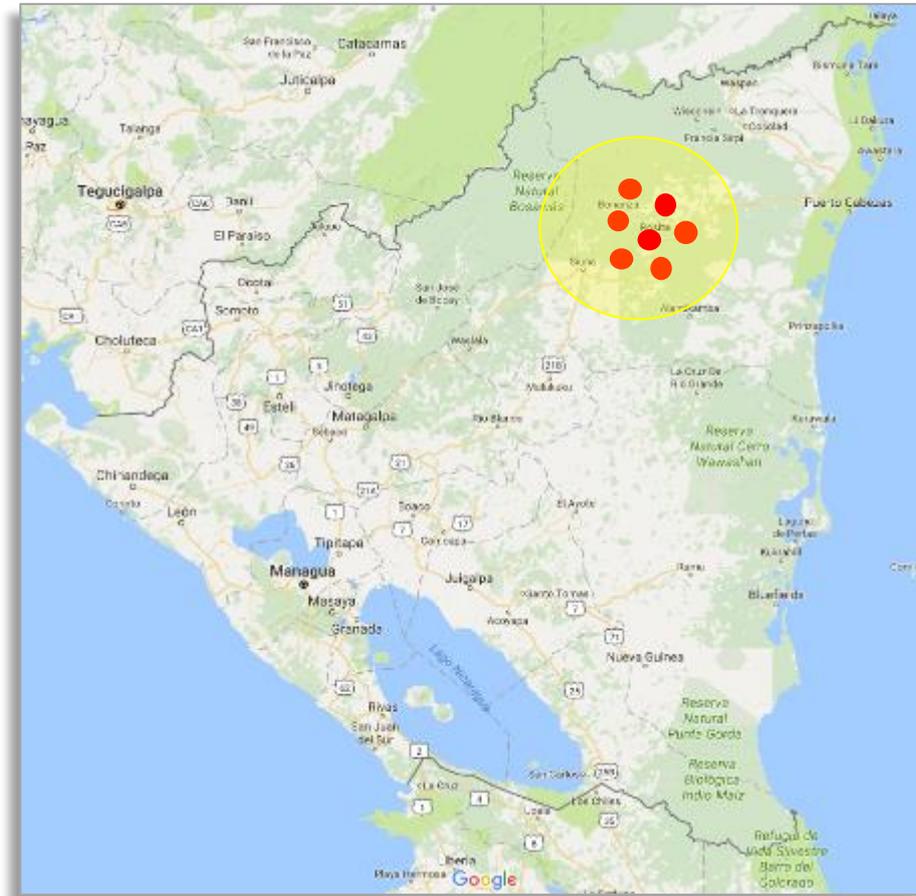


# Produire des estimations régionales à partir des moyennes de site

Données de site



Estimations  
régionales



# Produire des estimations régionales à partir des moyennes de site

Données de site

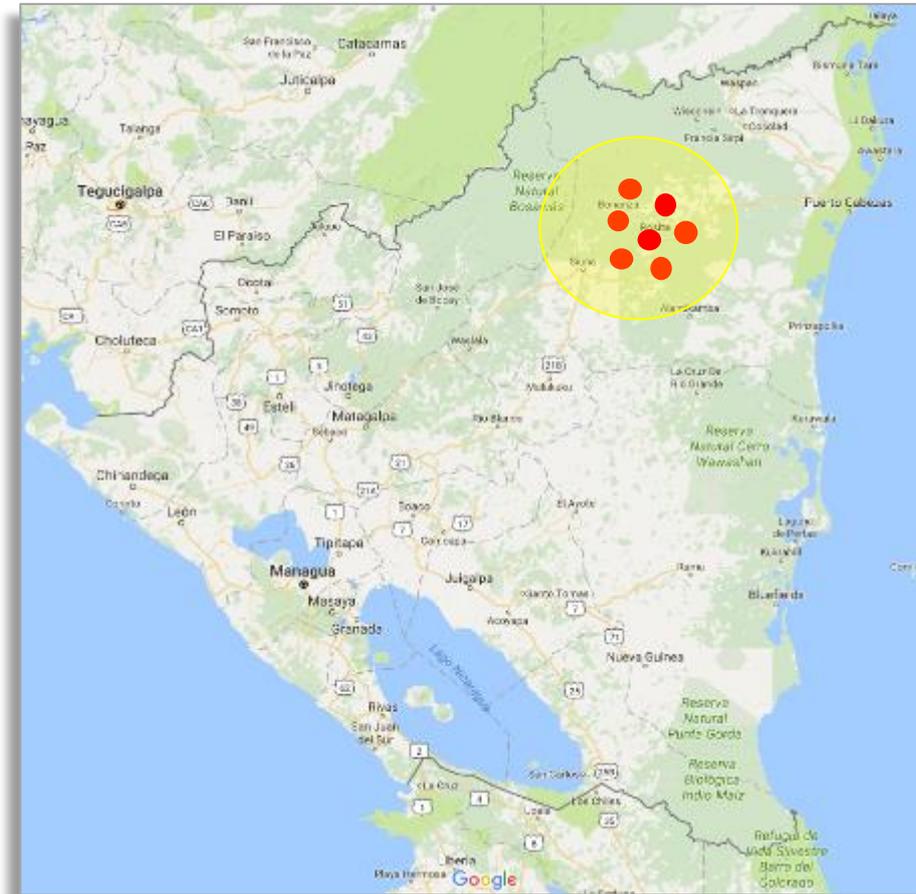
Tout les sites



*Somme*



Estimations régionales



# Produire des estimations régionales à partir des moyennes de site

Données de site

Tout les sites



Sous-ensemble de sites



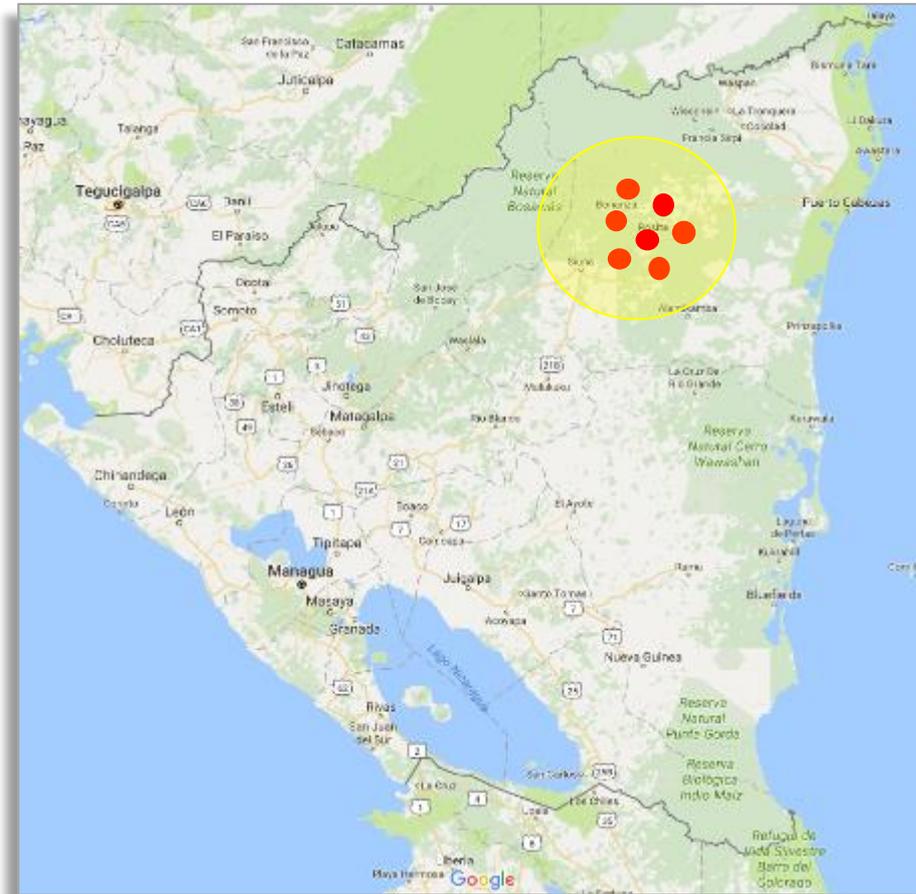
Somme



*Extrapolation*



Estimations régionales

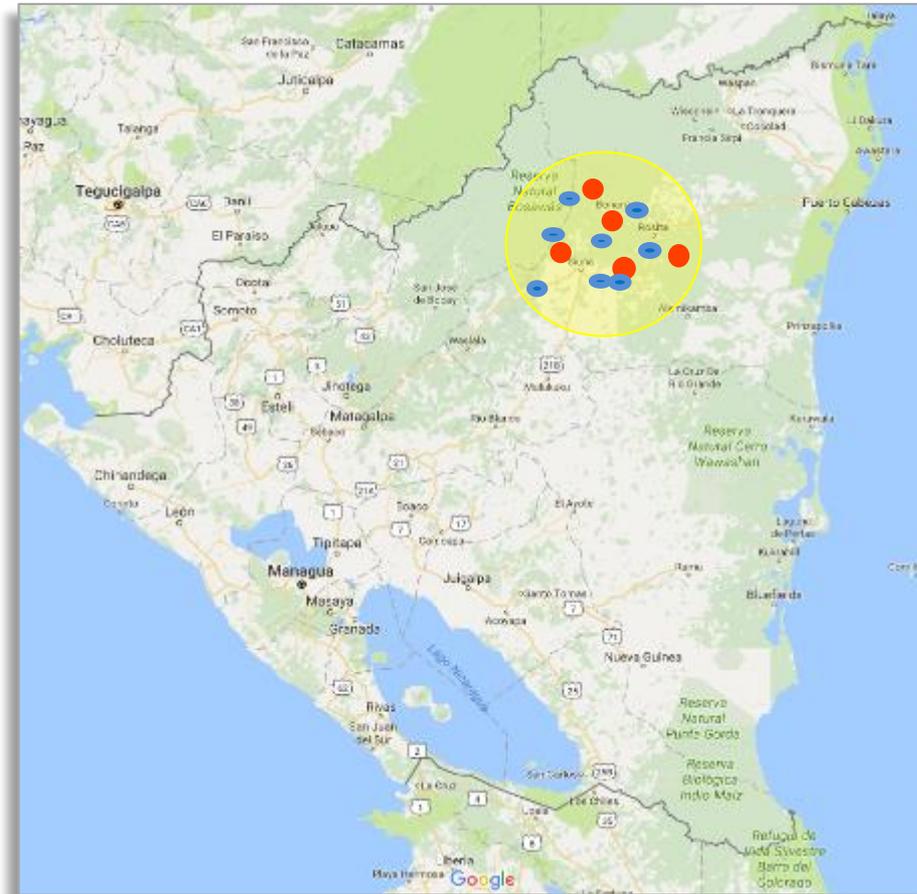


## *Extrapolation :*

Combiner vos moyennes de site avec une donnée régionale connue pour permettre une extrapolation au niveau de la région

## Donnée régionale connue ?

- Production régionale d'or
- Population minière régionale
- Nombre et taille des sites (production ou population)
- Nombre de puits
- Nombre de systèmes de traitement



### ***Extrapolation :***

Combiner vos moyennes de site avec une donnée régionale connue pour permettre une extrapolation au niveau de la région

### **Donnée régionale connue ?**

- Production régionale d'or
- Population minière régionale
- Nombre et taille des sites (production ou population)
- Nombre de puits
- Nombre de systèmes de traitement

### ***Exemple :***

*D'après l'estimation basée sur le traitement, chaque sluice produit 1,2 kg d'or 24 ct par an.*

**Donnée régionale connue :**  
**Le hub régional dispose d'un registre de tous les sluices de la région : 230 sluices au total**

*1,2 kg/sluice/an x 230 sluices = 276 kg Au/an pour la région*

# Production des moyennes regionales

## Exemple: Teneur moyenne regionale

### Site 1

- 5 orpailleurs enquetés
  - Miner 1 : 10 g/T
  - Miner 2 : 12 g/T
  - Miner 3 : 8 g/T
  - Miner 4 : 5 g/T
  - Miner 5 : 15 g/T
- **Site 1 Moyenne : 10 g/T**

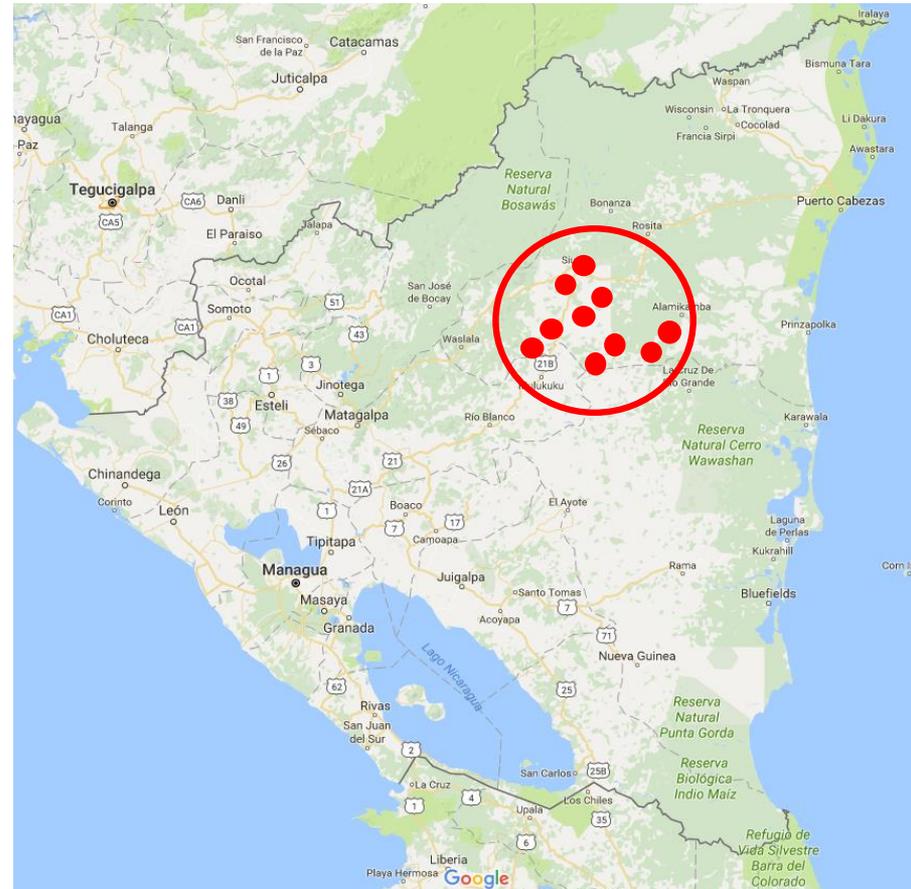
### 5 Sites Visites (moyenne)

- Site 1: 10 g/T
- Site 2: 20 g/T
- Site 3: 30 g/T
- Site 4: 20 g/T
- Site 5: 20 g/T
- **Moyenne regionale : 20 g/T**

# Production des moyennes regionales

## Capacité de traitement connue

- 10 systemes de traitement
- 1 T/j traite par système
- Active 100 j/an
- Teneur Regionale = 20 g/T
- 3 travailleurs par système
- 1 Mineur extrait 0.5 T/j
  - Production or: 20000 g/an
  - Nombre de processuers: 30
  - Nombre de mineurs: 20
  - Travailleurs total: 50



De nombreuses options disponibles !

---

# Faire les comparaisons des estimations avec les autres quand possible!

## Comptoirs d'achat d'or

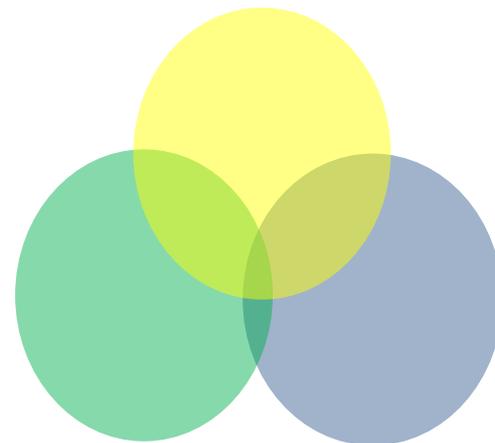
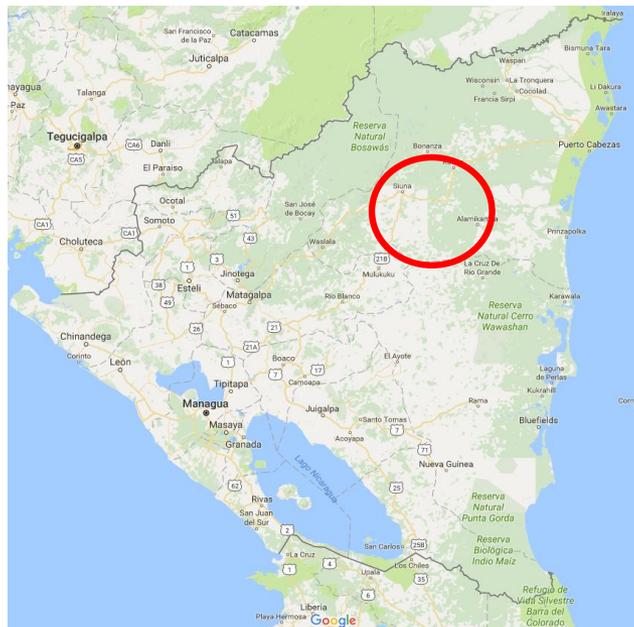
- Disons que 18000 g/an sont achetés dans la region

## Revenues des orpailleurs

- Disons \$15,000 / an
  - 1 g d'or = \$40
  - 50 orpailleurs
  - Revenu total = \$600,000/an
  - Au Regional = 18,750 g/an

## Estimations par traitement

- Extrapolation par traitement = 20000 g/an



# Infos divergentes ? Pourquoi ? Enquêtez.

Négociant  
en or



Cette  
région  
produit  
10 kg  
Au/an

Chercheur  
de terrain



Mais on a vu  
9,5 kg Au/an  
sortir d'un seul  
site !

# Infos divergentes ? Pourquoi ? Enquêtez.

Négociant  
en or



Cette  
région  
produit  
10 kg  
Au/an

Chercheur  
de terrain



Mais on a vu  
9,5 kg Au/an  
sortir d'un seul  
site !

***Calculer la main-d'œuvre à  
partir de la production d'or  
pour vérifier la cohérence***

- Production = 10 000 g d'or
- Revenu mineur : 225 g/mineur
- Il faudrait env. 44 mineurs pour produire ça
- Il y a beaucoup plus que 44 mineurs dans la région !

# Infos divergentes ? Pourquoi ? Enquêtez.

Négociant  
en or



Cette  
région  
produit  
10 kg  
Au/an

Chercheur  
de terrain



Mais on a vu  
9,5 kg Au/an  
sortir d'un seul  
site !

**Calculer la main-d'œuvre à  
partir de la production d'or  
pour vérifier la cohérence**

- Production = 10 000 g d'or
- Revenu mineur : 225 g/mineur
- Il faudrait env. 44 mineurs pour produire ça
- Il y a beaucoup plus que 44 mineurs dans la région !

*Cherchez d'autres  
informations*

162 kg Au/an



Estimations basées sur l'extraction

# Infos divergentes ? Pourquoi ? Enquêtez.

Négociant  
en or



Cette  
région  
produit  
10 kg  
Au/an

Chercheur  
de terrain



Mais on a vu  
9,5 kg Au/an  
sortir d'un seul  
site !

*Calculer la main-d'œuvre à  
partir de la production d'or  
pour vérifier la cohérence*

- Production = 10 000 g d'or
- Revenu mineur : 225 g/mineur
- Il faudrait env. 44 mineurs pour produire ça
- Il y a beaucoup plus que 44 mineurs dans la région !

*Cherchez d'autres  
informations*

162 kg Au/an



Estimations basées sur l'extraction

- Prod. nationale  
20 t Au/an
- dont 1% d'or  
artisanal  
= 200 kg Au/an



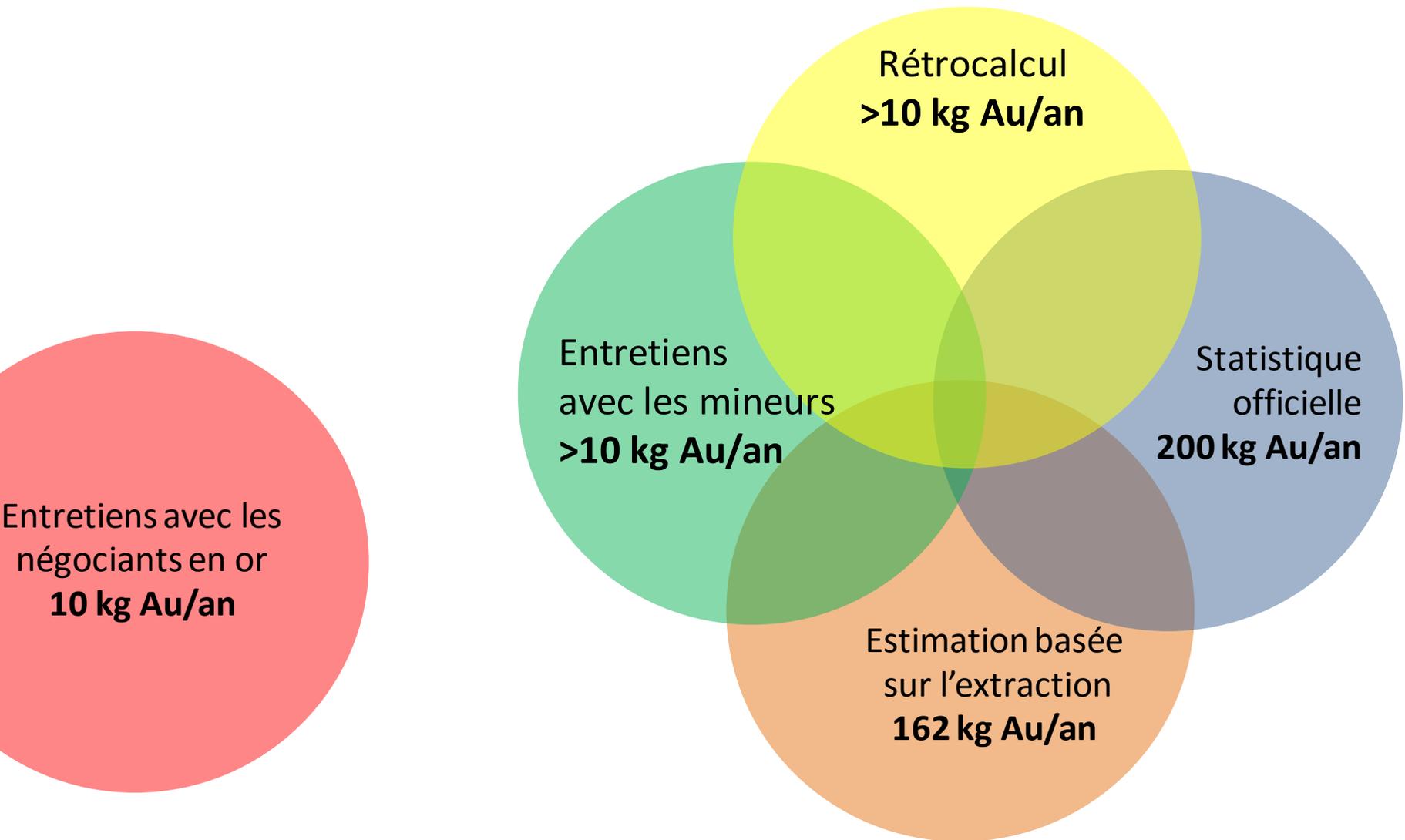
Ministère des Mines

La plupart des  
mineurs **gardent  
leur or** et  
l'amènent à la  
capitale pour en  
tirer un meilleur  
prix



Mineur

# Triangulation



# Nous disposons maintenant d'estimations régionales de production aurifère et de main-d'œuvre



# Le rapport mercure-or (Hg : Au)

- Grammes de mercure consommés par gramme d'or produit
- Appliquer l'estimation de production aurifère pour obtenir l'utilisation de mercure



Estimation de  
la production d'or

Rapport Hg:Au

Utilisation de Hg



Mélange le sable  
et le mercure



Récupération  
de l'amalgame  
(pressant)



Évaporation  
du mercure



L'or  
spongieux



# Mesures : Entrées de mercure & sorties d'or

1) Peser la quantité totale du mercure avant qu'il soit appliqué au minerais

2) Peser le mercure en excès qui ne fait pas parti de l'amalgame

3) Peser l'amalgame avant brûlage

4) Peser l'or spongieux obtenu après le brûlage

5) Peser le Hg récupéré (cornue)



(Quantite Hg initiale – Quantite Hg restant  
L'or spongieux

=

ratio  
Hg: Au



*1 = mercure ajouté, 2+5 = mercure récupéré*

# Traitement différent = rapport différent



Rastra

Amalgamation du minerai brut



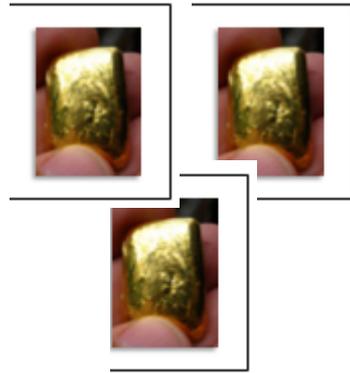
Sluice

Amalgamation du minerai concentré



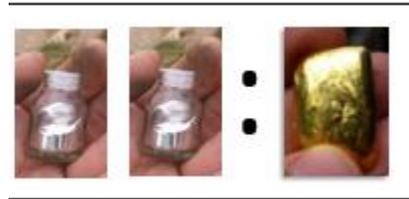
***Mesurer pour chaque  
type de traitement***

# Appliquer le rapport Hg : Au à l'estimation régionale de production aurifère (de ce type de traitement)



Estimation de  
production d'or  
*pour le sluice*

x



Rapport Hg : Au  
*pour le sluice*

=



Estimation Hg  
*pour le sluice*

*Appliquer les rapports  
corrects à la production d'or*

# Production des estimations nationales à partir des estimations régionales

Données de site

Tout les sites



Sous-ensemble de sites



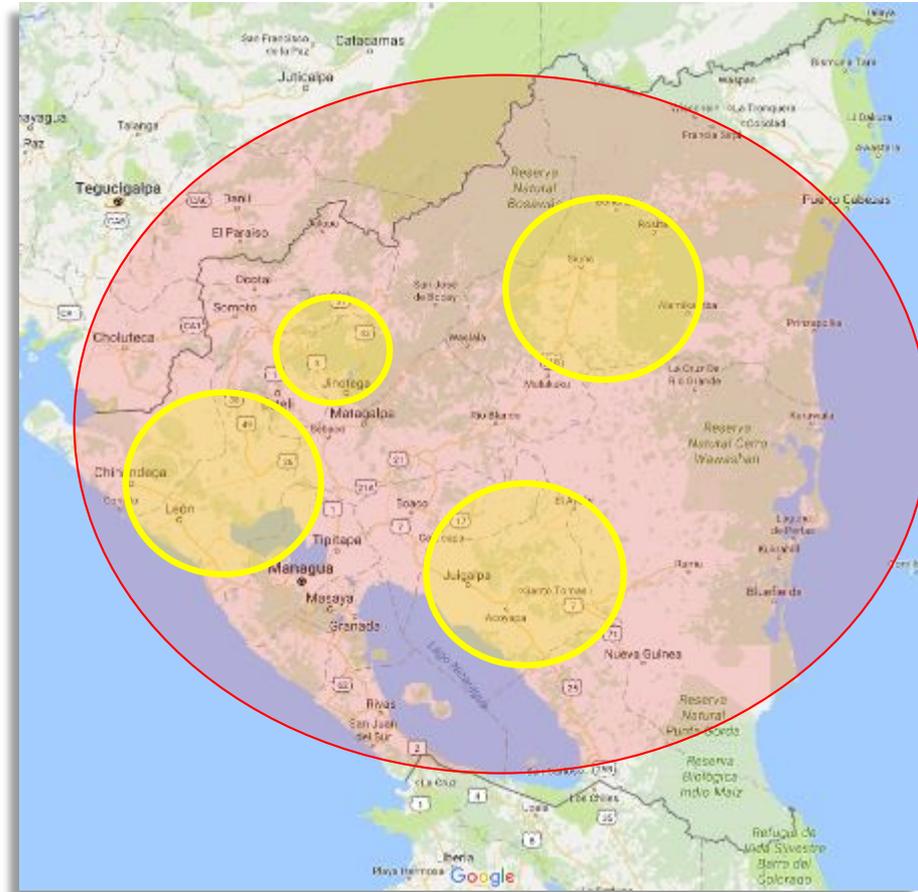
Somme

Estimations régionales

Extrapolation

Somme

Estimations nationales

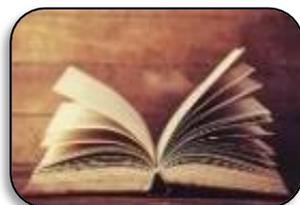


# Étapes des estimations initiales

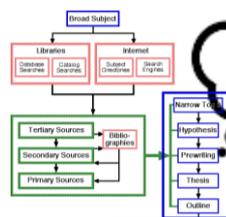


ARTISANAL  
GOLD COUNCIL

1. Rechercher les informations existantes



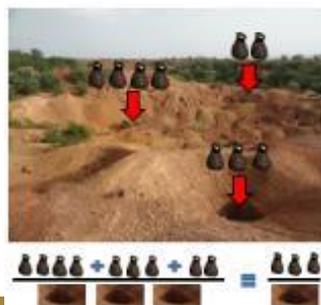
2. Faire un plan de recherche



3. Collecter les données (travail de terrain)



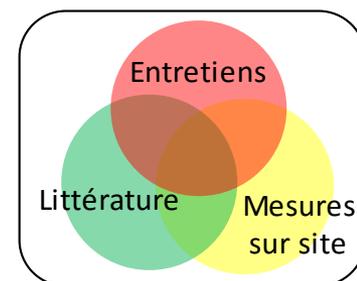
4. Produire des informations locales



5. Extrapoler des estimations régionales à partir des informations locales



6. Recouper les estimations régionales sur la base des différentes approches



7. Additionner les estimations régionales pour obtenir les estimations nationales



# Comment recueillir les informations?



- Revue de littérature
- Entrevues avec les personnes clés
  - Gouvernement (Mines, Environnement, etc), ONGs, Acheteurs d'or, Universités, entreprises à grande échelle
- Décompte et observations sur les sites miniers
- Décompte et observations sur les sites de traitement
- Entrevues des mineurs, processeurs, et acheteurs d'or
- Entrevues avec les autorités locales/propriétaire du site
- Mesures physiques (Pesé un sac de minerai, ratio Hg:Au, dosages pour la teneur du minerai)
- N'importe quelles autres méthodes vous pouvez imaginer

# Quelles sont les compétences requises?



- Résoudre les problèmes rapidement
- Compréhension du secteur de l'EMAPE
  - Minerais
  - Traitement de minerai
  - Le fonctionnement de l'économie
- Expérience sur les sites d'orpaillage
- Les bases de calcul
- La collecte, analyse, et traitement des données
- La formation et l'expérience
  - Beaucoup de pratiques (sur le terrain, questions/calculs)
- Chaque cas est différent: Faut s'adapter sur le terrain!

# PAN: l'approche suggérée



ARTISANAL  
GOLD COUNCIL

- Les experts font la collecte des information du base
- Les experts developpent la methodologie spécifique
- Travailleurs du terrain former par un expert
  - Faut comprendre l'idée générale des inventaires/EMAPE
  - Entrevues
  - Techniques des mesures physiques
  - Importance de la triangulation
  - Faut faire l'analyse des informations chaque jour (gerer temps)
  - Faut adapter les méthodes pour assurer que vous avez les informations requises
- L'analyse des données recueillies sur terrain et les estimations finales sont faites par l'expert en collaboration avec l'equipe de terrain

# Synthèse

- Difficile mais pas impossible
- Informations importantes pour le PAN
- Méthodologie spécifique pour chaque cas
- Définition de l'étendue des recherches
  - Calendrier, ressources humaines et budget
- Chaque cas est unique
- Pas de solution unique pour toutes les régions et tous les sites. S'adapter au fur et à mesure, être créatif !
- Amusez-vous bien !



**ARTISANAL  
GOLD COUNCIL**



**Merci !  
Des questions ?**

