

« Les boues rouges de Gardanne, entre risques et perceptions »

Présenté par Pierre-Etienne Mathé, CEREGE AMU

Projet financé par ECCOREV et OHM Bassin Minier de Provence
Collaboration M. Janin, K. Weiss, Y. Noack, JC.Raynal, Isabelle
Técher, Julie Olivero, Thomas Boulesteix et Nathalie Boutin, avec
les étudiants de l'Université de Nîmes et du Master SET AMU



Contexte général

Externalité du résidu minier sec issu de l'usine de traitement de l'alumine
Altéo déplacé de mer à Terre : site de Mange-Garri

stockage direct (pH >10)

changement d'origine du minerai

résidu valorisé : Bauxaline

- Échéances :

effluent liquide depuis 2017 avec dérogation jusqu'en 2021
suivi prioritaire CSIRM

autorisation de dépôt à Terre: 2021 (Commission de suivi)

- Caractérisation des aléas stockage à terre :

Fraction solide à la source: poussières, MES, sédiments : ETM et PM<10

Solutions de valorisation: stabilité des produits (stockage à terre),
surconcentrations, phytoremédiation; génie civil.

Dans un contexte de socioéconomique aux incidences médiaticopolitiques.



Caractérisation des sites de stockage à terre perception des riverains :

Questions

Risques perçus potentiels : radioactivité, envolement des poussières

Aléas identifiés: poussière tailles et ETM associés

évolution à terme : volumes et fonctionnement géochimique.

Méthodologie

SHS : enquête psychosociologique semi-directive

Géosciences: traçage isotopique (Sr) origines, mélanges;

DRX, Magnétisme, chimie : ETM, granulométrie oxyde Fe

mesures radioactivité in situ (financement safecast)

imagerie géophysique (ERT)

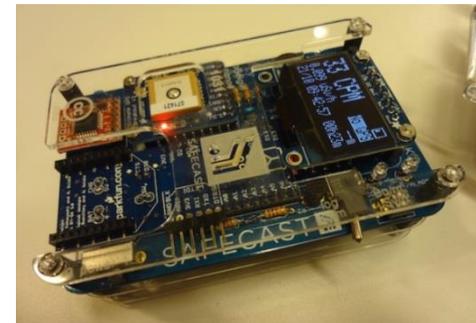
Résultats

SHS: Corpus textuel : occurrences des préoccupations

Données radioactivité Mange-Garri et autres sites de stockages

Aléas Carottage ANTEDON en mer (ANR CalHis)

Pas de tomographie de résistivité électrique



Compteur GeigerDiY Safecast portable géolocalisable (calibration ^{137}Cs ?)

Enquête psychosociologique retombées de poussières

- Travaux antérieurs et en cours (Aurélie Arnaud) Gêne/niveaux de pollution;
- Méthode semi directive entretiens 1/2H connaissance, perception physique , risques (radioactivité, particules fines et domaines impactés (environnement/santé)

Exposition à l'usine			Type d'habitation	
Habitant à Gardanne périphérie	Habitant à Gardanne Centre-ville	Ailleurs	Appartement	Maison
8	25	7	12	24

Tableau 1 : Effectifs selon les facteurs d'exposition à l'usine et du type d'habitation

- Résultats

- Perception des nuisances /risques : pas de relation directe avec le degré d'exposition à la source : association poussière/usine (cf historique minier provençaux/néo-)
- Différences à Court terme/long terme : économique/sanitaire

- Corpus textuel :

Aucune mention de radioactivité
un an après les premiers
signalement de risque potentiels

usine	151	Risque	59	chose	37	mer	27	répercussion
poussière	137	Aller	51	enfant	35	région	26	rester
santé	108	voiture	49	gens	33	bauxite	26	allergie
rouge	95	odeur	46	polluer	32	question	25	vraiment
voir	77	dangereux	46	niveau	32	fermer	25	poisson
boue	72	Gardanne	44	emploi	32	eau	25	mettre
penser	69	impact	43	sentir	31	vent	24	vivre
ca	69	venir	42	problème	31	terme	24	habitant
ville	67	pollution	41	maison	30	prendre	24	gêne
environnement	66	toucher	39	important	29	habiter	24	respirer

Tableau 3 : Nombre d'occurrence des 50 mots les plus fréquents

Mesures radioactivité in-situ

- 20 années de publications: décrets seuils autorisés teneurs
- Intercomparaisons des résultats compliquées par des confusions terminologiques
- plutôt qu'à un manque de disponibilité de la donnée (accessibilité limitée)



Résultats comparables aux ordres de grandeur « connus », mais variations de processus impliqués selon l'âge /la source du résidu:

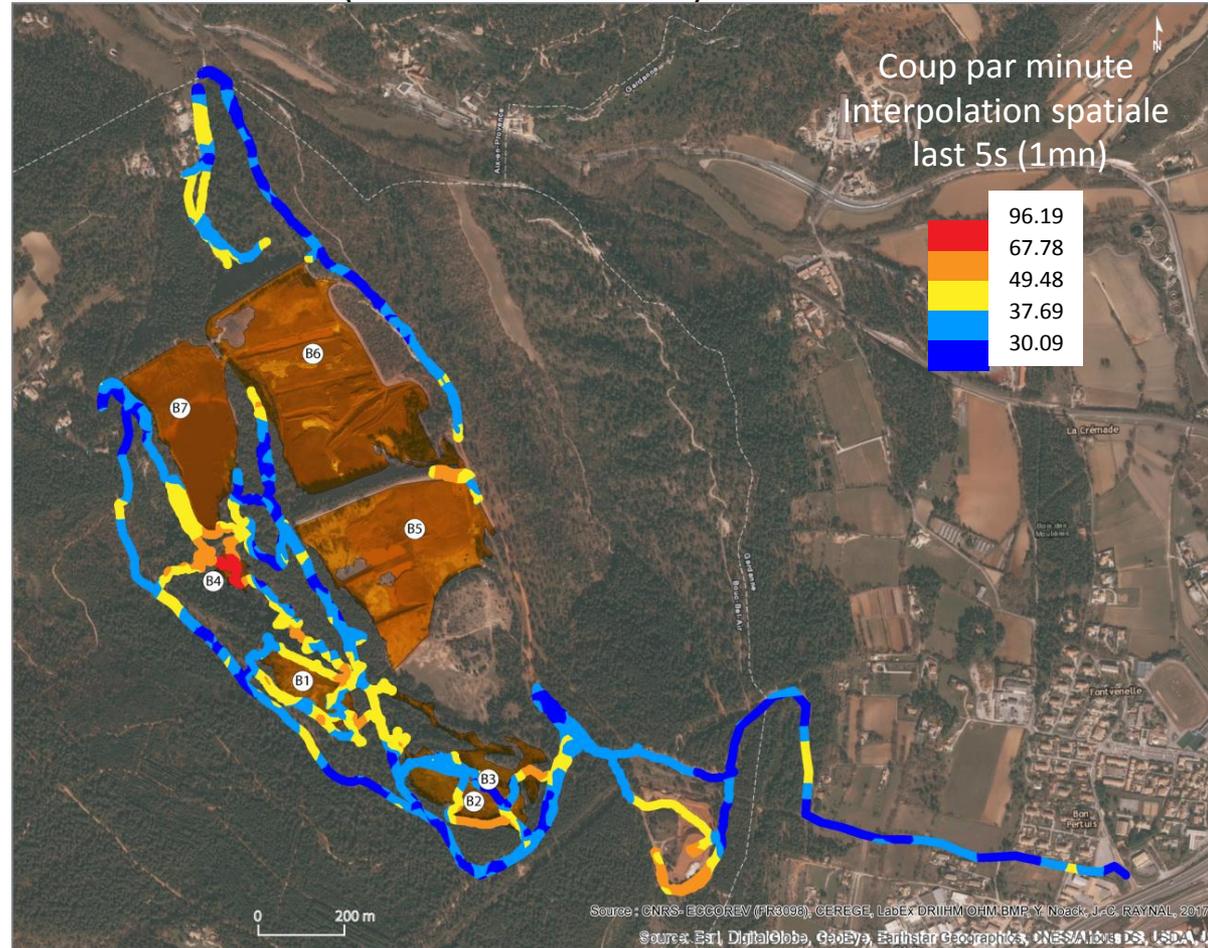
ancien : U/Ra et U/Rn pas à l'équilibre → perte d'U ? Drainage ? Précipitation ?...

- En moyenne:
Bauxite et résidus de bauxite :
~1000 Bq/Kg
(< au seuil massique décrété)

Débit de dose au contact :
1-2 mSv/ an

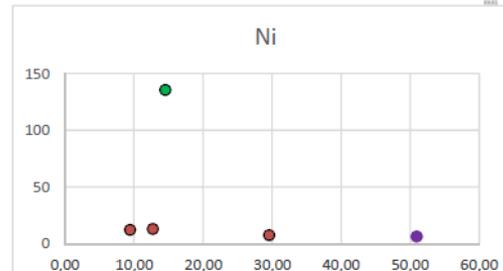
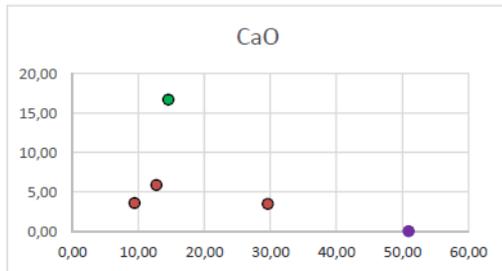
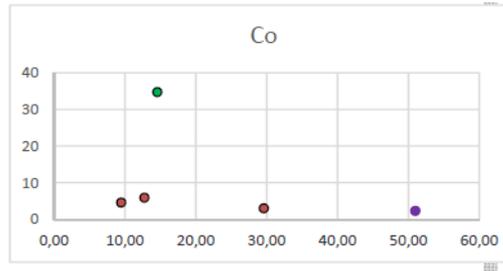
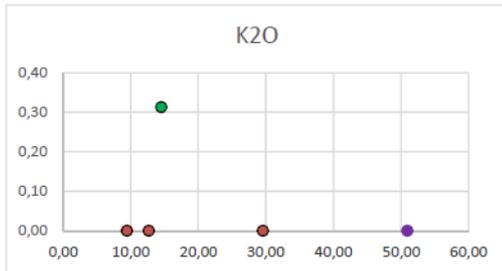
Milieu local = **0,7 mSv/ an**

Irradiation moyenne nationale :
2,4 mSv/ an (hors médical)

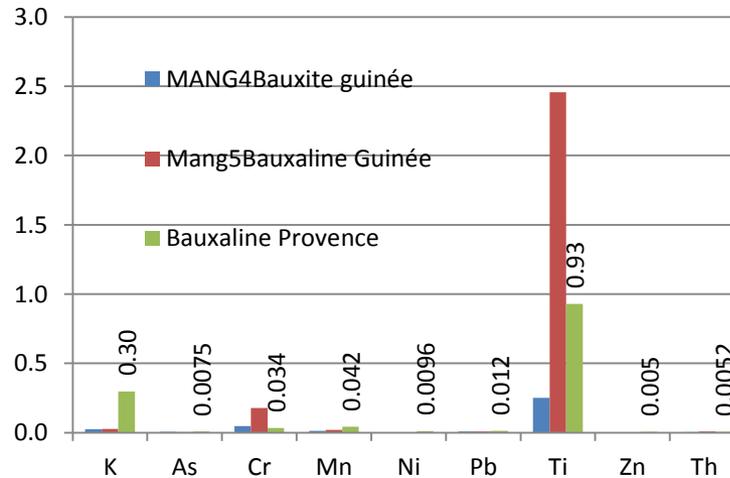
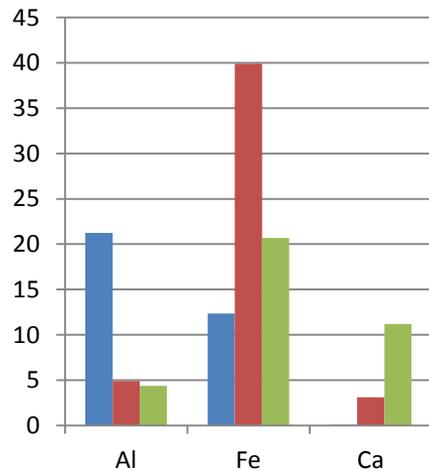


Mesures réalisées entre le 26/09/2016 & 19/01/2017
Calibration 137CS

Analyses chimiques Majeur et traces



Données 2015 : % él_t=f(%Al₂O₃)
 Relativement à Bauxite Guinée
 Bauxaline ,
 Résidu anciens enrichis en :
 -CaO, K₂O /bauxite Guinée:
 Bauxite de Provence;
 -Mg, Cs, Fe, Co, Cd, Ni, Pb, et Sr
 REE, U, Th =>
 Effet du stockage ?
 Circulation de fluide ? pH ?

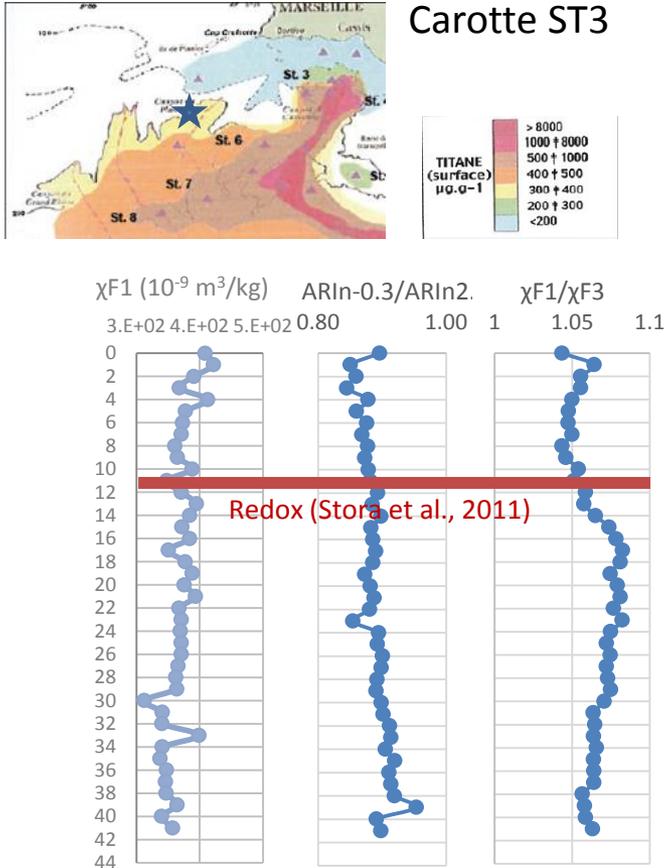


Données 2016 (en %):
 Ti
 Cr, Pb (120ppm) ?

Analyses magnétiques

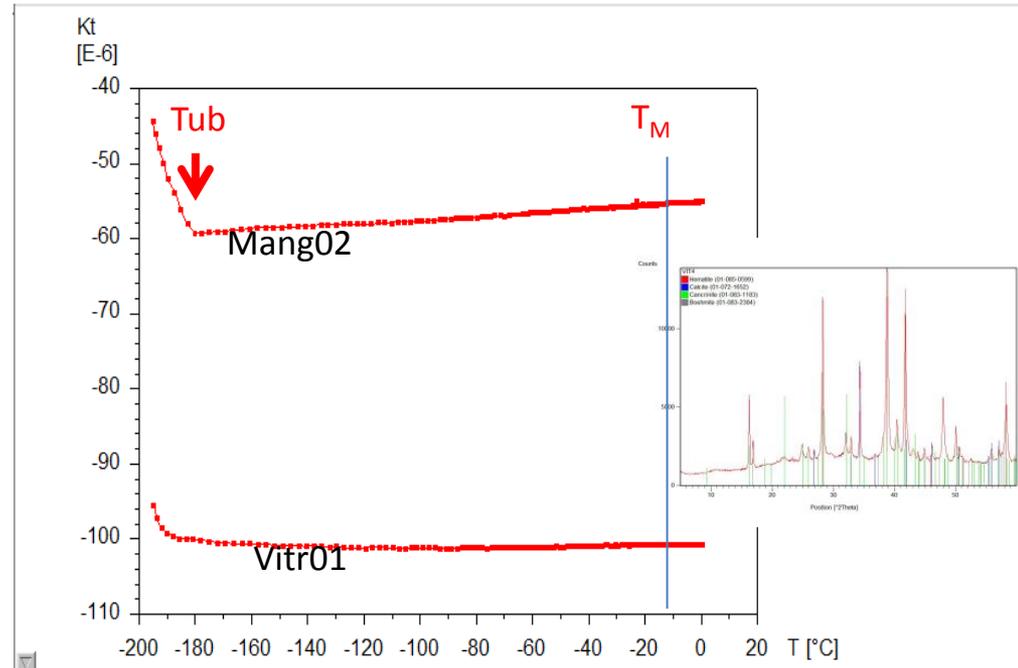
- En mer (ANR CalHis):

Carotte ST3



- Enrichissement de surface visible principalement sur la fraction superparamagnétique SP (#100nm)?
- Bioturbation

- A terre: produits de lessivage



- Identification Hématite PM $>1\mu$ (DRX+ hystérésis)
- Absence Transition de Morin ($T_M = -10^\circ\text{C}$):
 - $<0,1\mu$
 - $>1\%Ti$, 10-15%Al??
- Tub $<-180^\circ\text{C}$: **nanoparticules** ($< 15 \text{ nm}$)
- Taille physique réelle (agrégats?)

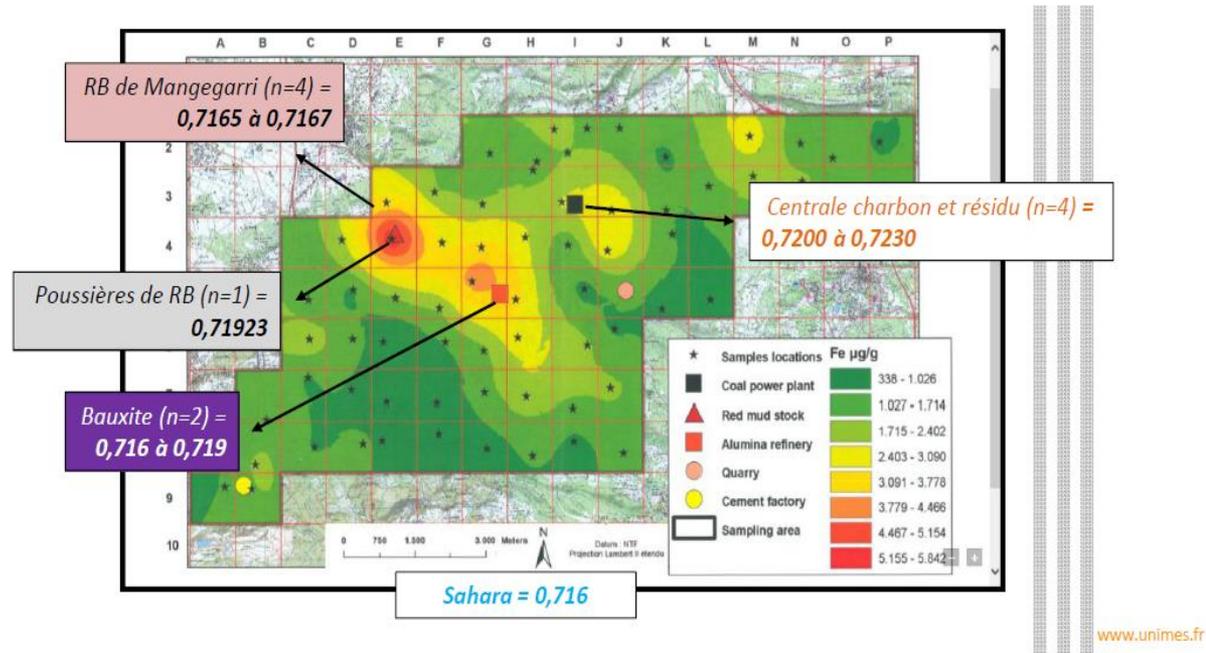
Conclusions Principales

- Du point de vue « communication »: les infos sont généralement disponibles mais pas toujours **accessibles** + impact des **médias**
- Du point de vue « population », s'agissant de l'impact poussière, découplage perception du risque (gêne, peur) à différentes échelle de temps :
 - socioéconomique
 - sanitaireavec une composante historique (provençaux/néo-).
- Gêne : **La radioactivité n'est pas/plus la question première**
- Du point de vue « radioactivité »: pas de risques particuliers des résidus et leurs poussières, mais **quid du volume + évolution pendant le stockage ?**
- Stabilité géochimique des résidus dans les conditions de stockage et **conséquences à longs termes toujours en suspend (Pb??)**
- Granulométrie effective des poussières (**nanoparticules/** agrégats) vs **éco/génotoxicité, vecteur ETM et extension des zones de dispersion.**

Autoévaluation du projet : points forts, points faibles

- Difficulté de mise en oeuvre /médiatisation
 Accessibilité mesures in situ (imagerie géophysique, radioactivité)
- Renforcements de synergie avec structures existantes /interdisciplinarité
- Production scientifique : quels publics?

- Externalité du résidu minier solide issue l'usine d'alumine s'est déplacé à Terre depuis que seul l'effluent liquide est rejeté en mer (SUIVI CSIRM).
- Existence d'une Commission « relative aux installations de l'usine d'Altéo de Gardanne et à la décharge de Mange-Garri à Bouc-Bel-Air ».
- Pour rappel: résultat isotopie strontium / cartographie aérosols Fe (Janin et al. 2015)



- Observatoire Mange-Garri :
- Elargissement du champ aux activités de la centrale thermique
- Comparaison/ convergence synergie scientifique avec la zone Fos Bassin de Berre/ocean via OTMED
- A0 à discuter.

- Merci de votre attention!