



Complexe de production d'alumine de Gardanne et envol de poussières depuis les bassins de stockage de résidus de Mange Garri (Complément projet RED'AIR - OHM)

■ Participants : O. MASSON¹, L. POURCELOT¹, Y. NOACK², J-C RAYNAL³

1. IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire), Cadarache
2. CEREGE, Aix-en-Provence
3. Aix-Marseille Université, CNRS, ECCOREV, Aix-en-Provence

■ Supports:

- OHM « Bassin Minier de Provence »
- Fédération ECCOREV
- IRSN

■ Lieux d'étude

- Gardanne
- Bouc Bel Air





Crédit photo: Ian Hanning/REA – La Croix

Usine Altéo de fabrication d'alumine à Gardanne (13)

- ❑ Exploitant : Altéo (<https://www.alteo-alumina.com/fr/gardanne>)
- ❑ Installation : ICPE
- ❑ Localisation: Gardanne et Bouc-Bel-Air (13)
- ❑ 400 emplois directs et 1000 emplois indirects en PACA (250 sous-traitants)
- ❑ Capacité de traitement : 635 kT/an (3000 T/j)
- ❑ Leader mondial de la production d'alumines à haute valeur ajoutée
- ❑ Utilisation: écran d'ordinateurs, smartphones, céramiques, réfractaires, ignifugation,...

Contexte et objectifs

- Production industrielle d'alumines par extraction sélective de l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) à partir de Bauxite.
- Présence naturelle d'uranium (100 Bq.kg^{-1}) et de thorium (200 Bq.kg^{-1}), c.à.d. 3 à 5 X les niveaux moyens dans des sols en France mais identique aux sols des régions granitiques
- Extraction de l'alumine → X 2 en U et en Th dans le résidu solide (« boues rouges »)
- Les boues déshydratées sont stockées à l'air libre sur le site de Mange Garri
- Par vent fort et selon le degré d'humidité du sol, des poussières de boues rouges peuvent être mises en suspension et transportées en dehors du site
- Utilisation des radionucléides naturels (U et Th), émis depuis les bassins de stockage de résidus, pour évaluer si l'air et les végétaux à Gardanne et Bouc-Bel-Air sont marqués par cette source ?
- Diamètre médian des aérosols porteurs de radioactivité



Radioactivité naturelle renforcée



Stockage des résidus
de Bauxaline® (27 Ha)

Stockage tampon de
bauxite

Méthodes

- Prélèvements d'aérosols sur filtre à l'aide d'une station à grand débit d'aspiration
- Collecte de feuilles de chênes sur l'arbre, d'épis de blé et de légumes-feuilles (salades), d'échantillons de sols
- Séchage et calcination des bio-indicateurs
- Mesures de l'activité en ^{238}U et ^{232}Th et de leurs principaux descendants radioactifs dans ces matrices
- Comparaison du rapport $^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$ dans la Bauxite, la Bauxaline[®], les aérosols, les végétaux



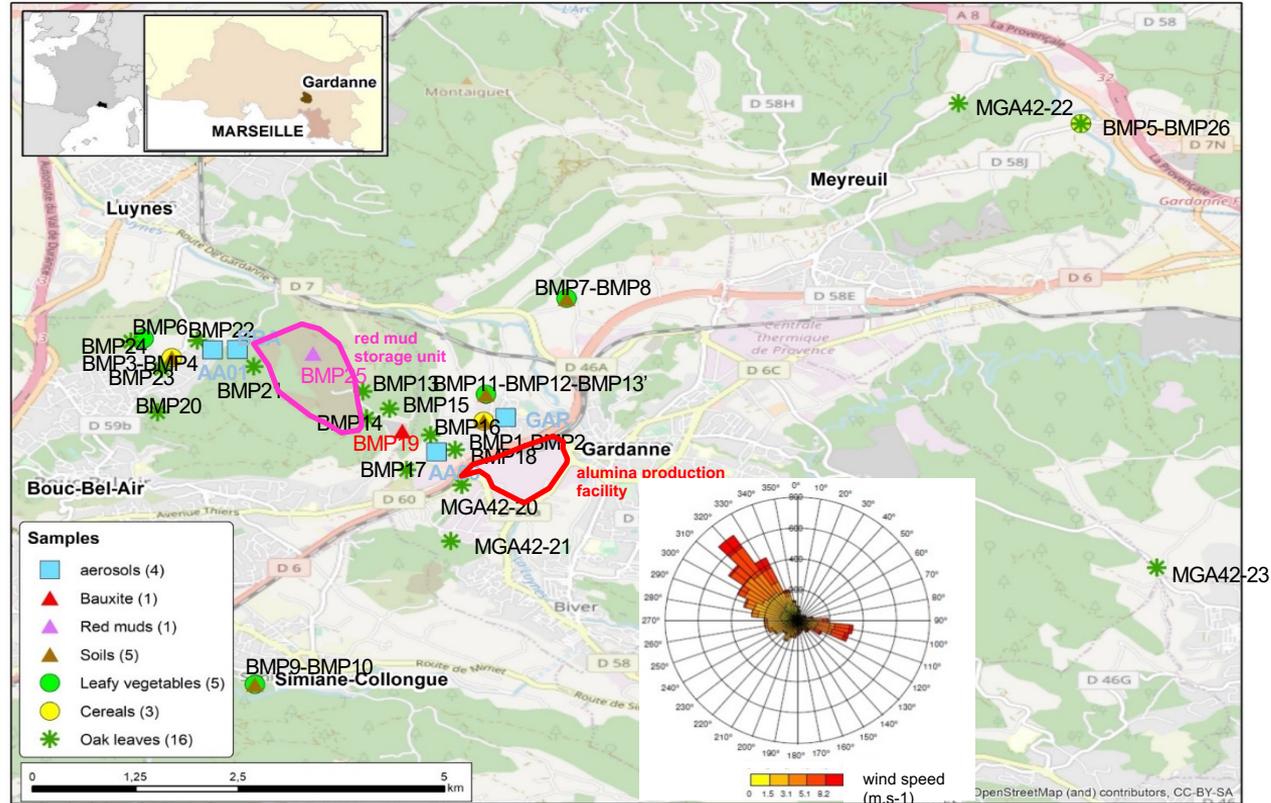
Crédit photo: IRSN

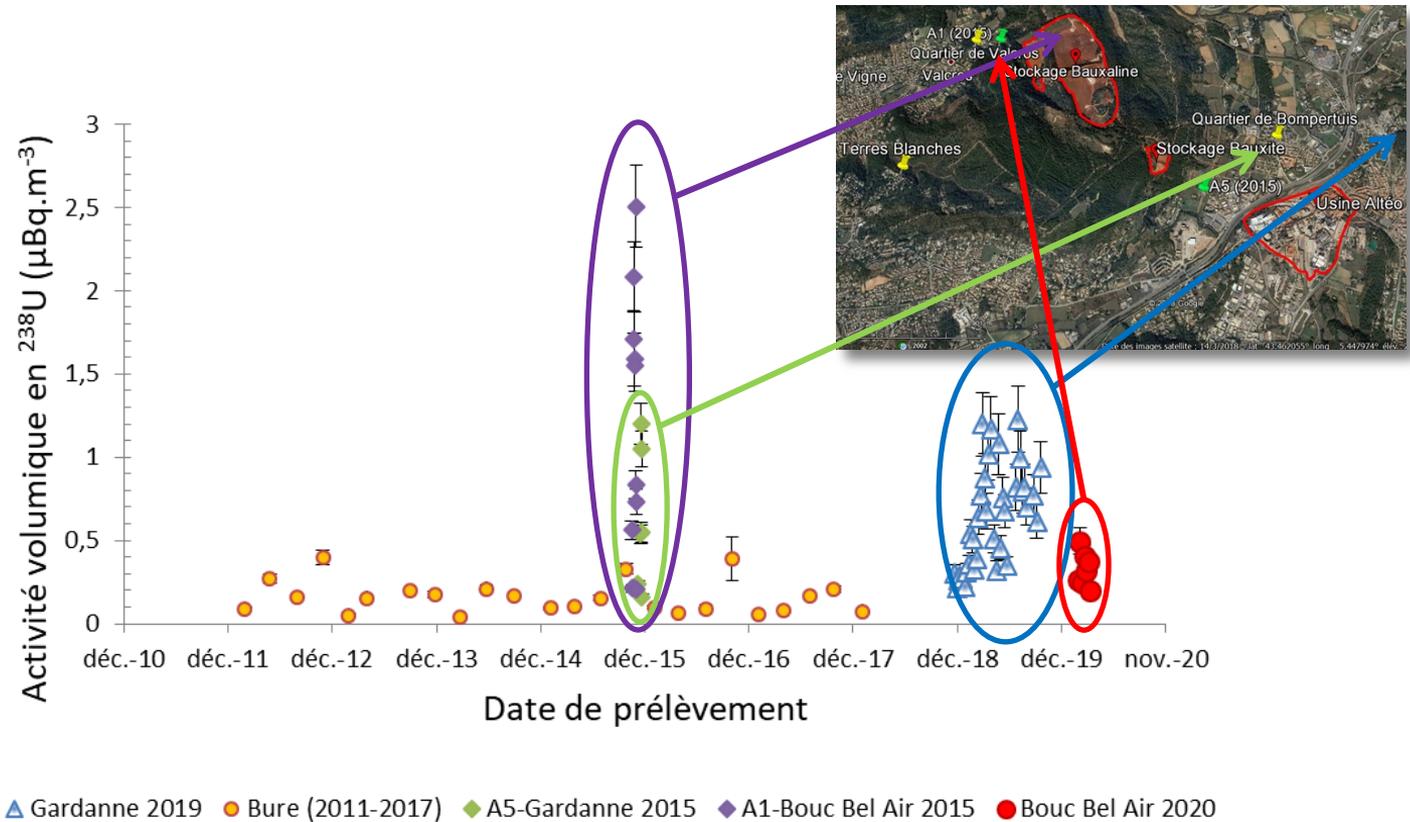


Crédit photo: J-C Raynal

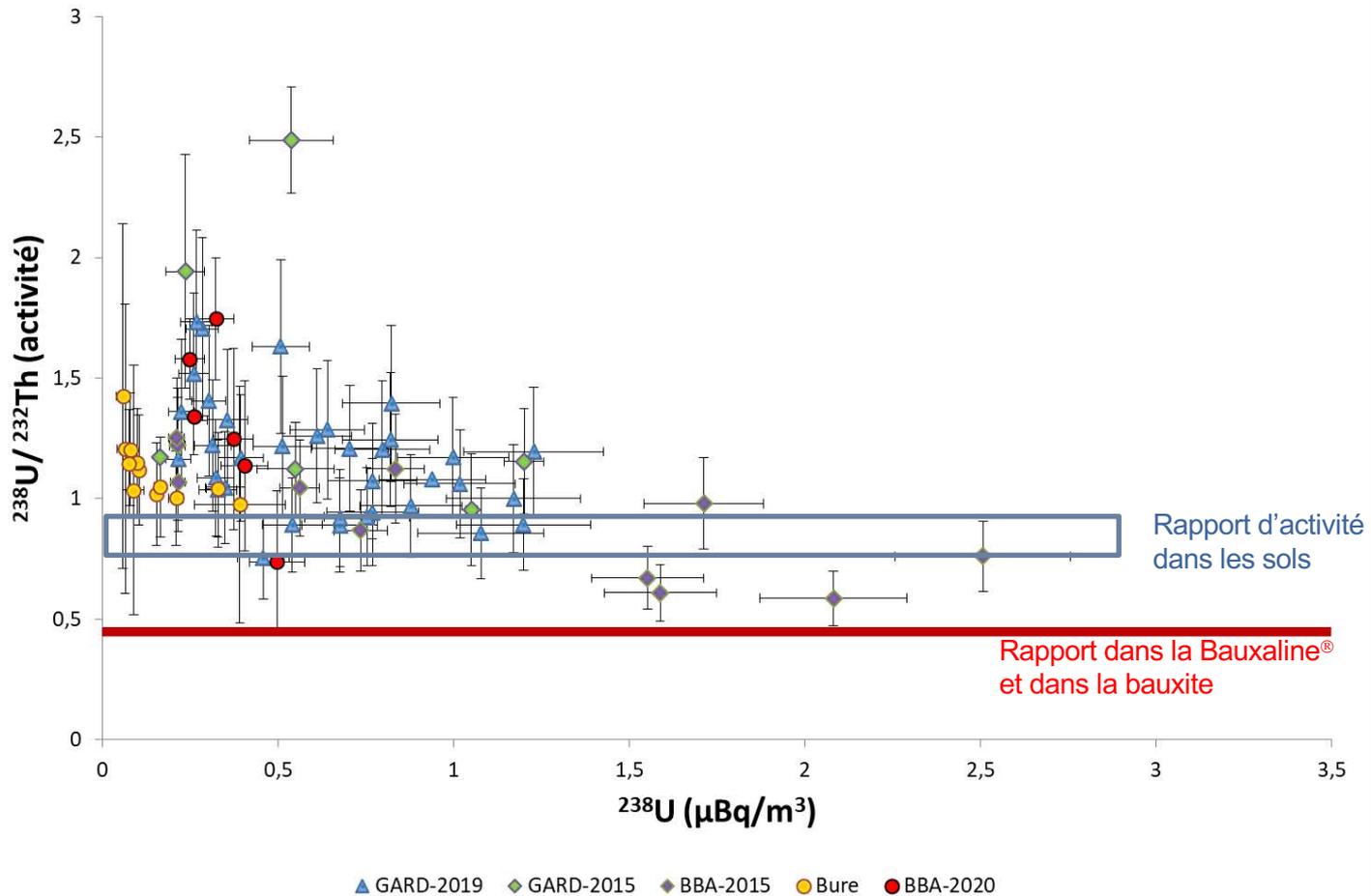


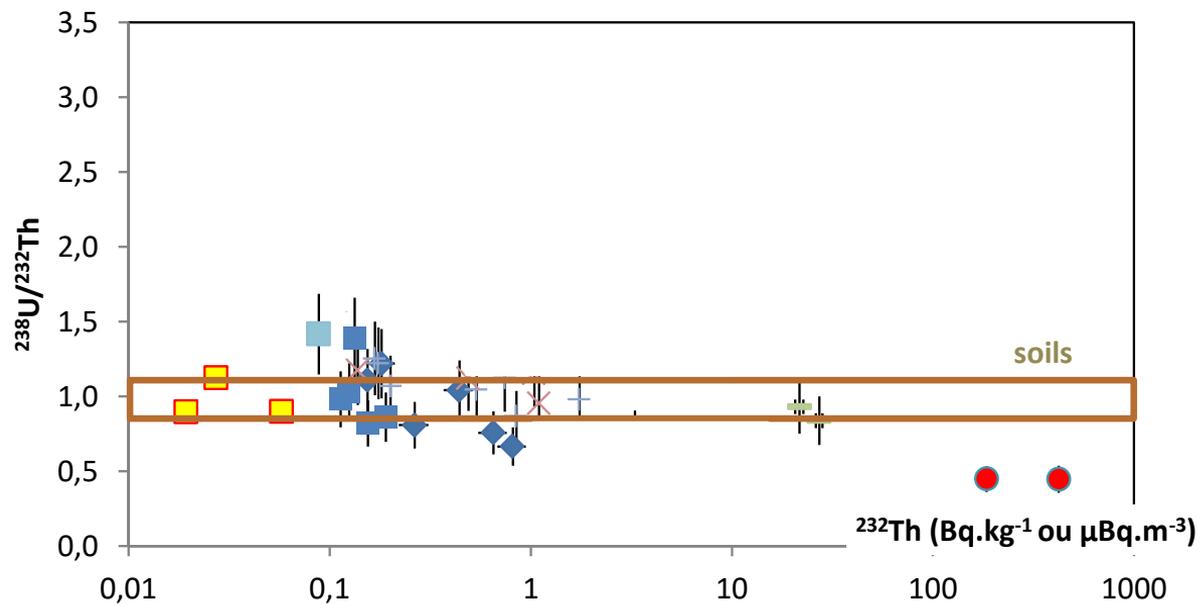
Localisation des prélèvements





➤ Attention à l'effet de la durée du prélèvement !





Principaux résultats

- A Gardanne (quartier de Bompertuis), les niveaux moyens en ^{238}U et en ^{232}Th dans l'air ($0,57 \mu\text{Bq.m}^{-3}$ et $0,42 \mu\text{Bq.m}^{-3}$) en 2018/2019, sont proches de ceux trouvés chemin de Brignoles en 2015 ($0,94$ et $1,07 \mu\text{Bq.m}^{-3}$) et 3 à 4 X plus forts que sur le site de référence ($0,16$ et $0,14 \mu\text{Bq.m}^{-3}$)
- A Bouc-Bel-Air en 2020, les niveaux dans l'air ($0,33 \mu\text{Bq.m}^{-3}$ et $0,27 \mu\text{Bq.m}^{-3}$) sont inférieurs à ceux de Gardanne, malgré la proximité avec le site d'étude
- Pour les niveaux d'activité les plus élevés dans les aérosols, le rapport U/Th mesuré en 2015 suggère une influence du site de stockage
- Pas d'excès de radionucléides naturels (^{238}U , ^{232}Th et descendants) dans les épis de blé et les légumes-feuilles produits localement dans les parcelles potentiellement sous-influence des émissions de poussières des bassins de résidus, en comparaison des valeurs mesurées en France
- Les feuilles de chêne prélevées sur la commune de Gardanne, à proximité du site de stockage de résidus (< 1 km du site) sont marquées en ^{232}Th et en ^{238}U : l'activité massique de ces radionucléides est multipliée par un facteur 9 et 4, respectivement par rapport au prélèvement en zone de référence. La comparaison du rapport d'activité $^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$ des feuilles de chêne avec les sources potentielles de radionucléides (sols, bauxite, résidu solide et aérosols) suggère que les poussières provenant du site du stockage de résidus solides/de la bauxite et soulevées par le vent sont à l'origine de ce marquage

En résumé

- La mise en suspension et la dispersion sous l'action du vent de poussières rouges est une source de métaux dans l'environnement proche du site de stockage de Mage Garri
- Les variations spatiales et temporelles des actinides montrent des augmentations locales et ponctuelles
- Le graphique U/Th vs Th dans les feuilles et les aérosols suggère l'influence de l'industrie de l'aluminium à courte distance autour du site
- Le marquage est présent dans les feuilles de chênes (exposées plusieurs années mais pas dans les légumes ou dans le blé (exposé une seule saison))

Suites possibles

- Distribution granulométrique de l'uranium et du thorium dans les aérosols
- Prélèvements d'aérosols uniquement lorsque les stations sont sous les vents du site de stockage (→ concentration « panache » plutôt que concentration moyenne hebdomadaire)
- Mesures du radon (^{222}Rn , ^{220}Rn) dans l'air
- Possibilité d'investiguer les teneurs en U, Th dans les eaux de nappes en réponse aux questionnements de la société civile

Auto-évaluation (/prévisions initiales)

POINTES FORTS

- Collaboration IRSN / CEREGE / ECCOREV
- Participation de riverains (Chemin de Valabre, lotissement des Terres Blanches à Bouc Bel Air, quartier de Bonpertuis à Gardanne)
 - Accueil des stations de collecte d'aérosols (conventions)
 - Fourniture de plants de salades
 - Restitution des résultats (en cours) auprès des riverains

POINTES FAIBLES

- Absence de participation de l'exploitant
- Impossible de caractériser les flux de remise en suspension de poussières sur le site même
- Impossible de mettre en œuvre nos impacteurs
- Limites temporelles de l'étude

DIFFICULTÉS

- Trouver un accueil pour les stations de collecte d'aérosols

Production scientifique issue du projet

Applied Geochemistry 131 (2021) 105033



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Applied Geochemistry

journal homepage: www.elsevier.com/locate/apgeochem

Using the activity of naturally occurring radionuclides to identify the contribution of the Al industry to the atmosphere and plants

Laurent Pourcelot^{a,*}, Olivier Masson^a, Magali Beguin-Leprieur^b, Béatrice Boulet^c, Xavier Cagnat^c, Anne De Vismes-Ott^c, Azza Habibi^d, Hugo Jaegler^d, Christele Wampach^d, Daniele Dias Varela^d, Sandrine Fleury^d, Frédéric Treille^d, Patricia Hennequet^d, Jean-Michel Métivier^a, Catherine Cossonnet^{c,1}, J.-C. Raynal^e, Y. Noack^f

Communication prévue en 2022 à la Goldschmidt Conference

Biomonitoring of airborne pollutants released by aluminum industry by using naturally occurring radionuclides

L. POURCELOT¹, O. MASSON¹, M. LEPRIEUR¹, X. CAGNAT¹, B. BOULET¹, Y. NOACK², J-C RAYNAL²

Merci pour votre attention