

◆ Sols volcaniques et santé : quels sont les risques ?

Lucie Sauzéat,
IRD, UMR LMV/iGReD,
Clermont-Ferrand, France

Mise en contexte

Alors que plus de 800 millions de personnes vivent sur des terres volcaniques, la gestion du risque résultant d'une exposition prolongée aux particules volcaniques est un enjeu majeur de santé publique, primordial pour l'atteinte des Objectifs de développement durable. Si les approches holistiques se développent (notamment pour inclure les aspects socio-culturels), les enjeux sanitaires visant à quantifier les paramètres et les mécanismes de toxicité opérant à l'échelle de l'organisme demeurent quant à eux mal connus et ne permettent pas de développer des actions durables pour préserver la santé humaine en milieu volcanique.

Contact

lucie.sauzeat@ird.fr

Pour aller plus loin

SAUZÉAT L. *et al.*, 2022 – Metallome deregulation and health-related impacts due to long-term exposure to ground-deposited volcanic ash: new chemical and isotopic insights from la Soufrière de Guadeloupe volcano. *SSRN Electronic Journal* [<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3982115> | [10.2139/ssrn.3982115](https://doi.org/10.2139/ssrn.3982115)].

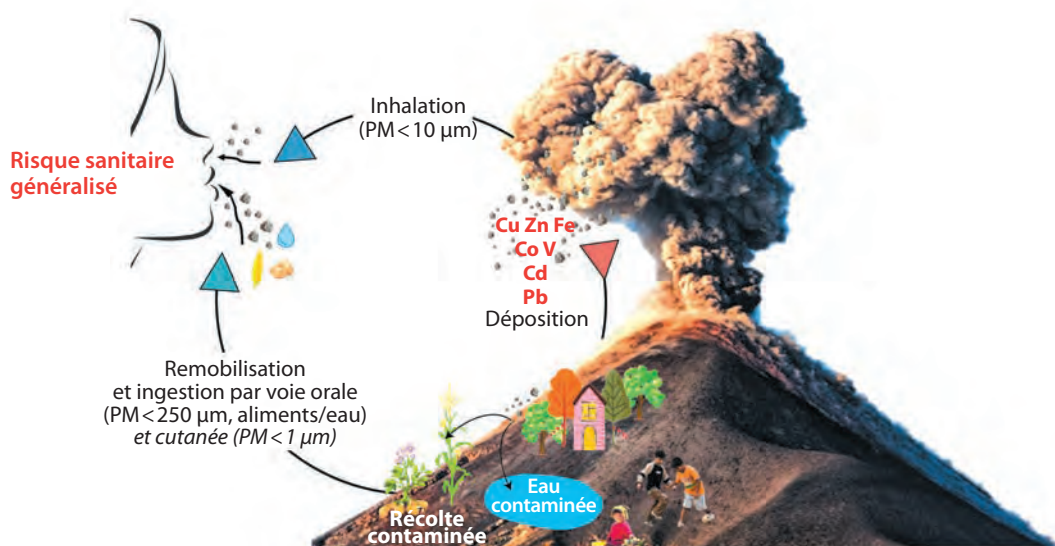
L'environnement volcanique : entre bénéfiques et dangers

Les sols, et de façon plus générale l'environnement volcanique, offrent un ensemble de vertus contribuant au bien-être socio-économique des populations locales. Les sols volcaniques sont par exemple des terres fertiles contribuant au maintien d'une agriculture prospère. Ils sont également sources de nombreux gisements métallifères (comme l'or) propices aux activités minières. Par leur activité géothermique, certains volcans offrent également des réserves d'énergie propre et durable (par exemple, l'électricité verte). Les terres volcaniques sont ainsi des environnements très attractifs concentrant à ce jour plus de 800 millions de personnes, majoritairement localisées dans les pays en développement. Mais, en contrepartie de tous ces avantages, les sols volcaniques sont également enrichis en certains métaux lourds (tels que Cu, Zn, Fe, Cd, Mo), dont le contact permanent pourrait bien s'avérer nocif pour l'organisme. Impliqués dans l'activité d'un grand nombre de protéines et d'enzymes, les métaux comme le cuivre (Cu) et le zinc (Zn) sont des cofacteurs catalytiques et structuraux communs à plusieurs voies métaboliques des organismes vivants. Les métaux sont donc vitaux, mais à condition que leur teneur soit régulée dans l'organisme. En contexte volcanique, par l'alimentation (eau et nutriments enrichis en métaux puisés dans les sols), mais également sous l'action d'autres voies d'absorption, dont certaines restent encore mal connues (inhalation, ingestion orale et cutanée de particules volcaniques [PM]), les métaux initialement présents dans les sols peuvent s'accumuler au sein de

l'organisme et entraîner d'importants dérèglements homéostatiques des métaux, devenant alors un facteur de risque important pour la santé. Cependant, tous les sols volcaniques, au regard de leurs propriétés physico-chimiques distinctes et des pratiques socio-culturelles des populations, ne présentent pas le même degré de toxicité.

Vers une approche interdisciplinaire

La compréhension du risque résultant d'une exposition prolongée aux métaux dérivés des sols volcaniques repose sur une connaissance scientifique intégrée des mécanismes d'actions et des effets biologiques induits à l'échelle de tout l'organisme. À ce jour, compte tenu de la complexité des processus biologiques et des voies métaboliques régulés par les métaux, notre compréhension de la pollution métallique résultant d'une exposition aux particules volcaniques et de son impact sur la santé est encore incomplète. Par ailleurs, les seules études ayant reporté un lien de causalité avéré entre la santé et l'exposition directe à des particules volcaniques (PM) se sont focalisées sur l'impact d'une exposition par inhalation ou par injection intratrachéale de particules fines (PM < 10 µm). Bien que des effets néfastes sur les voies respiratoires et pulmonaires aient été mis en évidence, les conditions d'exposition tout comme les fonctions biologiques étudiées dans ces études sont restreintes, limitant notre compréhension globale du risque volcanique à l'échelle de l'organisme. Pour évaluer les dangers de l'exposition chronique d'une population aux



L'environnement volcanique : un système complexe source de contamination métallique par voies multiples.

particules d'origine volcanique et identifier les fonctions vitales les plus sujettes à cette toxicité à l'échelle de tout l'organisme, il s'avère à ce jour primordial d'adopter une approche systémique fondée sur une recherche interdisciplinaire à l'interface entre (i) les sciences sociales (pour la prise en compte du facteur socio-économique dans la vulnérabilité sanitaire), (ii) la géochimie isotopique (pour quantifier le potentiel toxique des sols volcaniques et les dérèglements métallomiques induits à l'échelle de l'organisme) et (iii) la santé (pour identifier les dysfonctionnements physiologiques associés et, par la suite, entrevoir des solutions adaptées visant à promouvoir la santé des populations les plus vulnérables).

Et si les isotopes pouvaient nous permettre d'aller plus loin ?

Jusqu'à présent exclusivement réservée aux sciences de la Terre pour quantifier des processus géologiques majeurs, la mesure des isotopes stables tels du cuivre (Cu), du fer (Fe) et du zinc (Zn) s'est vue élargie au domaine médical. Cette approche novatrice, à l'interface entre la géologie et la santé, a ainsi permis de mieux percevoir la complexité de certains processus biologiques (comme le vieillissement de l'organisme, les cancers, les maladies neurodégénératives) et s'est également révélée prometteuse pour le diagnostic, le pronostic et le suivi d'un ensemble de maladies hépatiques. Récemment, la mesure des

rapports isotopiques en cuivre et en zinc à des fins médicales en contexte volcanique a également mis en évidence l'intérêt potentiel de tels biomarqueurs comme nouveaux outils de diagnostic spécifiques de dérèglements patho-physiologiques se développant en contexte volcanique. Bien qu'à ce jour les facteurs régissant ces fractionnements

isotopiques nécessitent d'être éclaircis, de tels résultats montrent une fois de plus l'intérêt grandissant que représentent les mesures isotopiques au regard de la médecine et laissent entrevoir, au-delà du diagnostic, de nouvelles pistes thérapeutiques visant à promouvoir la santé des populations les plus exposées à ce risque volcanique.

À RETENIR

Parce que les sols sont enrichis en certains métaux, l'exposition permanente aux sols, et plus généralement aux particules volcaniques, représente un réel danger pour la santé humaine et animale. Les volcans ne peuvent pas être déplacés, ni les 800 millions de personnes vivant sur ces terres volcaniques délocalisées, cependant des solutions alternatives et durables sont possibles pour promouvoir la santé de ces populations. Cela repose sur le développement d'une recherche interdisciplinaire visant, d'une part, à (i) quantifier le potentiel toxique des sols volcaniques et, d'autre part, à (ii) identifier les mécanismes et les fonctions biologiques préférentiellement affectées par l'exposition chronique aux métaux d'origine volcanique. Prendre en compte ces enjeux sanitaires s'avère à ce jour essentiel pour renforcer une approche holistique de la gestion des risques en contexte volcanique.

SCIENCE DE LA DURABILITÉ

COMPRENDRE, CO-CONSTRUIRE, TRANSFORMER

Réflexion collective coordonnée
par Olivier Dangles et Claire Fréour

Institut de recherche pour le développement
Marseille, 2022

Comité de lecture

Valérie Verdier, présidente-directrice générale de l'IRD

Corinne Brunon-Meunier, directrice générale déléguée

Isabelle Benoist, secrétaire générale

Philippe Charvis, directeur délégué à la Science

Marie-Lise Sabrié, directrice de la mission Culture scientifique et technologique

Photo de couverture : Peinture rupestre, Cueva de los Manos, Argentine.

© IRD/O. Dangles - F. Nowicki/*Une Autre Terre*

Photo p. 14, « Comprendre » : Travail d'enquête, Kenya.

© IRD/S. Duvail

Photo p. 40 : Observation et collecte d'échantillons, Burkina Faso.

© IRD/M. Barro

Photo p. 62, « Co-construire » : Atelier de cartographie participative autour du patrimoine culturel du littoral, Marquises. ©IRD/P. Ottino

Photo p. 88 : Travail participatif avec les populations, Madagascar.

© IRD/M. Léopold

Photo p. 110, « Transformer » : Fresque d'écolier autour du thème de la Pachamama, Équateur.

© IRD-CNRS/S. Desprats Bologna

Photo p. 136 : Enfants jouant sur une plage de Salango, Équateur.

© IRD/O. Dangles - F. Nowicki/*Une Autre Terre*

Coordination éditoriale : Corinne Lavagne

Couverture, maquette et mise en page : Charlotte Devanz

IRD, Marseille, 2022