



Albains et ceux du Latium septentrional (monts Sabatins, Vico et Volsins) a subi des soulèvements répétés coïncidant chaque fois avec le début de phases volcaniques.

En particulier, un soulèvement très important est survenu il y a entre 900 000 et 800 000 ans, en même temps que le début des premières phases d'activité volcanique; un second soulèvement s'est produit il y a 600 000 à 500 000 ans, au début de la phase explosive du Tuscolano-Artemisio. Enfin, la dernière phase de soulèvement s'est produite en deux étapes: la première coïncide avec le début de la phase volcanique récente; la deuxième, plus marquée, avec le fort regain d'activité en termes de volumes et de fréquence, qui caractérise les deux cycles éruptifs d'Albano et Monte Due Torri. Selon nous, ces soulèvements régionaux peuvent être mis en relation avec des remontées de magma à l'origine des monts Albains, lesquelles provoquent un «gonflement» de la croûte terrestre. Une impression que confirme l'étude de l'évolution géochimique du magma éjecté à partir d'il y a 69 000 ans.

Or des recherches récentes en tectonique et en paléogéographie révèlent que la région de Rome est en train de se soulever. En outre, les études de télémétrie satellitaire effectuées à l'INGV montrent qu'un soulèvement de la zone volcanique des monts Albains s'ajoute au mouvement général de la région. De 2 à 3 millimètres par an au cours des vingt dernières années, ce soulèvement continu se produit exactement dans la zone où sont survenues les éruptions les plus récentes. Il se concentre par ailleurs dans un secteur bordé par deux zones de faille limitant une portion de croûte terrestre allongée dans la direction nord-sud (voir la figure page 45). Ce morceau de croûte porte les centres éruptifs de la phase récente. Tout cela conduit à l'hypothèse que du nouveau magma serait en train de s'accumuler sous cette zone, ce qui expliquerait son «gonflement».

La réévaluation d'études de tomographie sismique (sorte de scanographie de la croûte terrestre) menées par le passé à l'occasion de l'arrivée des ondes de tremblements de terre lointains suggère que cette zone d'accumulation du magma pourrait se trouver entre 5 et 10 kilomètres de profondeur. C'est assez profond pour ne pas susciter d'inquiétudes immédiates, mais compatible avec la présence d'une chambre magmatique.

Une autre observation importante provient de l'étude des causes des longues périodes d'inactivité séparant les différentes éruptions des monts Albains. Les recherches effectuées ont révélé que le comportement des monts Albains se distingue nettement de celui des autres zones volcaniques d'Italie centrale ayant été actives en même temps. Cette différence semble liée à la tectonique particulière

de la région de Rome. Les forces qui s'exercent sur la croûte terrestre sont en effet compressives, alors qu'elles sont extensives dans les régions voisines. La compression horizontale que l'on observe dans la région de Rome a pour effet d'y sceller les fractures et les failles par lesquelles le magma remonte pendant les éruptions. Le magma produit sous la région de Rome reste donc en profondeur jusqu'à ce que son accumulation progressive ait engendré des pressions dépassant celles que les forces compressives exercent sur les failles. Une fois ce seuil atteint, la poussée verticale due à l'accumulation de magma ouvre les failles et les fractures: le champ de pression devient alors extensif, malgré la compression due à la tectonique, et un nouveau cycle éruptif commence.

Menées il y a plusieurs années par des chercheurs de l'INGV, des recherches en géologie structurale ont permis de comprendre que la région de Rome est passée d'un état de compression à l'état d'extension actuel, et que cette inversion s'est produite il y a moins de 2000 ans. Ces collègues ont en effet observé les déformations horizontales qu'induit une compression sur un aqueduc romain du II^e siècle (voir la photographie page précédente). Ces déformations montrent que le champ de pression existant après la construction de l'ouvrage comprimait la croûte terrestre régionale.

Les choses ont changé depuis. Aujourd'hui, les indicateurs géophysiques témoignent de l'existence d'un champ de pression extensif, qui tend à élargir les fractures de la croûte terrestre sous les monts Albains et dans la région romaine. Ces observations suggèrent qu'une remontée de magma pourrait être responsable du soulèvement actuel des monts Albains.

UNE ÉRUPTION PEUT-ÊTRE DANS QUELQUES SIÈCLES

Prédire quand se produira une éruption est impossible, mais c'est une question de siècles ou de millénaires. De plus, nous n'avons pour le moment aucune certitude quant à l'existence d'une chambre magmatique sous les monts Albains! Le soulèvement observé dans la zone des cratères récents pourrait en effet s'expliquer aussi par la présence souterraine de fluides et de gaz sous pression. Une nouvelle tomographie sismique de la région suivie par une modélisation numérique de la source de la déformation nous aidera à clarifier les raisons du soulèvement continu en cours dans la zone des cratères récents.

Nous verrons ce qu'il en est, mais il importe déjà de placer les monts Albains sous surveillance constante, afin que les signaux d'une future éruption puissent être enregistrés à temps par nos arrières-arrières-arrières... petits-enfants. ■

BIBLIOGRAPHIE

F. Marra et al., Assessing the volcanic hazard for Rome : ⁴⁰Ar/³⁹Ar and In-SAR constraints on the most recent eruptive activity and present-day uplift at Colli Albani Volcanic District, Geophysical Research Letters, vol. 43(13), pp. 6898-6906, 2016.

E. D'Ambrosio et al., L'attività recente del centro eruttivo di Albano tra scienza e mito : un'analisi critica del rapporto tra il vulcano laziale e la storia dell'area albana, atti del convegno Lazio e Sabina, sesto incontro di studi sul Lazio e la Sabina, pp. 125-136, Rome, 2010.

C. Martel, Les crises de la montagne Pelée, Pour la Science n° 439, mai 2014.



L'ESSENTIEL

> Avec l'arrivée des voitures autonomes, les systèmes de déplacement urbain connaîtront sans doute des changements profonds.

> Ces transformations dépendront des comportements adoptés par les usagers et des orientations données par les autorités.

> Le nombre de voitures et les aires de stationnement pourraient diminuer considérablement grâce à l'autopartage et au covoiturage.

> Plusieurs difficultés potentielles sont à anticiper : problèmes de sécurité, étalement urbain accru, déséquilibres financiers...

LES AUTEURS



CARLO RATTI
directeur du Senseable City Lab au MIT (États-Unis) et créateur du studio de design Carlo Ratti Associati



ASSAF BIDERMAN
directeur adjoint du Senseable City Lab et créateur de la société Superpedestrian

Vers la fin des parkings

L'UTILISATION DE RÉSEAUX DE VÉHICULES AUTONOMES ET DE CARREFOURS INTELLIGENTS TRANSFORMERA EN PROFONDEUR LES TRANSPORTS ET PAYSAGES URBAINS. POUR UNE MEILLEURE QUALITÉ DE VIE DANS LES VILLES ? OUI, MAIS À CONDITION D'ÉVITER LES PIÈGES QUI GUETTENT.

Les voitures et les villes entretiennent une relation complexe. Nous avons aujourd'hui tendance à les considérer comme de plus en plus incompatibles, étant donné l'engorgement croissant des routes et la pollution de l'air toujours plus élevée. Mais au cours du xx^e siècle, l'automobile a profondément marqué la planification urbaine. Comme l'architecte d'origine suisse Le Corbusier le déclarait dans son ouvrage *Urbanisme* paru en 1924 : « L'automobile [...] a complètement bouleversé toutes nos vieilles idées sur l'aménagement urbain. »

Près de cent ans plus tard, nous nous trouvons à un tournant similaire. Tout d'abord, on s'attend à ce que la demande en transports urbains fasse plus que doubler d'ici à 2050, ce qui signifie que nous devons plus que doubler la capacité des routes pour simplement maintenir l'engorgement aux niveaux actuels (et souvent inacceptables). Ensuite, grâce à la convergence rapide des technologies de l'information et de la communication, de la robotique et de l'intelligence artificielle, nos

systèmes de déplacement – voitures, autobus et autres moyens de transport – connaissent des transformations importantes. Une fois encore, ils sont sur le point de modifier radicalement le paysage urbain.

Les voitures sans conducteur, ou « voitures autonomes », sont en première ligne. Au cours des dernières décennies, les voitures sont passées des types de systèmes mécaniques que Henry Ford aurait pu reconnaître à de véritables ordinateurs sur roues. La voiture ordinaire d'aujourd'hui est équipée d'une batterie de capteurs qui collectent des données internes et externes afin de rouler en sécurité et avec efficacité. Des sociétés telles que Waymo (issue de Google), Cruise Automation (acquise par General Motors), Otto (acquise par Uber), Zoox et nuTonomy expérimentent de nouveaux capteurs qui peuvent « voir » une rue quasiment comme nos yeux le font. Une fois que vous avez entré ces informations dans un système d'intelligence artificielle embarqué, vous obtenez un véhicule complètement autonome, capable de naviguer dans un trafic dense sans la moindre intervention humaine.

>