

Le radon permet-il de prévoir les tremblements de terre ?

Après le tragique tremblement de terre du 6 avril 2009 à L'Aquila, dans les Abruzzes, une polémique s'est engagée en Italie à la suite d'informations sur la prédiction de ce séisme par un scientifique travaillant à l'Observatoire National du Gran Sasso, sur la base de mesures de la teneur en radon (gaz radioactif provenant de la décroissance d'éléments radioactifs naturels contenus dans les sols).

L'IRSN, dont des travaux déjà anciens ont été évoqués dans le débat suscité par cette prédiction¹, et qui participe à des recherches sur l'influence des contraintes mécaniques sur l'émission de radon dans les ouvrages souterrains², présente son point de vue sur les relations entre dégagement de radon et activité sismique, à la lumière des éléments publiés à ce sujet.

.-.-.-.-.-

La toute première observation d'un signal « radon » considéré, *a posteriori*, comme annonciateur d'un tremblement de terre, remonte à plus de quarante ans. Ainsi, à compter du séisme de Tachkent (1966) en Ouzbékistan, de très nombreux enregistrements ont mis en évidence des variations inhabituelles de la teneur en radon des gaz prélevés dans les sols ou les eaux souterraines, avant ou pendant les tremblements de terre survenus dans la plupart des régions sismiques du globe. Précurseurs dans le premier cas, « co-sismiques » dans le second, ces signaux sont parfois également enregistrés après les secousses sismiques ou encore seulement corrélés aux répliques. La forme et la durée de telles « anomalies » sont extrêmement variables et échappent, jusqu'à présent, à toute théorie dûment validée.

Le radon est un gaz radioactif formé en permanence dans les profondeurs de la croûte terrestre jusque dans les sols les plus superficiels, du fait de la présence naturelle d'uranium ou de radium, même en traces, dans toutes les formations rocheuses. Pour l'essentiel, il disparaît dans le sous-sol, par désintégration radioactive non loin de l'endroit où il est apparu, sa demi-vie n'étant que de 3,8 jours. Une très faible fraction du radon formé dans la croûte terrestre parvient toutefois à s'échapper dans l'atmosphère.

Les variations des teneurs en radon enregistrées dans les zones sismiques indiquent clairement que la circulation des fluides souterrains gazeux ou liquides – et du radon qu'ils transportent – est affectée par les contraintes et les déformations qui préparent ou accompagnent les tremblements de terre. Mais, passer de ce constat à une véritable prévision supposerait que l'on sache associer à l'observation d'un signal « radon », la profondeur du foyer, l'épicentre et la magnitude du séisme qu'il pourrait annoncer, le tout dans une « fenêtre temporelle » suffisamment étroite pour permettre aux pouvoirs publics de prendre des mesures de protection des populations dans la zone menacée (évacuation préventive par exemple). Hélas, rien de tout cela n'apparaît actuellement à la portée des scientifiques qui, en Asie, en Europe ou en Amérique, dans de nombreux pays exposés aux risques sismiques, œuvrent pour mettre en évidence des corrélations utilisables entre teneur en radon et activité sismique. Les mécanismes physiques à l'origine des teneurs inhabituelles en radon ne sont encore que partiellement connus, de même que les caractéristiques qui font qu'un site de mesure est sensible aux perturbations induites par un séisme qui se prépare, alors qu'un site voisin ne l'est pas.

¹ Richon, P., Sabroux, J.C., Halbwachs, M., Vandemeulebrouck, J., Poussielgue, N., Tabbagh, J. and Punongbayan, R., 2003. Radon anomaly in the soil of Taal volcano, the Philippines: A likely precursor of the M 7.1 Mindoro Earthquake (1994). *Geophysical Research Letters*, 30/9: 1481 (4 pp.).

² Richon, P., Perrier, F., Pili, E. and Sabroux, J.C., 2008. Detectability and significance of 12 hr barometric tide in radon-222 signal, dripwater flow rate, air temperature and carbon dioxide concentration in an underground tunnel. *Geophysical Journal International*, 176/3: 683-694.

Les cavités souterraines naturelles ou créées par l'homme font incontestablement partie des sites a priori sensibles et constituent donc de bons candidats pour l'étude des précurseurs sismiques. Tel est, par exemple, le cas d'une ancienne galerie souterraine creusée dans le massif du Beaufortain, en Savoie, que le Commissariat à l'Energie Atomique a instrumentée depuis 1995 : des chercheurs du CEA, de l'IRSN et de l'Institut de Physique du Globe de Paris y testent, avec un certain succès, l'hypothèse selon laquelle les contraintes mécaniques induites par la mise en eau saisonnière du lac artificiel de Roselend provoquent des variations de la teneur en radon dans l'atmosphère de la galerie, située à proximité³.

C'est aussi le cas du laboratoire souterrain installé dans le tunnel du Gran Sasso, tout proche de la ville de L'Aquila frappée le 6 avril par un séisme de magnitude 6,3, et d'où est partie la prédiction controversée. Pour un tel laboratoire, dédié à l'étude des particules élémentaires, et qui pour cette raison est abrité des rayons cosmiques par une épaisse montagne, le radon constitue une gêne, car il parasite les détecteurs. Ce laboratoire, tout comme son homologue français, le Laboratoire souterrain de Modane dans le tunnel du Fréjus, est équipé d'instruments de mesure du radon extrêmement sensibles. Situé dans une zone à forte sismicité, à proximité immédiate d'une faille active, le Laboratoire National du Gran Sasso est également bien placé pour détecter d'éventuelles variations des teneurs en radon en lien avec le cycle sismique régional. Tel fut d'ailleurs le cas lors du séisme d'Assise⁴, en septembre 1997.

Pareilles constatations font progresser les connaissances scientifiques et sont porteuses d'espoir, pour les chercheurs comme pour les populations concernées. Mais, faute d'un nombre suffisant d'observations concordantes, et surtout d'une bonne compréhension des mécanismes qui donnent naissance aux signaux observés, passer de ces observations à des prévisions opérationnelles serait prématuré. Par ailleurs, aucune des données sur lesquelles a été fondée la prédiction du terrible séisme des Abruzzes n'a été jusqu'à présent diffusée dans le monde scientifique.

A L'Aquila, tout comme à Kobe au Japon en 1995, ou encore à Tachkent en 1966, le radon ne fournit sans doute qu'un indice parmi d'autres ; cet indice montre toutefois que la prévision des catastrophes telluriques, bien qu'encore hors d'atteinte, est un objectif scientifique qui mérite d'être poursuivi.

³ Trique, M., Richon, P., Perrier, F., Avouac, J.P. and Sabroux, J.C., 1999. Radon emanation and electric potential variations associated with transient deformation near reservoir lakes. *Nature*, 399: 137-141.

⁴ Plastino, W., Bella, F., Catalano, P.G. and Di Giovambattista, R., 2002. Radon groundwater anomalies related to the Umbria-Marche, September 26, 1997, earthquakes. *Geofisica Internazionale*, 41/4: 369-375.