



université PARIS-SACLAY

NOUVELLE CARTE DE RÉFÉRENCE DES CONCENTRATIONS EN RADIONUCLÉIDES DANS LES SOLS D'EUROPE OCCIDENTALE

Un consortium international de scientifiques, auquel participe le LSCE* a utilisé une nouvelle méthode pour affiner la carte des concentrations en radionucléides en césium et en plutonium dans les sols de France et de certains pays limitrophes.

*Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE - CEA/CNRS/UVSQ, Institut Pierre Simon Laplace, Université Paris-Saclay)

Exploitant une banque de prélèvements de sols européens, les scientifiques ont retracé les sources du dépôt de ces radionucléides entre 1960 et 2009, en s'appuyant sur la signature isotopique de leurs retombées et notamment le rapport césium/plutonium. Cette étude est publiée dans Scientific Reports, le 16 juillet 2020. Cette carte radiologique d'Europe occidentale, plus précise que l'Atlas européen disponible jusqu'alors¹ grâce à l'utilisation de modèles spatialisés multi-paramètres, permet de constituer

un ensemble de données de référence mises à disposition de la communauté scientifique sur le site ESDAC2 pour de futures études.

Un consortium international³ a développé une nouvelle carte de référence des niveaux de concentration en césium et en plutonium en France et dans plusieurs pays voisins (Suisse, Italie, Allemagne, Belgique). Ces deux radionucléides ont été libérés lors des essais nucléaires militaires, notamment dans les années 60, mais également lors de l'accident de Tchernobyl en 1986.

Les données recueillies, mises à la disposition de la communauté scientifique et du public, sont utiles pour établir une base de référence en cas d'éventuelles retombées futures de radionucléides, mais aussi pour une utilisation dans de nouvelles études, notamment en géomorphologie. Elles permettront, par exemple, de reconstruire les taux d'érosion des sols depuis les années 1960 dans des régions d'Europe marquées par d'importantes modifications des paysages.

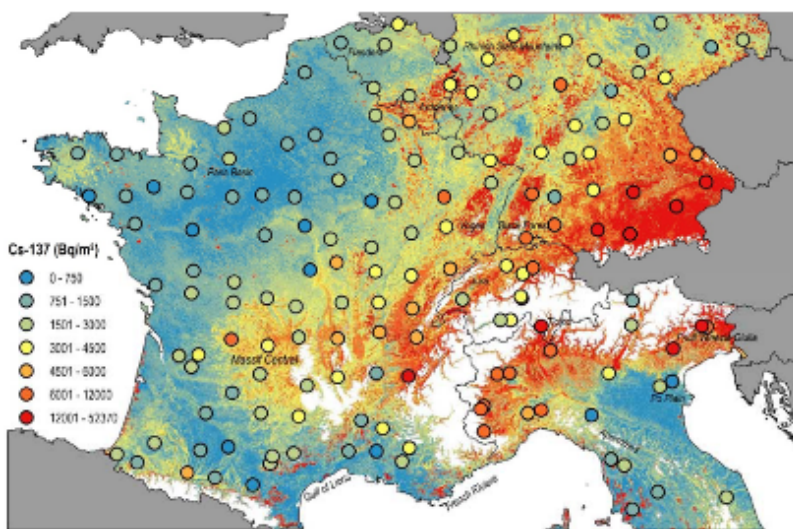
Cette carte est basée sur une méthode de calcul nouvelle, à savoir le recours au rapport césium/plutonium. Elle présente par ailleurs une meilleure résolution spatiale (une valeur tous les 500 mètres) que les cartes de référence précédentes, grâce à l'utilisation de modèles spatialisés multi-paramètres (GAM) pour calculer la valeur en tout point du territoire couvert par l'étude.

Une nouvelle méthodologie pour de meilleures précision et résolution

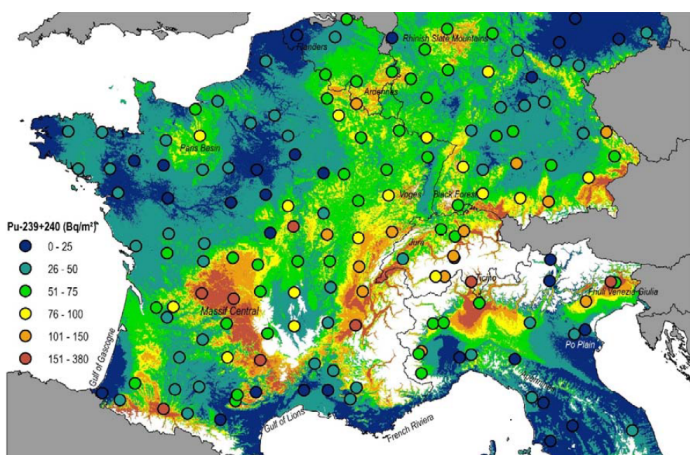
Les chercheurs du consortium se sont appuyés sur 165 échantillons d'une banque européenne de prélèvements de sols de 2009. Ces échantillons sont issus de sols sous prairies, restés stables depuis les années 1960 (absence d'érosion et d'accumulation) et représentatifs de la variabilité des conditions de pluie observées dans les pays concernés par l'étude.

Les radionucléides présents dans ces échantillons, césium et plutonium (¹³⁷Cs, ²³⁹Pu, ²⁴⁰Pu), ont laissé une empreinte spécifique dans les sols européens. En effet, dans les pays couverts par l'étude, le plutonium est issu exclusivement des essais nucléaires. Quant au césium, il est issu à la fois des essais nucléaires notamment des années 1960 et de l'accident de Tchernobyl de 1986. Le rapport entre le césium et le plutonium est donc différent selon qu'il provienne des essais nucléaires ou de l'accident de la centrale de Tchernobyl. C'est ce rapport qui a permis aux chercheurs de retracer l'origine de ces radionucléides artificiels déposés sur les sols européens.

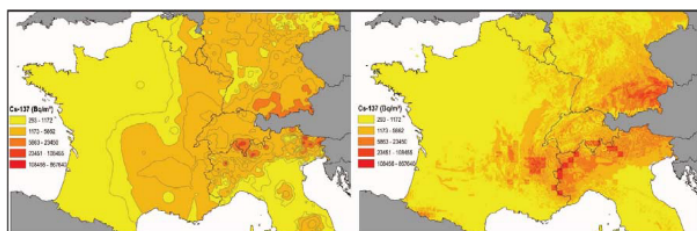
L'étude conclut que le césium issu des essais nucléaires - réalisés dans la stratosphère, c'est-à-dire en haute altitude – a circulé dans l'atmosphère avant d'être rabattu au sol par les pluies de manière assez homogène mais avec une concentration un peu plus importante dans les régions les plus pluvieuses, comme le Massif Central, les Ardennes ou encore la Bretagne. En revanche, le césium relâché lors de l'accident de Tchernobyl n'a pas atteint de telles altitudes ; il est resté au niveau de la troposphère. Les pluies éparses qui se sont produites fin avril/début mai 1986 l'ont rapidement ramené au sol dans les zones où a circulé le panache en provenance d'Ukraine. La répartition spatiale des retombées radioactives est ainsi beaucoup plus hétérogène, avec des concentrations localement plus élevées en Alsace, Franche-Comté et sur les contreforts des Alpes, au nord de l'Italie ainsi qu'au sud de l'Allemagne.



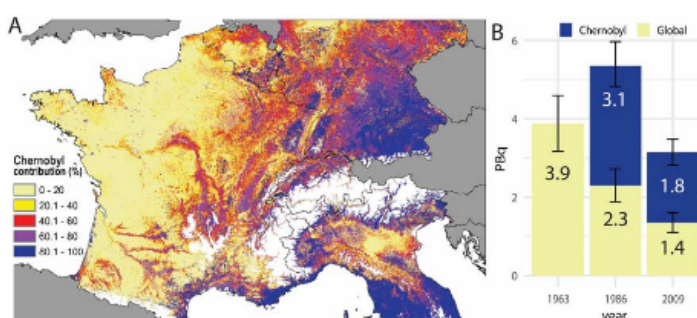
Inventaires de base de la couche arable de Césium 137 (0-20 cm) (Bq m⁻²) - corrigés de la décroissance radioactive au 1er août 2009, estimée à l'aide d'un modèle additif généralisé avec une résolution de 500 m. Dans la zone d'étude, les zones situées à plus de 1000 m d'altitude ont été masquées (blanc). © Scientific Reports



Les stocks de base de Plutonium 239+240 dans la couche arable (0-20 cm) (Bq m⁻²) sont estimés avec un modèle additif avec une résolution de 500 m. Dans la zone d'étude, les zones situées à plus de 1000 m d'altitude ont été masquées (en blanc). ©



Comparatif du gain en résolution spatiale obtenu par cette méthode (à gauche : carte de 1997 ; à droite : nouvelle carte de 2009 établie par la présente étude). © Scientific Reports



A. Contribution des retombées de Césium 137 provenant de Tchernobyl en % des échantillons de sols (0-20cm) - corrigée de la décroissance radioactive en 2009. Les zones situées au-dessus de 1000 m d'altitude ont été masquées (blanc).

B. Origine de Césium 137 (PBq) des terres arables d'Europe occidentale. © Scientific Reports

Concernant le suivi sanitaire, les retombées radioactives associées aux essais nucléaires et à l'accident de Tchernobyl contribuent actuellement à moins de 1% de la dose d'exposition moyenne d'un Français. Plus d'informations sur le site de l'IRSN

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

1 <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/110b15f7-4df8-49a0-856f-be8f681ae9fd>

2 <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/>

3 Des géomorphologues, de pédologues et de géochimistes, du Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), du Fonds de la Recherche Scientifique (FNRS) et du Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE - CEA/CNRS/UVSQ), du Joint Research Centre d'Ispra, l'AIEA et l'Université de Bâle

Légende

Inventaires de base de la couche arable de Césium 137 (0-20 cm) (Bq m⁻²) © Scientific Reports

Références

« Plutonium aided reconstruction of caesium atmospheric fallout in European topsoils », Katrin Meusburger et. al., Scientific Reports, 16 juillet 2020

En savoir plus

Olivier Evrard, du LSCE (CEA-CNRS-UVSQ) présente les résultats d'une étude internationale sur la modélisation de l'évolution des sols d'Europe depuis les années 1960. Elle permet notamment de discriminer les retombées radiologiques dues aux essais nucléaires des années 1960 de celles de l'accident de Tchernobyl. Ce travail se base sur des mesures de césium et de plutonium, combinées à d'autres paramètres géomorphologiques. Vidéo explicative - Géomorphologie : Essais des années 1960 et Tchernobyl : suivi radiologique des sols d'Europe