

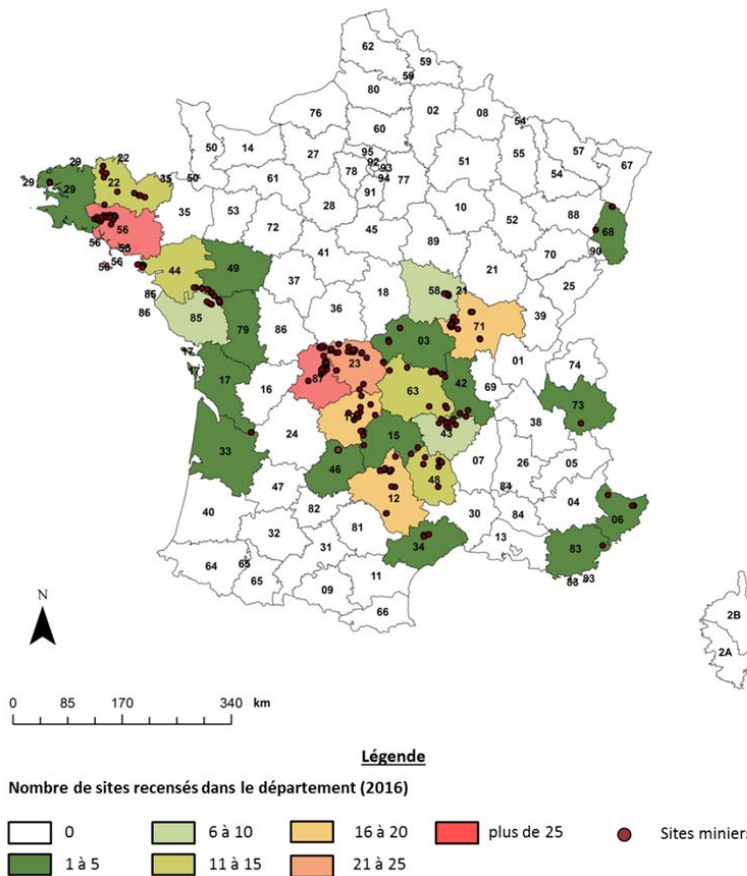
# UTILISATION DU TRAÇAGE ISOTOPIQUE POUR L'ÉVALUATION D'IMPACT DES ANCIENNES MINES D'URANIUM SUR L'ENVIRONNEMENT

Alkiviadis Gourgiotis, Arnaud Mangeret, Hugo Jaegler, Aurélien Beaumais, Pascale Blanchart, Lucie Stetten, Guillaume Morin, Pierre Le Pape, Pierre Lefebvre, Mathieu Le Coz, Peter Steier, Robin Golser, Charlotte Cazala

[alkiviadis.gourgiotis@irsn.fr](mailto:alkiviadis.gourgiotis@irsn.fr)

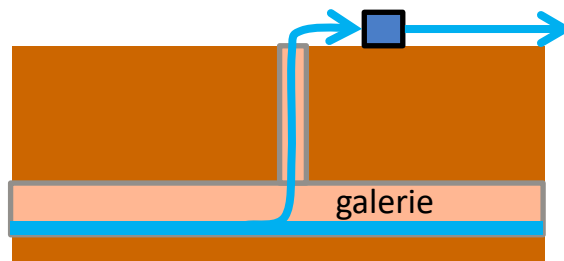
# L'exploitation de l'uranium en France : contexte

- Exploitation industrielle de 1948 à 2001
- 76 000 tonnes d'U produites
- Petits gisements
  - Production supérieure à 1000 t sur une dizaine de sites seulement
  - Production inférieure à 1 tonne sur 1/3 des sites
- Minerais à faibles teneurs en U
  - Environ 1 kg d'U par tonne de minerai
- Un grand nombre de sites concernés
  - Environ 250 sites miniers répertoriés sur 27 départements



# L'exploitation de l'uranium en France : sources de pollution

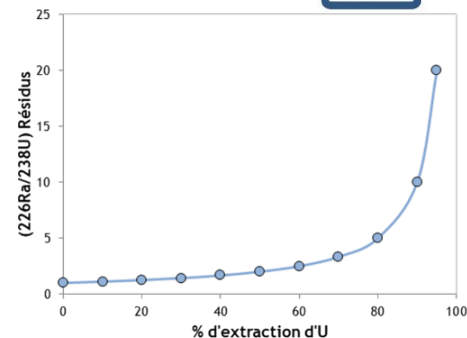
- Les eaux d'exhaure
- Poussières radioactives
- Résidus et stériles miniers stockés sur site
- Travaux de réaménagement



Marquage radiologique



- Sols alpins (Grisons, Suisse) → accumulation d'uranium « naturel » → >4000 ppm,
- Lac Nègre (zone humide) → U ~4000 ppm, thèse P. Lefebvre (IMPMP, IRSN)
- Sols organiques →  $(^{226}\text{Ra}/^{238}\text{U}) \sim 10$ , similaire aux résidus miniers (90% extr.)  
Dowdall *et al* JER 2002

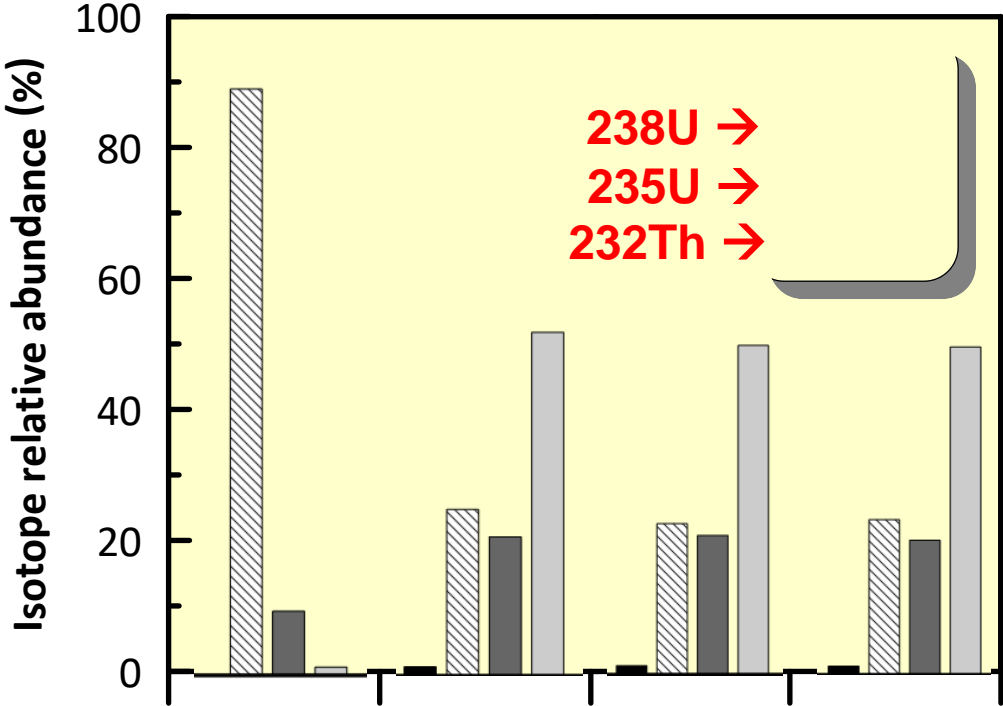


## L'exploitation de l'uranium en France : l'objectif

- Dans le cadre de ses missions d'expertise et de surveillance de l'environnement, l'IRSN mène de nombreux travaux en lien avec ces anciens sites miniers.
- L'Identification de l'origine du marquage radiologique → Optimiser les modes actuels de gestion des anciens sites miniers
- Utilisation uniquement d'une teneur ou d'une activité/déséquilibre → faux positifs

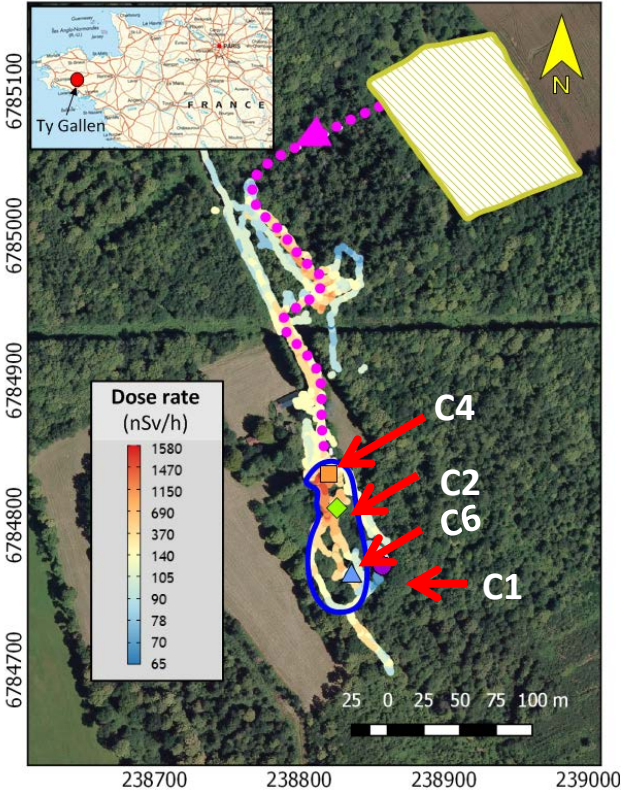
Objectif: Identification et caractérisation géochimique de sources de contamination ainsi que des mécanismes de transport responsables de la dissémination des contaminants radioactifs au travers de modèles de mélanges isotopiques.

# Pourquoi les isotopes stables du Pb?



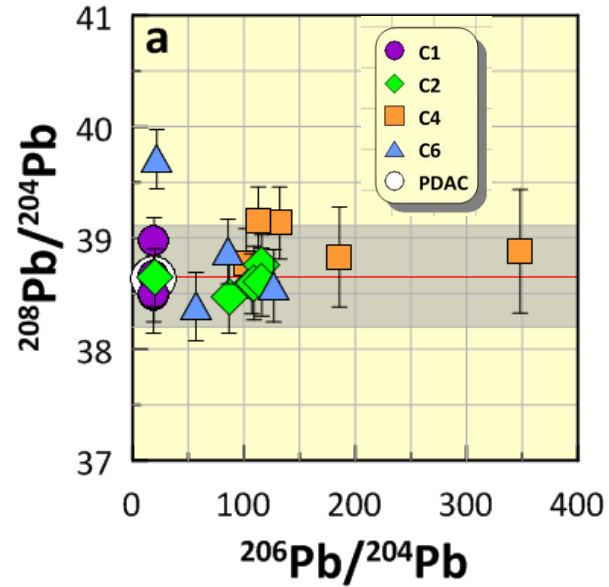
# Site d'étude : Ty Gallen

Exploitation entre 1969 et 1981 → 19 kt de minerai et 50 t d'U



NEEDS 2017

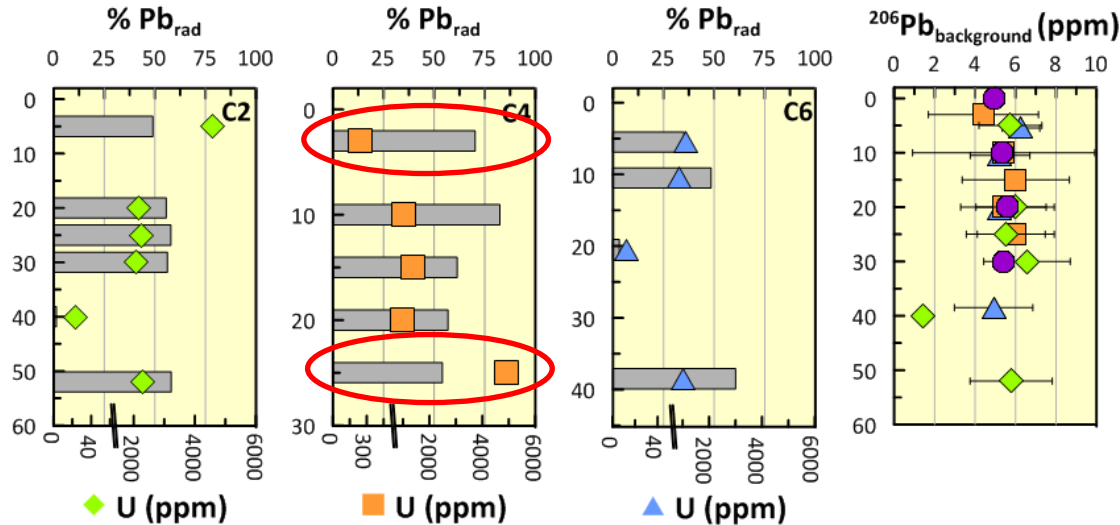
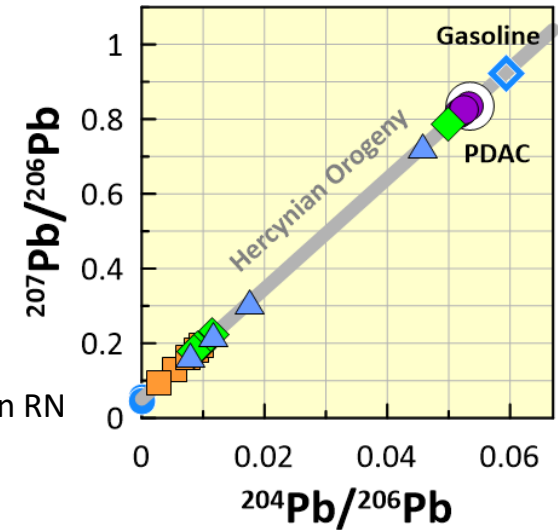
## Mise en évidence de contaminations diffuses



- Influence minière
- Une source de contamination dominante
- Possibilité de calculer des pourcentages d'impact

# Calcul de la fraction d'origine minière

- Importance du  $^{204}\text{Pb}$  pour l'identification du pôle radiogénique. L'accès au minerai n'est pas nécessaire.
- Réévaluation du modèle pour le calcul des fractions
- Si co-dispersion entre U (Ra, Po...) et Pb → utilisation du Pb pour calcul de la fraction RN



Metallogenesis of the French part of the Variscan orogen.  
Part II: Time–space relationships between U, Au and Sn–V ore deposition and geodynamic events — mineralogical and U–Pb data

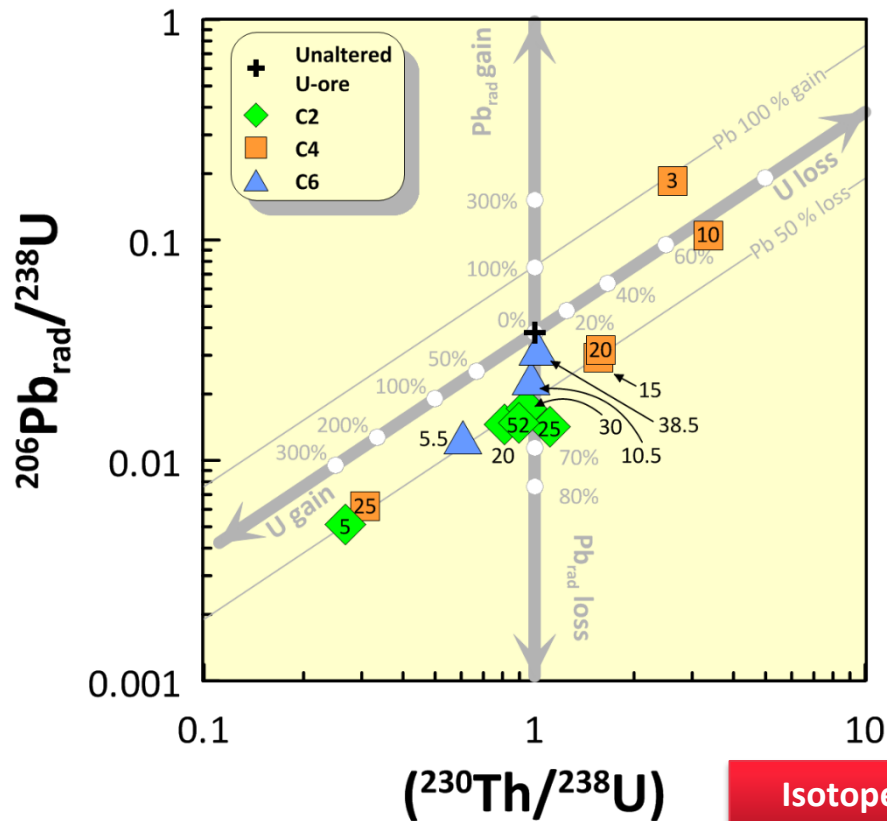
MICHEL CATHELINÉAU <sup>1</sup>, MARIE CHRISTINE BOIRON <sup>1</sup>, PHILIPPE HOLLIGER <sup>2</sup> and BERNARD POTY <sup>1</sup>

<sup>1</sup> CREGU and Groupe Scientifique CNRS–CREGU, B.P. 23, 54501 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex (France)  
<sup>2</sup> Commissariat à l'Énergie Atomique, Service d'Études Analytiques, Section de Recherches et de Contrôles Analytiques, 38041 Grenoble Cedex (France)

(Received March 10, 1989; accepted July 3, 1989)



# Redistribution U et Pb dans la zone humide



Isotopes du Pb → Traceur de la mémoire d'une contamination



## An evidence of chemically and physically mediated migration of <sup>238</sup>U and its daughter isotopes in the vicinity of a former uranium mine

Arnaud Mangeret, Pascale Blanchart, Gilles Alcalde, Xavier Amet, Charlotte Cazala, Marie-Odile Gallrand

### Article

### Redox Fluctuations and Organic Complexation Govern Uranium Redistribution from U(IV)-Phosphate Minerals in a Mining-Polluted Wetland Soil, Brittany, France

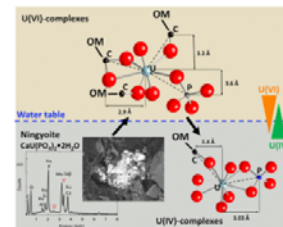
Lucie Stetten, Pascale Blanchart, Arnaud Mangeret, Pierre Lefebvre, Pierre Le Pape, Jessica Brest, Pauline Merrot, Anthony Julien, Olivier Proux, Samuel M. Webb, John R. Bargar, Charlotte Cazala, and Guillaume Morin\*

*Environmental Science & Technology* 2018, 52, 22, 13099-13109

(Article)

Publication Date (Web): October 19, 2018

DOI: 10.1021/acs.est.8b03031



# Quelques publications pour les mines françaises



Science of The Total Environment

Volumes 566–567, 1 October 2016, Pages 238–249

## Bertholène

Trace elements and Pb isotopes in soils and sediments impacted by uranium mining

A. Cuvier <sup>a, b</sup>, L. Pourcelot <sup>b</sup>, A. Probst <sup>a</sup>, J. Prunier <sup>c</sup>, G. Le Roux <sup>a</sup>



Science of The Total Environment

Volume 747, 10 December 2020, 141295

## Rophin (ZATU)

An integrated approach combining soil profile, records and tree ring analysis to identify the origin of environmental contamination in a former uranium mine (Rophin, France)

A. Martin <sup>a</sup>, Y. Hassan-Loni <sup>a</sup>, A. Fichtner <sup>a, b</sup>, O. Péron <sup>a, b</sup>, K. David <sup>a</sup>, P. Chardon <sup>c</sup>, S. Larrue <sup>d</sup>, A. Gourgiotis <sup>e</sup>, S. Sachs <sup>b</sup>, T. Arnold <sup>b</sup>, B. Grambow <sup>a</sup>, T. Stumpf <sup>b</sup>, G. Montavon <sup>a</sup>



## Ty Gallen

RETURN TO ISSUE | < PREV ARTICLE NEXT >

### New Insights into Pb Isotope Fingerprinting of U-Mine Material Dissemination in the Environment: Pb Isotopes as a Memory Dissemination Tracer

Alkiviadis Gourgiotis <sup>a</sup>, Arnaud Mangeret, Gérard Manhès, Pascale Blanchart, Lucie Stetten, Guillaume Morin, Pierre Le Pape, Pierre Lefebvre, Mathieu Le Coz, and Charlotte Cazala

**Cite this:** *Environ. Sci. Technol.* 2020, 54, 2, 797–806

Publication Date: December 10, 2019  
<https://doi.org/10.1021/acs.est.9b04828>

Copyright © 2019 American Chemical Society

[RIGHTS & PERMISSIONS](#)

Article Views Allmetric Citations

489

1

2

LEARN ABOUT THESE METRICS

Share Add to Export



Environmental Science & Technology

## Conclusion sur les isotopes du Pb

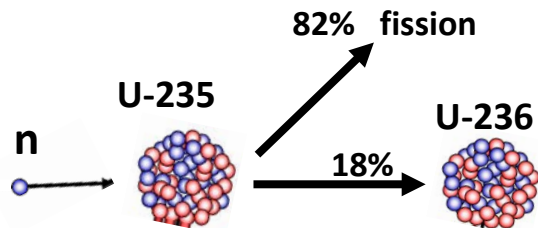
- Isotopes stables du Pb → traceur pertinent pour les études d'impact des sites miniers d'U sur l'environnement
- L'utilisation du  $^{204}\text{Pb}$  est cruciale pour accéder à l'information du pôle mine → calcul d'un pourcentage d'impact juste
- Nouveaux éléments sur la codispersion entre Pb et U

Thèse: Tingting Geng (SUBATECH - IRSN), 2020-2023

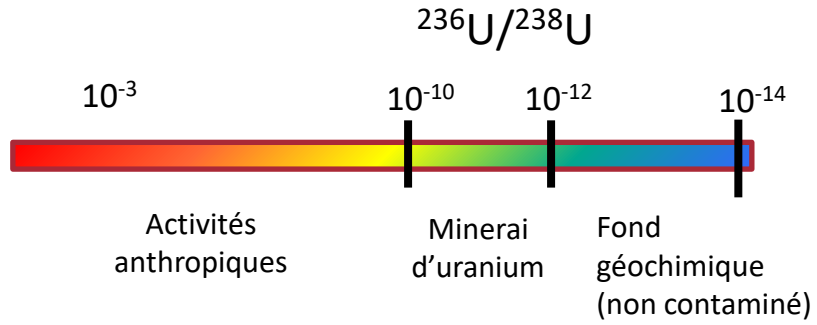
Identification des sources et des mécanismes de transport responsables de la dissémination des contaminants radioactifs à l'aval des anciens sites miniers à l'aide des isotopes stables du plomb.

# Nouveaux traceurs isotopiques et approches combinées

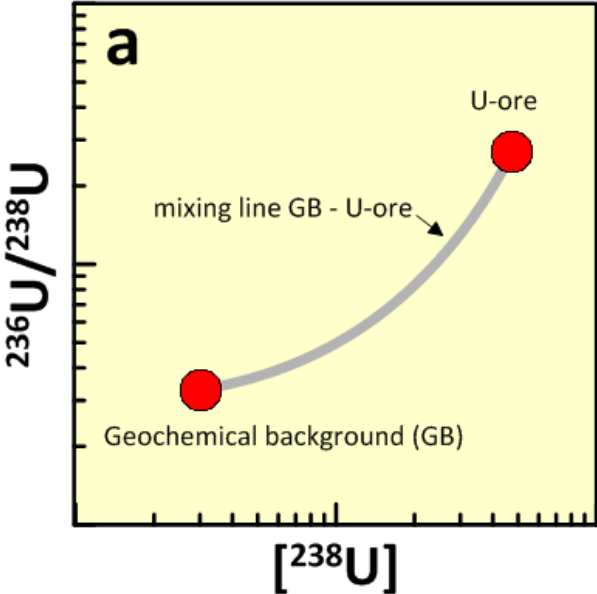
# Le traceur isotopique $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$ (Postdoc Hugo Jaegler)



- Minerai d'uranium → Important flux neutronique +  $\text{U}\uparrow$  →  $\text{U-236} / \text{U-238}$  élevé
- Fond géochimique → faible flux neutronique +  $\text{U}\downarrow$  → faible  $\text{U-236} / \text{U-238}$
- Activité anthropique →  $\text{U-236} / \text{U-238}$  très élevé

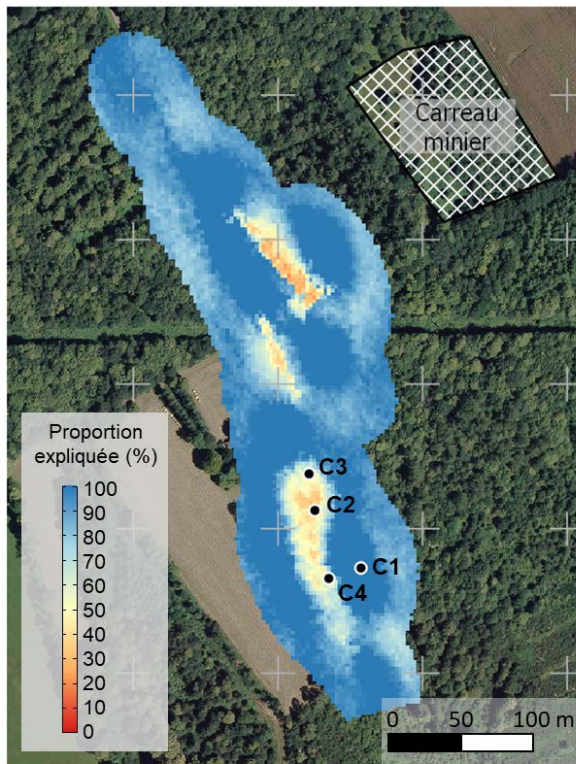


# Le traceur isotopique $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$

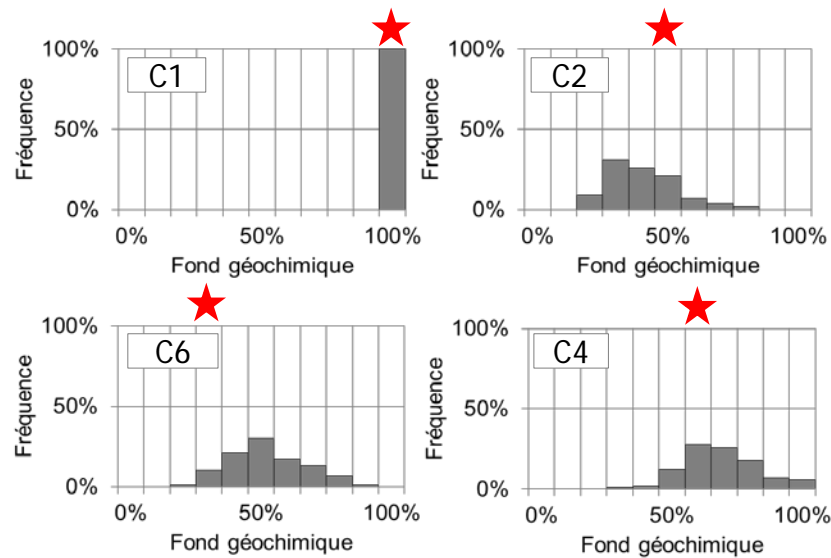


Utilisation du rapport  $^{233}\text{U}/^{236}\text{U}$  pour distinguer l'U du minerais de l'U du fond géochimique

# La géostatistique pour cartographier le fond géochimique



## Analyses isotopiques



Factorial kriging for estimating and mapping the geochemical background from in situ gamma dose rate measurements downstream of a former uranium mine

Mathieu Le Coz<sup>\*</sup>, Alkiviadis Gourgiotis, Pascale Blanchart, Arnaud Mangeret

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSE-ENV/SEDRE, 31 avenue de la Division Leclerc, 92260, Fontenay-aux-Roses, France

**Merci pour votre attention!**