



**HAL**  
open science

# **Guide de bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite : présentation et comparaison avec la méthodologie utilisée dans des pays voisins**

Julie Maury, Francesca de Santis

## ► **To cite this version:**

Julie Maury, Francesca de Santis. Guide de bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite : présentation et comparaison avec la méthodologie utilisée dans des pays voisins. Journées de la géothermie 2025, Jun 2025, Biarritz, France. <hal-05106134>

**HAL Id: hal-05106134**

**<https://brgm.hal.science/hal-05106134v1>**

Submitted on 10 Jun 2025

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

# Guide de bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite : présentation et comparaison avec la méthodologie utilisée dans des pays voisins

Julie Maury<sup>(1)</sup> ([J.Maury@brgm.fr](mailto:J.Maury@brgm.fr)) et Francesca De Santis<sup>(2)</sup> ([francesca.de-santis@ineris.fr](mailto:francesca.de-santis@ineris.fr))

(1) BRGM, (2) Ineris

Publication d'un **guide** pour la profession et l'administration pour le secteur de la géothermie profonde



Guide de bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite par les opérations de géothermie profonde



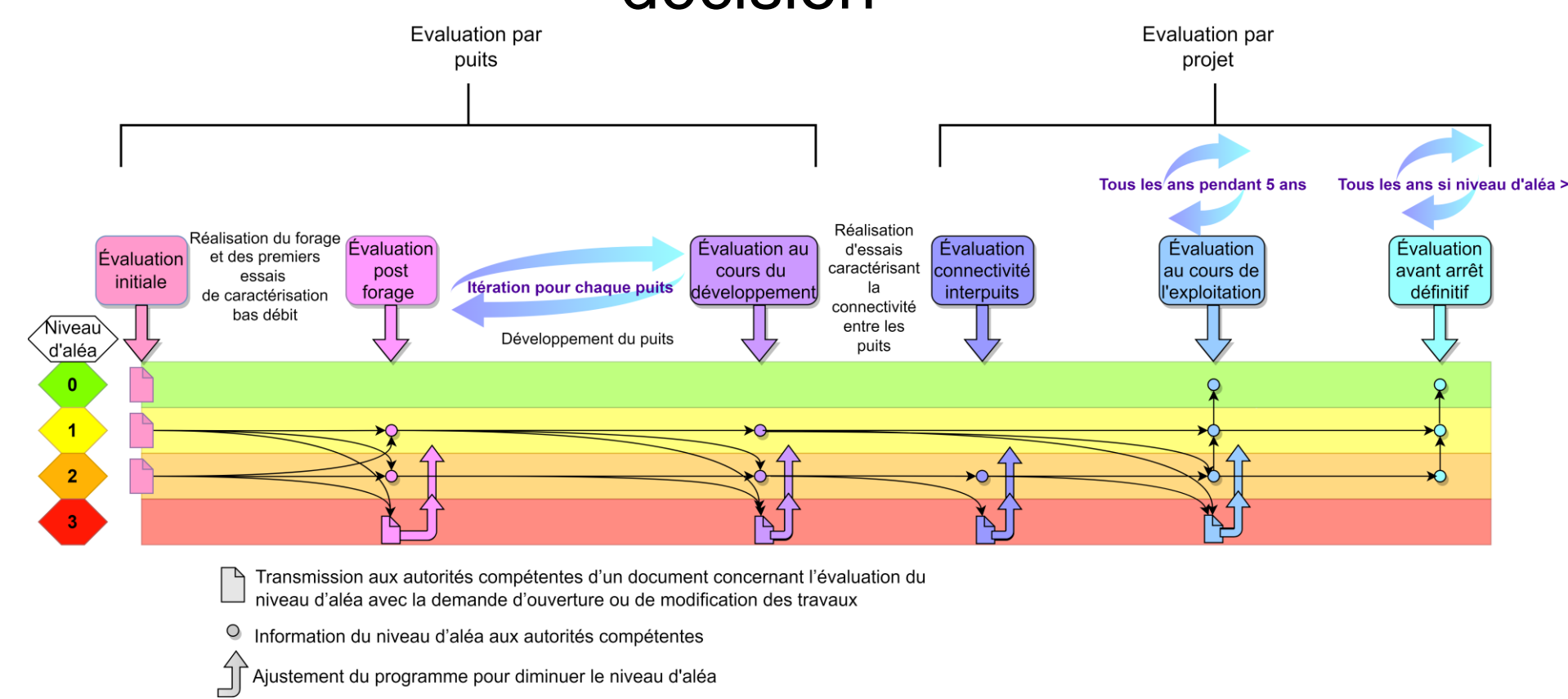
Ineris & BRGM (2023)

Une **trame** est également fournie pour expliciter les parties à développer dans le mémoire requis à l'article L. 164-1-2 du code minier

Vous avez eu l'occasion d'utiliser le guide? Faites-nous part de vos retours, en échangeant directement avec nous ou par mail ([J.Maury@brgm.fr](mailto:J.Maury@brgm.fr) et [francesca.de-santis@ineris.fr](mailto:francesca.de-santis@ineris.fr))

## En France

Le guide propose une méthode itérative d'évaluation de l'aléa sismique basée sur des arbres de décision



Niveau d'aléa	0	1	2	3
Qualification	Très faible	Faible / modéré		Fort
Préconisation / recommandation globale	Application des bonnes pratiques et recommandations définies dans Hamm et al (2019)	Mise en place de <b>mesures préventives et correctives</b> (surveillance, bonnes pratiques,...) <b>adaptées</b>		<b>Ajustement impératif du programme de travail</b> pour diminuer le niveau d'aléa et éviter autant que possible l'aléa sismique

En fonction du niveau d'aléa, des recommandations sur les données à acquérir et le réseau de surveillance sismique à déployer sont fournies. Des recommandations sur le pilotage des opérations (TLS) sont également fournies

	Projets en niveau d'aléa 1	Projets en niveau d'aléa 2
Réseau de base	5 capteurs minimum	7 capteurs minimum, dont au moins 1 accéléromètre
	Magnitude de complétude $\leq 0,5$	Magnitude de complétude $\leq 0,5$
	Erreur de localisation minimale : ± 300 m horizontalement ± 1000 m verticalement Dans les 2 km autour du forage	Erreur de localisation minimale : ± 100 m horizontalement ± 500 m verticalement Dans les 2 km autour du forage
	Objectifs : • Détecter, localiser et estimer la magnitude de la microsismicité • Être compatible avec un système TLS pour le pilotage des opérations	Objectifs complémentaires : • Estimer les paramètres à la source et les mécanismes focaux (au moins pour événements de $M > 1,5$ ) • Être compatible avec un système TLS avancé

En France, la surveillance est à la charge de l'industriel avec des spécifications qui peuvent être précisées par arrêté préfectoral

## En Italie

- Publication d'un **guide** (Dialuce et al, 2014), rédigé par un comité d'expert à la demande du ministère de l'environnement. Le guide est centré sur la surveillance uniquement mais applicable à tous les usages du sous-sol
- Mise en place d'un organisme tier (SPM), indépendant de l'exploitant, en charge de la surveillance
- L'organisme SPM est sélectionné sur appel d'offre par le ministère
- Le service de surveillance réalisé par les SPM est financé par l'Etat via les subventions fournies par les exploitants aux régions concernées
- Les bulletins sismiques et rapports périodiques sont périodiquement publiés

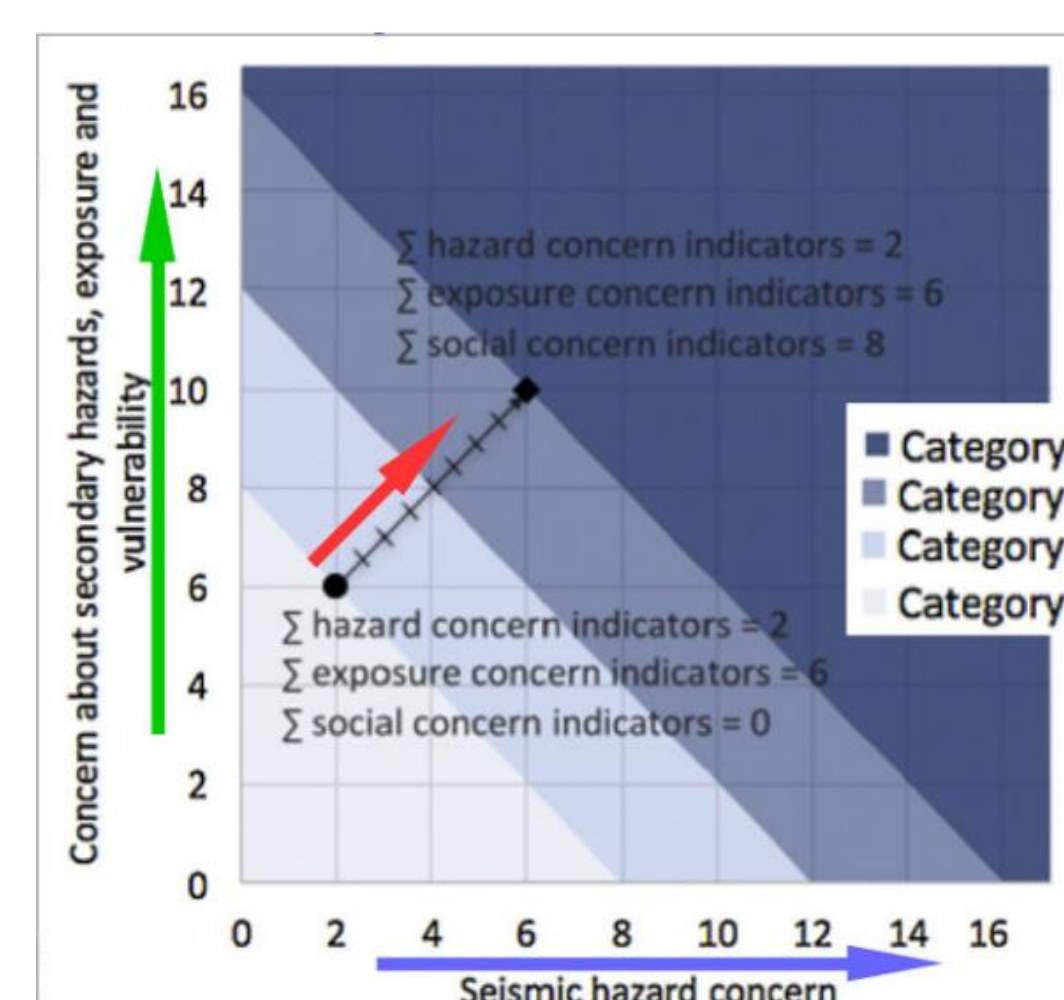
## Aux Pays-Bas

- Publication de **recommandations**, sur l'évaluation de l'aléa sismique, par un organisme privé Qcon (Baisch et al, 2016), mises à jour récemment par TNO (Mijnlieff et al, 2023). Elles sont pour tous les usages du sous-sol ciblant les réservoirs gréseux perméable. Des analyses spécifiques sont demandées pour les réservoirs fracturés.
- Une première évaluation du risque est réalisée avant le forage. Après le forage, une mise à jour est réalisée et associée à la « licence de continuation ».

- Le service sismologique national surveille et publie les événements sismiques sur son site. Si une station additionnelle est nécessaire sur un site c'est l'opérateur qui prend en charge le coût.

## En Suisse

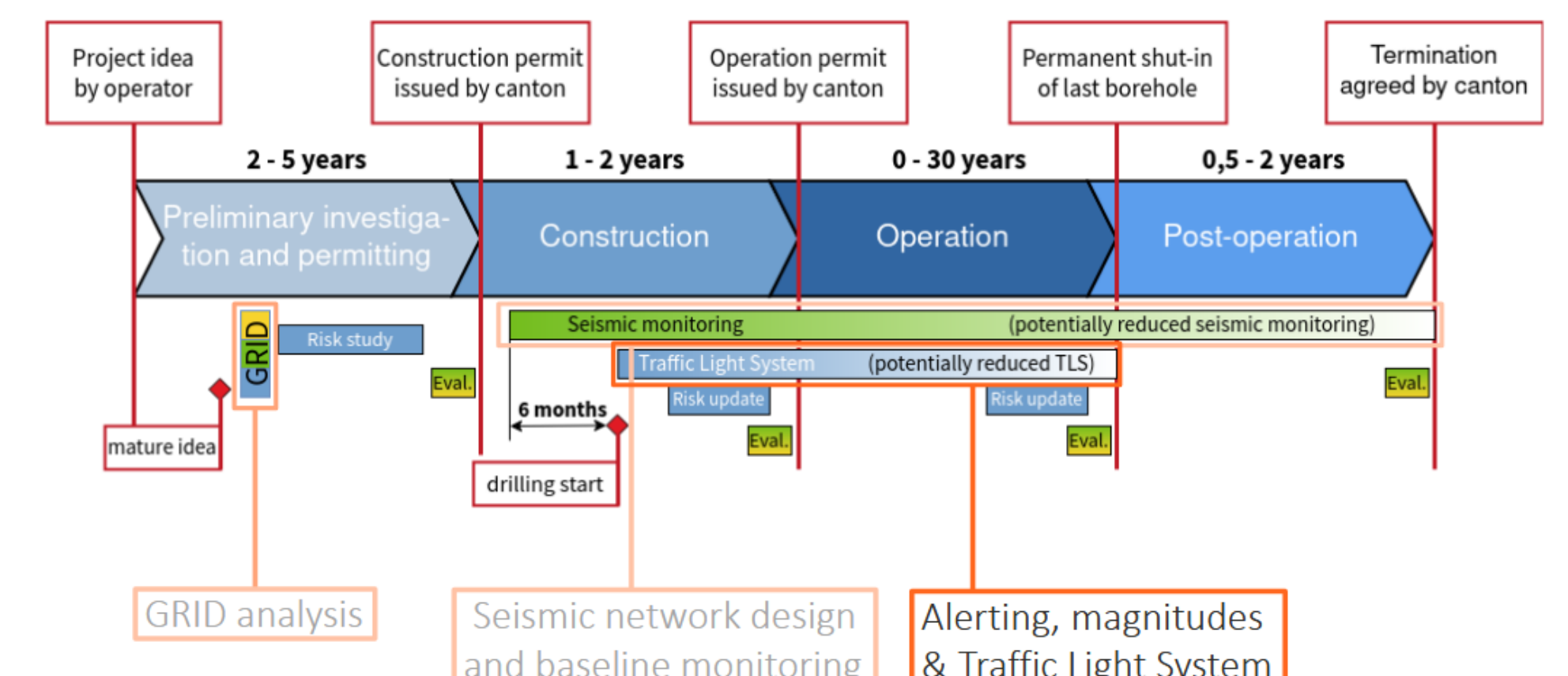
- Suivi de la méthode GRID pour la surveillance et le pilotage des opérations, publié dans une guide récemment mis à jour (Kraft et al, 2025)



Kraft et al, 2025

- Le service sismologique Suisse (SED) fournit gratuitement, sur demande, aux cantons, une expertise sismologique et surveillance de base grâce à un projet financé à 60% par le Office fédéral de l'énergie

- Les opérateurs peuvent installer des stations complémentaires qui sont ajoutés au réseau du SED et leurs données publiées après un embargo de 5 ans
- L'opérateur opère le TLS, à l'aide des données fournies par le SED. Ce TLS est évalué par le SED et le canton.



Legend: Canton (yellow), SED (green), Opérateur (blue)

Lupi, Ortet et Ritz (2025)

## Conclusion

- Les modes de gouvernance sont divers;
- Chaque pays a ses recommandations mais leur périmètre varie (type d'opération industrielle; type de recommandation)
- Les stations sismiques additionnelles nécessaires sont en général à la charge de l'opérateur;
- La France fait exception dans la gestion du réseau sismique d'un projet par l'opérateur.

## Actions en cours

- GT avec des DREAL pour évaluer l'application du guide et le besoin potentiel de mise à jour;
- Poursuite des discussions avec les organismes internationaux

Ineris et BRGM, 2023. Guide de bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite par les opérations de géothermie profonde. De Santis F., Maury J., Klein E., Peter-Borie M., Contrucci I., Dominique P. Kraft T., Roth P., Ritz V., Antunes V., Toledo Zembrano T., Wiemer S. 2025. Good-Practice Guide for Managing Induced Seismicity in Deep Geothermal Energy Projects in Switzerland. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000714220>

Lupi, N., Ortet S., Ritz V. 2025. Induced seismicity: a collaborative approach to safe geothermal energy development in Switzerland. 4th Schatzalp workshop on induced seismicity. Mijnlieff H., de Vries S., Jaarsma B., Vogelaar B. Seismic Hazard and Risk Assessment for geothermal projects in The Netherlands. Report version 16 November 2023. [https://www.nlog.nl/sites/default/files/2023-11/20230922\\_hoofdrapport\\_sdra\\_aardwarmteprojecten\\_-\\_shra\\_for\\_geothermal\\_projects.pdf](https://www.nlog.nl/sites/default/files/2023-11/20230922_hoofdrapport_sdra_aardwarmteprojecten_-_shra_for_geothermal_projects.pdf)

Baisch, S., Koch, C., Stang, H., Pittens, B., Drijver, B., Buik, N., 2016. Defining the Framework for Seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects V0.1 (Technical Report).

Dialuce, G., Chiarabba, C., Di Bucci, D., Doglioni, C., Gasparini, P., Lanari, R., Priolo, E., Zollo, A., 2014. Guidelines for monitoring seismicity, ground deformation and pore pressure in subsurface industrial activities. Report by Working Group established by MiSE within the Commission on Hydrocarbon and Mining Resources (CIRM). Italy.