



HAL
open science

Inversion - Variation temporelle de la bvalue

Marine Laporte, Stéphanie Durand, Blandine Gardonio, Thomas Bodin,
David Marsan

► **To cite this version:**

Marine Laporte, Stéphanie Durand, Blandine Gardonio, Thomas Bodin, David Marsan. Inversion - Variation temporelle de la bvalue. Lettre d'information Epos-France, 2023, 1, pp.17-18. hal-04560814

HAL Id: hal-04560814

<https://hal.science/hal-04560814>

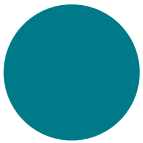
Submitted on 26 Apr 2024

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



Inversion - Variation temporelle de la b_{value}

Comment estimer les variations temporelles de b_{value} dans nos catalogues de manière probabiliste ?

Pour analyser la sismicité dans un catalogue, l'une des toutes premières étapes du sismologue consiste à regarder la distribution du nombre de séismes par intervalle de magnitude [1.a](#). Au-delà d'une valeur de magnitude de complétude (que l'on note M_c), on considère que tous les séismes sont détectés, et cette distribution suit généralement une loi exponentielle décroissante dite loi Gutenberg-Richter dont l'exposant est appelé la b_{value} . Cette b_{value} varie d'un catalogue à l'autre et l'analyse de ses variations spatio-temporelles a suscité beaucoup d'attention ces dernières années. En particulier, elle est un paramètre important pour l'évaluation probabiliste de l'aléa sismique. Une meilleure estimation des variations de cette grandeur et de ses incertitudes est donc nécessaire.

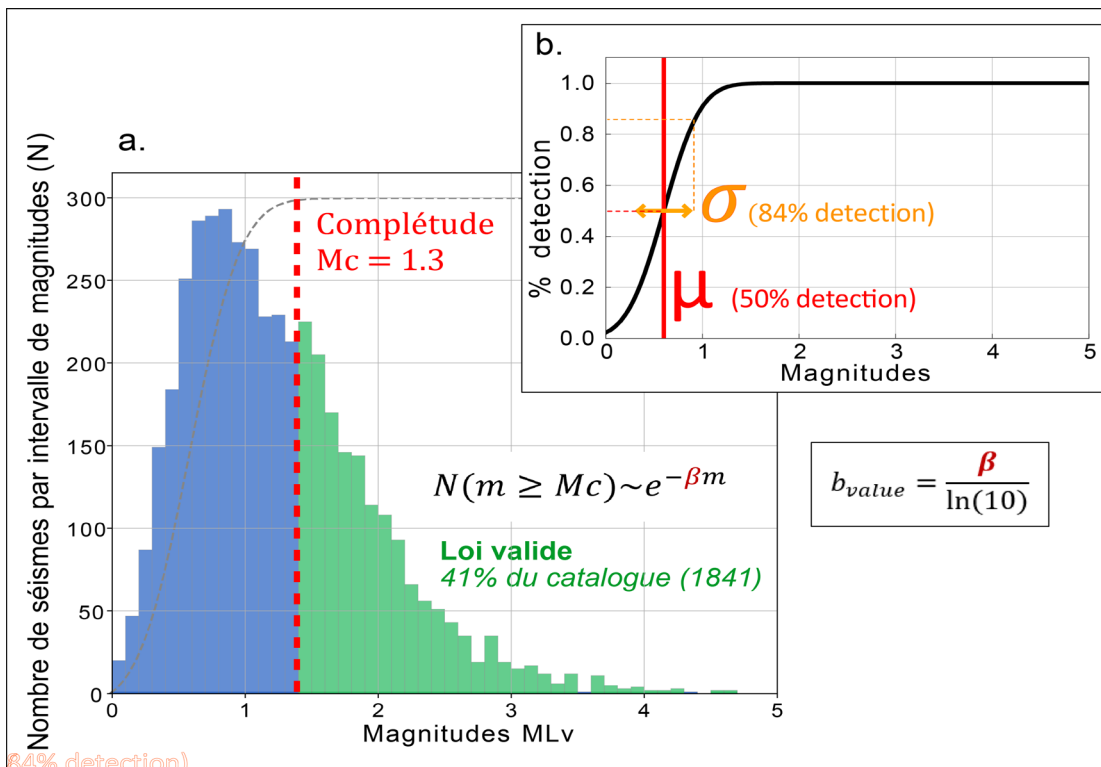
La méthode classique

La méthode fréquemment utilisée dans la communauté pour estimer la b_{value} dépend de la valeur choisie pour M_c [1.a](#). Ce problème est important pour l'étude des variations temporelles puisque la capacité de détection des séismes de plus faibles magnitudes et donc la valeur de M_c peut également varier épisodiquement (lors de crises sismiques

ou de changements dans le réseau).

Une nouvelle approche

Afin de mieux caractériser la distribution en fréquence-magnitude des séismes, on propose d'utiliser l'ensemble des magnitudes disponibles pour estimer la b_{value} indépendamment de M_c [1](#) parties bleue + verte. Pour cela, on décrit la diminution dans la détection des séismes de plus faibles magnitudes par une loi de détectabilité [1.b](#). Cette première étape, appliquée dans un cadre dit bayésien, permet d'obtenir les densités de probabilité de la b_{value} et de deux paramètres de la loi de détectabilité (μ, σ). On peut alors généraliser cette approche pour retrouver les variations temporelles de la distribution fréquence-magnitude en s'intéressant aux variations temporelles des trois paramètres (b_{value}, μ, σ). Le nombre et la position des discontinuités temporelles sont estimés par la méthode de Monte-Carlo par chaîne de Markov (McMCMC). Le cadre bayésien fournit la distribution de probabilité complète à chaque temps, pour la b_{value} , et les paramètres de détectabilité [2](#)



[1](#)-a. Distribution du nombre de séismes par intervalle de magnitudes sur un catalogue réel
 b. Schéma de la loi de détection en fonction des paramètres μ et σ

.../...

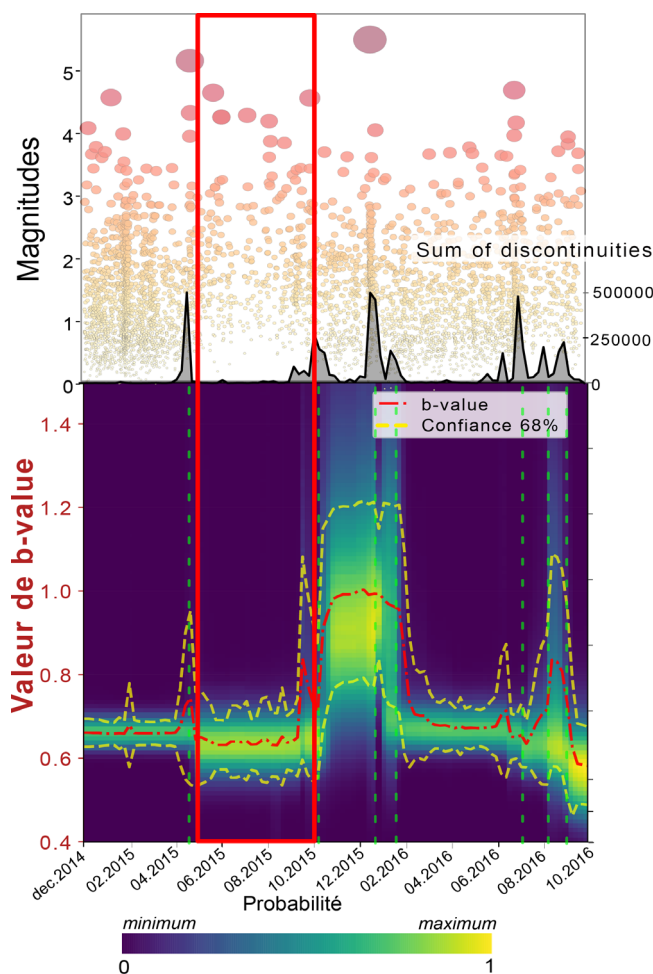
Application

Dans la figure 2 nous présentons l'évolution temporelle des distributions de probabilités de la b_{value} pour un catalogue de sismicité obtenu à l'issue d'une expérience sismologique temporaire réalisée dans le Grand-Ouest Népal entre 2014 et 2016 (HiKNet, SisMob). La probabilité d'avoir une discontinuité temporelle est représentée par la courbe noire sur l'axe x, chaque pic principal (lignes verticales verte) pouvant correspondre à un changement de b_{value} . Des pertes de stations ont eu lieu pendant la mousson entre avril et septembre 2015 (rectangle rouge). Pendant cette période la b_{value} reste constante même si son incertitude augmente. On montre alors qu'on est capable d'observer

des variations de b_{value} qui sont à priori indépendantes des variations de détectabilité.

L'application de cette nouvelle méthode à des catalogues réels ou expérimentaux dans des contextes de sismicité variés permettra de s'assurer de l'existence de variations significatives de b_{value} et donc de mieux décrypter le sens physique de ses variations temporelles. N'hésitez pas à nous contacter pour tester la méthode sur vos catalogues !

Marine Laporte, Stéphanie Durand, Blandine Gardonio, Thomas Bodin, David Marsan



2- Evolution temporelle de la b_{value} avec un intervalle de confiance à 68 %. Le rectangle rouge représente la période où l'on perd jusqu'à 4 stations sur 15 pendant la mousson.

Un lac pour sismomètre long-terme

Les enregistrements sismologiques instrumentaux et les témoignages écrits nous renseignent sur la sismicité actuelle et historique. Pour remonter plus loin dans le temps il est nécessaire d'exploiter les archives géologiques. Une approche en plein essor consiste à étudier des carottes sédimentaires prélevées dans des lacs. Les lacs présentent en effet l'avantage de constituer des milieux calmes dans lesquels les évolutions climatiques, biologiques et même anthropiques qui affectent leurs bassins versants sont enregistrées en continu. Dans cette sédimentation continue, des dépôts événementiels (ou « event layer » - 1) se démarquent et témoignent de l'occurrence d'événements ponctuels tels que des crues ou bien encore des séismes.

De nombreux lacs ont été étudiés dans et autour des Alpes dans une optique paléosismologique, le lac d'Aiguebelette (Savoie - 2) se démarque toutefois par une sédimentation saisonnière quasi-continue couvrant les 12 derniers milliers d'années (i.e. Holocène) et par un cadre géomorphologique favorisant l'enregistrement d'« event-layer » d'origine sismique. Les travaux qui y ont été menés dans le cadre de la thèse de Mathilde Banjan soutenue cette année ont permis d'identifier une trentaine d'événements pendant l'Holocène dont au moins un événement sismique historique survenu en 1784 en Chartreuse et de magnitude estimée proche de 5.

L'enregistrement sédimentaire lacustre présente cependant l'inconvénient majeur de ne pas apporter d'information directe concernant la localisation de l'événement sismique déclencheur. Aussi, l'étude de la sensibilité du lac aux sollicitations sismiques est un élément clé qui, pour le lac d'Aiguebelette, a permis de proposer l'hypothèse que celui-ci est plutôt sensible à la sismicité survenue en champ proche, c'est-à-dire à quelques kilomètres ou dizaines de kilomètres de distance. A cet égard, la chronique événementielle établie, unique dans les Alpes de par sa continuité temporelle, pourrait constituer un outil précieux en vue de tester notamment les modèles d'aléa sismique.