

# **ÉLÉMENTS D'ANALYSE DE MICROSISMICITÉ POUR DES EXPÉRIENCES HYDRAULIQUES. CAS DE L'EXPÉRIENCE DE STIMULATION HYDRAULIQUE DU 13 AU 23 SEPTEMBRE 2004 (SOULTZ-SOUS-FORÊTS, BAS-RHIN, FRANCE)- ÉVENTUELLE APPLICATION EN ALGÉRIE**

**Fouzi BELLALEM\*, Mourad MOBARKI\*, Kamel BADDARI\*\* et Mabrouk DJEDDI\*\***

## **RÉSUMÉ**

Face aux besoins énergétiques mondiaux, grandissant de façon irrémédiable, la géothermie des roches fracturées a le potentiel nécessaire pour constituer un défi pour les besoins économiques. Devant cet intérêt, plusieurs projets européens ont été lancés, dont le programme européen de géothermie profonde de Soultz-sous-Forêts (Bas Rhin). Ce programme désigné par EGS (Enhanced Geothermal Systems ou Systèmes Géothermaux Améliorés), utilise l'anomalie géothermale du graben rhénan pour la création d'un échangeur thermique profond afin de produire de l'énergie géothermique extraite des roches fracturées. Après 16 ans d'activité, un forage profond (GPK4) a été réalisé afin d'accroître la connectivité des zones de perméabilité artificiellement améliorées.

Dans cette étude, nous mettons en évidence l'utilisation des outils d'étude et d'analyse de la microsismicité, tant du point de vue de l'instrumentation que du traitement des données. Nous prenons comme exemple la campagne de la stimulation hydraulique de septembre 2004 (Soultz-sous-Forêts, Bas-Rhin, France). Dans ce cadre, nous analysons pour la période allant du 13 au 23 septembre 2004, la microsismicité induite par la stimulation hydraulique. Durant cette période plus de 1500 séismes ont été enregistrés par le réseau déployé tout autour du puits. La localisation de ces événements fait intervenir l'ensemble des stations du réseau. L'étude détaillée des solutions focales de 277 événements dont la magnitude varie entre 0.3 et 2.0, nous a permis de caractériser les fractures à l'origine des microséismes.

**Mots clé** - Géothermie - Stimulation hydraulique - Activité microsismique - Programme européen EGS-Hypoinverse - Ppfit.

## **ELEMENTS OF ANALYSIS OF MICROSEISMICITY FOR HYDRAULIC EXPERIMENTS. CASE OF THE HYDRAULIC STIMULATION EXPERIMENT FROM THE 13<sup>th</sup> TO 23<sup>rd</sup> OF SEPTEMBER, 2004 (SOULTZ-SOUS-FORÊTS, BAS-RHIN, FRANCE) – POSSIBLE APPLICATION IN ALGERIA**

## **ABSTRACT**

Facing the world energy needs, growing in an irremediable way, the geothermal energy from hot, fractured rocks has the available potential to constitute a challenge for these economic needs. For this purpose, several European projects were launched; one of which is the Deep

\*Département Etudes et Surveillance Sismique Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique. CRAAG. BP. 68 Bouzaréah, 16348, Alger.

\*\*Université M'hamed Bougara (Boumerdes). Laboratoire de Physique de la Terre.  
- *Manuscrit déposé le 08 Mars 2006, accepté après révision le 21 Avril 2007.*

Geothermal European Programme. The latter is situated in the Soultz-sous-Forêts area (Bas Rhin, France). This program called EGS (Enhanced Geothermal Systems) uses the geothermal anomaly of the Rhine graben for the creation of a deep heat exchanger in order to produce geothermal energy extracted from the fractured rocks. After 16 years of activities in Soultz, a deep bore hole (GPK4) was drilled in order to increase the connectivity in the zones of artificially improved permeability. In this study, we analyse for the period from the 13<sup>th</sup> to the 23<sup>rd</sup> of September 2004, the micro seismicity produced by hydraulic stimulation. During this period, the seismic network, covering the region around the well position, recorded more than 1500 microseisms. The localization of these events involves all the stations of the network. The detailed study of 277 focal solutions events of which the magnitude varies between 0.3 and 2.0, allows us to characterise the microfractures which generate the earthquakes.

**Key words** - Geothermal energy - Hydraulic stimulation - Microseismic activity - European EGS program - Hypoinverse - Fpfit.