

Article soumis à *Eclogae Geologicae Helvetiae*:

parution probable à la fin 1997 ou au début 1998

Application des techniques de forage slimhole pour la prospection des aquifères profonds

François-D. Vuataz¹

Mots-clés: slimhole, forage carotté, micro-forage, vitesse de pénétration, coût d'exploration, coût de forage, test de production, prospection géothermique

Key words: slimhole, corehole, microdrilling, penetration rate, exploration cost, drilling cost, flow test, geothermal exploration

RESUME

Le but de cette étude est de présenter la technique de forage de type slimhole, et d'évaluer sa faisabilité pour la prospection des ressources géothermiques. Le terme de forage slimhole n'a pas de définition univoque, mais il s'agit d'un forage dont le diamètre dans la zone de production est sensiblement inférieur à celui d'un forage conventionnel de production. L'étude est basée sur une recherche bibliographique au cours de laquelle six bases de données informatisées ont été interrogées.

Les différentes techniques slimhole à disposition sont les suivantes: carottage continu, rotary, forage au moteur à boue avec tubage enroulé, marteau fond-de-trou et circulation inverse (marteau et trépan). Dans les domaines de la prospection minière et pétrolière, toutes les méthodes de forage slimhole ont été utilisées. En géothermie, c'est essentiellement au Japon et aux USA que la technique slimhole est la plus pratiquée. Tous les types d'environnements géologiques et toutes les roches ont été traversés par des forages slimhole, quant à la profondeur, il n'y a pas de limite dans le domaine qui intéresse la géothermie, puisque le carottage continu peut atteindre 3000 à 4000 m, et même 6000 m dans des cas extrêmes.

L'intérêt du forage slimhole est tout d'abord financier: toutes les comparaisons effectuées entre le forage conventionnel et la technique slimhole montrent un net avantage pour cette dernière. De manière générale, l'abaissement du prix d'un forage slimhole vient d'une réduction globale sur tous les postes. L'impact sur l'environnement est aussi fortement réduit. Chacune des techniques slimhole est caractérisée par une série d'avantages et d'inconvénients, mais les défauts majeurs du forage slimhole ont été progressivement éliminés, notamment la vitesse moyenne d'approfondissement, qui peut atteindre actuellement celle obtenue par un forage rotary de grand diamètre.

La question essentielle est la capacité du forage slimhole à devenir un forage de production, dans le cas où un réservoir est atteint. Des études expérimentales ont montré que pour un débit de l'ordre de 60 m³/h, il suffisait d'avoir un diamètre dans la zone de production entre 89 et 127 mm (3 1/2" et 5"). Une analyse comparative des coûts de forage montre que la technique slimhole permet des économies de 25 à 50%, parfois davantage, selon le site, le type, le nombre et la profondeur des forages.

¹ Centre de Recherches Scientifiques Fondamentales et Appliquées, 45 rue de l'Industrie, CH-1951 Sion
Adresse actuelle: Centre d'Hydrogéologie, 11 rue E.-Argand, CH-2007 Neuchâtel

ABSTRACT

The aim of this study is to present the slimhole drilling technology and to evaluate its feasibility for the exploration of geothermal resources. There is no univocal definition of the term slimhole, but it concerns any borehole whose diameter of the production zone is notably smaller than the one in a conventional production well. This study is based on a bibliographical review, during which six data bases were interrogated.

The following slimhole techniques can be used: continuous coring, rotary, mud motors with coiled tubing, downhole hammer and reverse circulation (hammer and rotary bit). In the fields of ore and oil exploration, all the slimhole methods have been used so far. For geothermal prospection, Japan and the USA are the countries where the slimhole technique has been mostly practiced. All geological environments and rock types have been drilled by slimholes, while there is no depth limit for geothermal slimholes: coreholes can indeed reach 3000 to 4000 m, or even 6000 m in extreme cases.

The first and main interest of the slimhole drilling is economic: all the comparisons carried out between the conventional borehole and the slimhole favour the latter one. Usually, the lower cost of a slimhole results from a global reduction on all the drilling activities. Moreover, the environmental impact of a slimhole is also strongly reduced. Each of the slimhole techniques is characterized by a series of advantages and drawbacks, but the major problems have been progressively solved, in particular the average penetration velocity, which can presently reach the one obtained by large diameter conventional rotary boreholes.

The main question to be answered is how the exploration slimhole may be changed into a production well, in case an aquifer has been discovered. Experiments have shown that for a discharge of 60 m³/h, a diameter in the production zone between 89 and 127 mm (3 1/2" and 5") is adequate. A cost analysis indicates that the slimhole technique allows savings of 25 to 50%, sometimes more, according to the drilling site and method, the number and depth of the wells.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel dieser Studie ist es, die Slimhole-Bohrtechnik vorzustellen und ihre Anwendungsmöglichkeiten bei der Prospektion geothermischer Ressourcen zu beurteilen. Für die Bezeichnung Slimhole-Bohrung gibt es keine strikte Definition. Es handelt sich jedoch in jedem Fall um eine Bohrung, deren Durchmesser in der Produktionszone deutlich geringer ist als derjenige eines konventionellen Förderbrunnens. Für die vorliegende Literaturstudie wurden sechs bibliographische Datenbanken abgefragt.

Die verschiedenen verfügbaren Slimhole-Bohrtechniken sind: vollständige Kernbohrung, Rotary, Bohrlochschlenmotor mit aufgerollter Verrohrung, Imloch-Hammerbohren und inverse Spühlstromrichtung (Schlagbohr- und Drehbohrmeissel). Im Bereich der Erz- und Erdölprospektion wurden alle Slimhole-Bohrtechniken bereits eingesetzt. Im Bereich der Geothermie werden diese Techniken vor allem in Japan und in der USA angewandt. Die verschiedensten Gesteine in unterschiedlichen geologischen Umgebungen wurden bereits mittels Slimhole-Bohrungen durchfahren. Im Bereich Bohrtiefe gibt es für die Geothermie-Nutzung keine Einschränkungen, kann die vollständige Kernbohrung doch Tiefen von 3'000 bis 4'000 m, in extremen Fällen sogar 6000 m erreichen.

Das Interesse an der Slimhole-Technik ist in erster Linie finanzieller Art. Alle Vergleiche zwischen konventioneller und Slimhole-Bohrtechnik zeigen einen deutlichen Vorteil für letztere. Im allgemeinen resultiert der niedrigere Preis einer Slimhole-Bohrung aus einer generellen Kostensenkung bei allen Posten. Auch die Auswirkungen auf die Umwelt werden stark vermindert. Jede der verschiedenen Slimhole-Techniken hat ihre eigenen Vor- und Nachteile, die hauptsächlich Nachteile konnten aber fortschrittlich eliminiert werden. So kann heute zum Beispiel die mittlere Bohrgeschwindigkeit die gleichen Werte wie bei einer Rotary-Bohrung grossen Durchmessers erreichen.

Die wichtigste Frage betrifft die Möglichkeit, eine Slimhole-Bohrung als Förderbrunnen nutzen zu können, falls ein Reservoir angetroffen wird. Experimentelle Studien haben gezeigt, dass für eine Fördermenge von rund 60 m³/h ein Durchmesser zwischen 89 und 127 mm (3 1/2" und 5") in der Produktionszone ausreicht. Eine Vergleichsanalyse der Bohrkosten zeigt, dass die Slimhole-Technik je nach Standort, Art, Anzahl und Tiefe der Bohrungen, Einsparungen von 25-50% und teilweise sogar noch mehr ermöglicht.