



Pourquoi le calibrage des sondes est-il si vital et comment Robertson Geo maintient un cadre de conformité sans égal dans le secteur des forages étroits ?

## **CALIBRAGE DES SONDES** chez Robertson Geo



# CALIBRAGE DES SONDES chez Robertson Geo

Depuis sa création en 1979, l'objectif de Robertson Geo est de consolider sa réputation de leader mondial dans la fabrication et la maintenance de sondes géophysiques étroites et de ces systèmes associés. Pour ce faire, la mise en place d'un système de conformité complet pour l'ensemble des sondes est essentielle afin de fournir des données de diagraphie quantitatives traçables aux références industrielles reconnues.

Une installation de forage d'essai a été mise en place sur le site de production de Tre Morfa, avec le forage et le tubage d'un puits de 170 m. Cette installation demeure un élément essentiel du système afin de garantir la conformité de toutes les sondes vendues, louées ou utilisées par les équipes de diagraphie de Robertson Geo- Service.

Les données issues de plusieurs milliers de diagraphie effectués dans ce forage contribuent à garantir l'exactitude et la répétabilité des données de Robertson Geo.

## Le respect des règles est la clé du succès

Les procédures de calibrage des outils et la norme ISO 9001:2015 de Robertson Geo garantissent que l'acquisition des données est conforme aux exigences obligatoires de classification des résultats d'exploration minière, des ressources minérales et des réserves de minerai. Ce niveau de confiance est essentiel pour définir les connaissances géologiques et les paramètres technico-économiques utilisés dans les rapports publics, notamment les normes JORC, CIM, UNFC, CRIRSCO, PERC, SAMREC, SME et MRC International. Robertson Geo est habilité à tester et à étalonner ses outils nucléaires en usine à l'aide de sources radioactives appropriées avant expédition. **Sans cette procédure, les résultats de diagraphie ne peuvent satisfaire aux normes de conformité requises et les données de diagraphie ne peuvent être utilisées pour des mesures ou des calculs quantitatifs.**

## Définition de calibration

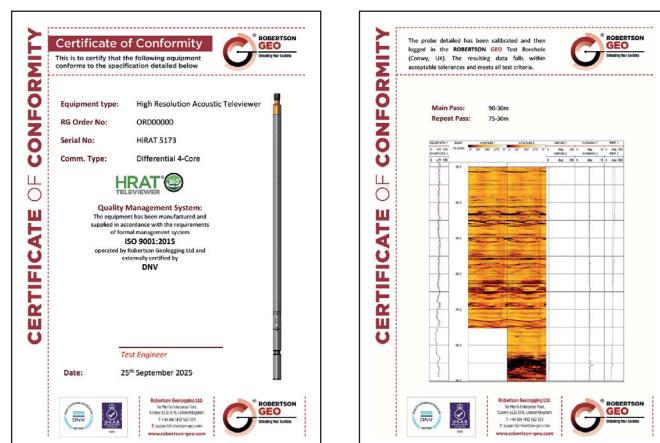
La calibration, au sens strict, consiste à comparer les mesures à des étalons connus. En pratique, il convient d'étendre cette définition à l'incertitude de mesure et à la traçabilité. La métrologie est la science de la mesure. Son objectif

fondamental est de garantir la traçabilité, condition essentielle à la comparaison des résultats de mesure.

## Cadre de conformité et ISO 9001

Robertson Geo est le seul fabricant de sondes minces/fournisseur de services de diagraphie à posséder un système de gestion de la qualité certifié ISO 9001:2015.

Fig. 1 - Exemple de certificat de conformité.



## Calibration Model

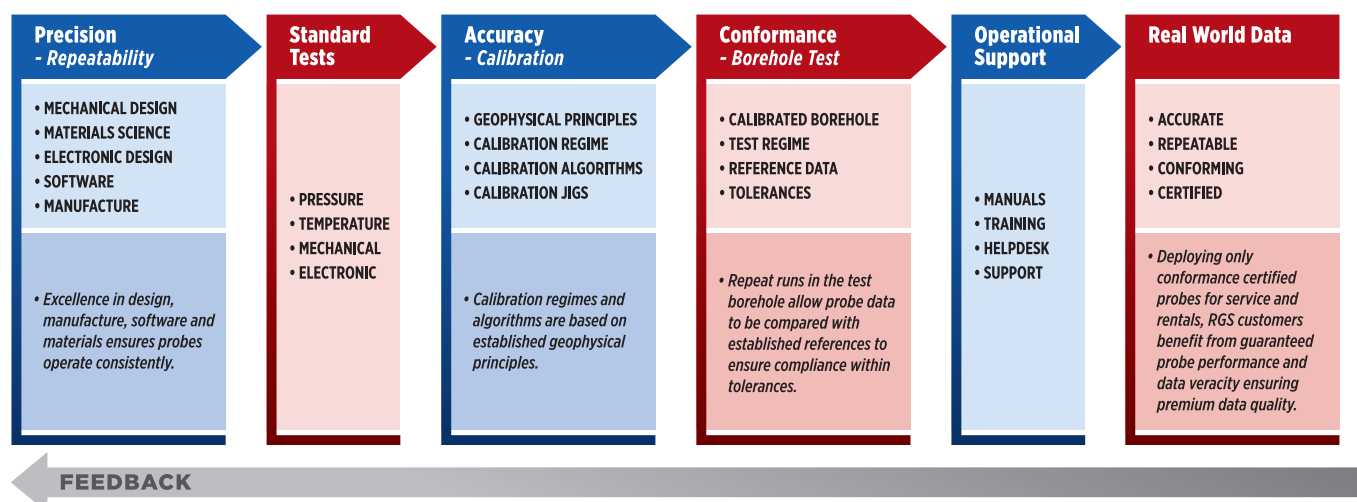


Fig. 2 – Modèle d'étalonnage géométrique de Robertson.

Ce système exige que le processus d'étalonnage/de conformité soit formalisé, périodique et documenté.

Une exigence fondamentale du processus de conception de toutes les nouvelles sondes est qu'elles conservent leur étalonnage pendant une période donnée, dans les limites de tolérance. Le maintien de cet étalonnage tout au long du cycle de vie du produit implique la maîtrise de la conformité de la chaîne d'approvisionnement, des processus de fabrication, des tests, des réparations et d'un système de retour d'information permettant d'identifier les problèmes et les besoins de modification.

La diagraphie géophysique repose essentiellement sur le traitement des données. Le système d'étalonnage et de conformité vise à garantir la qualité des mesures pour tous les utilisateurs d'équipements Robertson Geo, y compris nous-mêmes. Dans les secteurs industriels où la conformité et la traçabilité sont primordiales, chaque sonde est fournie avec un certificat de conformité (voir Fig. 1), et un service de maintenance est disponible pour vérifier son bon fonctionnement et son étalonnage.

### Atténuation des risques

La gestion des risques est essentielle à tous les projets de génie civil, et les ingénieurs responsables doivent avoir confiance dans les données d'étude de sol qui leur sont fournies. Les contraintes budgétaires peuvent limiter le périmètre de l'étude de sol ; il est donc impératif d'exploiter au maximum les données recueillies. La diagraphie géophysique produit des données in situ sur toute la longueur des forages, comblant ainsi les lacunes potentielles dues, par exemple, à une mauvaise récupération des carottes ou au refus d'un essai CPT. Les risques liés au sol et aux eaux souterraines peuvent être spécifiques à un site, notamment au Royaume-Uni où la diversité des conditions géologiques est élevée et où des données précises sont indispensables pour atténuer ces risques.

Les conséquences d'une étude de site insuffisante peuvent se traduire par une augmentation des coûts et des retards, des conceptions surdimensionnées, voire, dans le pire des cas, des catastrophes telles que des effondrements structurels. Les sanctions financières et potentiellement juridiques liées aux analyses post-projet des projets ayant échoué impliquent que tous les fournisseurs de services d'études géologiques doivent minimiser l'incertitude quant à la qualité de leurs données. Cet article démontrera l'engagement de Robertson Geo à fournir des données précises et reproductibles pour l'ensemble de ses sondages, renforçant ainsi la confiance dans la qualité des données.

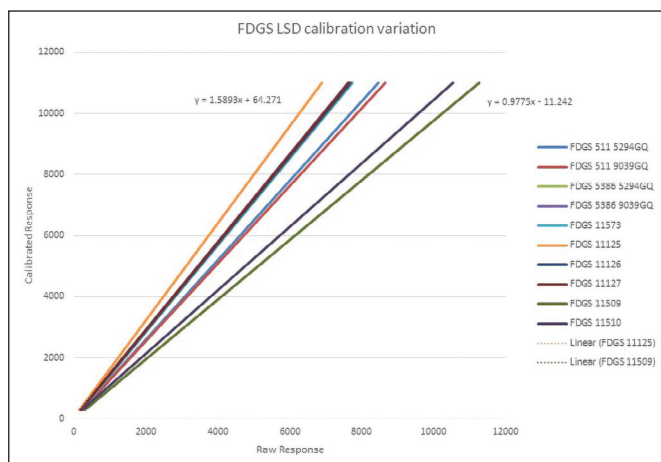
Il est essentiel de comprendre les caractéristiques du sous-sol pour les applications géotechniques et les projets de génie civil. Robertson Geo est un spécialiste reconnu et un fournisseur international expérimenté en acquisition et interprétation de données de diagraphie pour ces secteurs, ses technologies étant utilisées quotidiennement dans le monde entier.

### Modèle De Calibration (voir Fig. 2)

En tant que concepteurs et fabricants de tous les équipements fournis, la conception de protocoles de calibration appropriés demeure notre responsabilité. Le principe fondamental que nous appliquons est que tous les modèles de calibration théoriques doivent également être validés dans notre forage d'essai.

Cela signifie que la précision et la répétabilité en situation réelle sont indispensables. Par ailleurs, il est essentiel de dispenser une formation afin de garantir la pleine compétence des opérateurs.

L'obtention de données parfaitement calibrées en conditions réelles commence par la conception des sondes. Pour développer des sondes offrant une haute précision et une grande répétabilité, il est indispensable de concevoir correctement les capteurs, les composants mécaniques, les systèmes électroniques, les matériaux et logiciels. Une fois la conception établie, le processus de fabrication doit être



**Fig.3 - Variation de la courbe d'étalonnage à partir de sondes et de sources de même spécification montrant l'importance des étalonnages « appariés ».**

entièrement maîtrisé. Cela implique le contrôle des processus de fabrication, des fournisseurs, des composants, des tests par lots, la prise en compte des retours d'expérience et la mise en œuvre des demandes de modification. La traçabilité est également essentielle et, chez Robertson Geo, la conformité à la norme ISO 9001:2015 est assurée de bout en bout.

Que ce soit au stade de la conception ou de la production, les sondes doivent conserver leur précision même dans les conditions les plus extrêmes définies par leur cahier des charges. Ces tests portent sur les systèmes électroniques, les composants mécaniques et l'application de cycles de température et de pression sur la sonde, jusqu'aux limites spécifiées. Ces derniers cycles sont réalisés à l'aide d'enceintes de pression/température sophistiquées et étalonnées, situées à Tre Morfa.

Une fois la sonde conçue et fabriquée avec la précision requise, il est indispensable de procéder à un étalonnage approprié. Ce processus repose sur la compréhension des principes géophysiques sous-jacents. Dans la plupart des cas, il consiste à définir des points fixes et à utiliser une courbe polynomiale d'ajustement optimal entre ces points. La courbe est linéaire pour deux points fixes, quadratique pour trois points et cubique pour quatre. Les points fixes doivent être établis, généralement à l'aide de gabarits d'étalonnage (eux-mêmes étalonnés par rapport à des références industrielles connues, telles que les puits d'étalonnage DWLBC d'Adélaïde ou ELGI, en Hongrie) ou d'étalons facilement accessibles, comme l'air libre ou l'eau. Les mesures effectuées par la sonde sont ensuite enregistrées pour chaque point fixe, et une courbe d'ajustement optimal est appliquée. Les coefficients obtenus sont enregistrés dans un fichier d'étalonnage standard, utilisable ultérieurement par le logiciel. Le processus d'étalonnage est souvent soumis à des contraintes, telles que la séparation des matériaux ferromagnétiques ou le temps de stabilisation de la température. Pour les sondes détectant la radioactivité, processus aléatoire, il est également nécessaire de prendre en compte la nature

statistique du système et l'effet des faibles taux de comptage. Pour les sondes de densité et de neutrons qui nécessitent une source radioactive attachée, les coefficients d'étalonnage obtenus ne sont applicables que pour la correspondance spécifique entre la sonde et la source (voir Fig. 3).

Afin de garantir la pertinence et la précision du processus d'étalonnage, toutes les sondes sont soumises à un test en forage. Ce test est réalisé à intervalles réguliers pour toutes les sondes neuves ou réparées, ainsi que pour celles utilisées par nos équipes internes de diagraphe. Les enregistrements d'étalonnage du forage de test ont été établis à partir de références industrielles reconnues, fournies par ELGI Hongrie et les puits d'étalonnage DWLBC (API) à Adélaïde, en Australie. Les courbes diagraphiques caractéristiques de chaque sonde ont été élaborées à partir de milliers de diagraphies réalisées sur plus de 40 ans. Une fois les courbes spécifiques de la sonde testée obtenues, elles sont superposées aux diagraphies de référence afin de vérifier leur conformité aux tolérances acceptables. Toute sonde non conforme est rejetée, modifiée, puis testée à nouveau.

Pour mener à bien le processus, Robertson Geo met tout en œuvre pour garantir une utilisation optimale de la sonde sur le terrain. Des manuels sont fournis avec chaque sonde et sont également disponibles sur le site web de l'entreprise. Un service d'assistance est mis à disposition pour analyser les problèmes et les données des clients si besoin. Des formations complètes dispensées par la RG Academy® sont proposées pour toutes les sondes, à destination de notre personnel, de nos clients louant des sondes et de nos clients commerciaux.

## Conclusion

Il est impératif que tout système de diagraphe qui acquiert des données de diagraphe géophysiques destinées à des fins quantitatives, que ce soit pour l'estimation des ressources minières ou la conception en génie civil, soit soutenu par un régime d'étalonnage traçable et vérifiable.

Robertson Geo calibre de manière exhaustive tous ses systèmes de diagraphe et utilise de façon unique un forage sur site pour vérifier les performances à son centre d'essais et d'étalonnage de forages de Tre Morfa, ce qui inspire confiance quant à l'étalonnage, la traçabilité et la vérification de toutes les données acquises selon les normes industrielles connues.

Ce n'est que lorsque les données de diagraphe sont conformes à un protocole d'étalonnage établi qu'elles peuvent être utilisées à des fins de conception et d'ingénierie. De plus, l'utilisation de données de diagraphe traçables réduit considérablement les risques liés au projet pour l'utilisateur final et lui fournit un modèle de terrain fiable qui éclaire la conception du projet et les processus décisionnels.

**Graham Comber**

Conseiller en géotechnique, Robertson Geo