

PRESENTACIÓN DE GEOEXPERT S.A.

GeoExpert S.A. se fundó en el año 1988. Desde el comienzo, de entre los diferentes métodos de Geofísica Aplicada, la empresa se especializó en técnicas de estudios sísmicos en los campos de Geotécnica e Hidrogeología.

En 1996 la sísmica de ingeniería se convierte en la única disciplina que nuestra empresa ofrece a su clientela. Para estudios interdisciplinarios colaboramos con otras empresas especializadas en diversos métodos geofísicos (perfiles geoelectricos, métodos de tipo EM, georadar, gravimetría, etc.).

GeoExpert S.A. fue la pionera en utilizar el método de **sísmica híbrida**, actualmente reconocido como el mejor método de prospección en la ingeniería civil. Entre nuestros clientes figuran compañías ferroviarias de Francia, Alemania, Austria, Italia, Suiza y Marruecos, así como también numerosas empresas de explotación de agua mineral.

Los campos de aplicación de la sísmica híbrida son: la ingeniería civil, la geotécnica, la hidrogeología, estudios de riesgos geológicos y medioambientales.

- Fuentes sísmicas**
- Un peso de 50 kg de caída acelerada tipo VAKIMPAK
 - Un peso de 350 kg / altura de caída 4 m, tipo FFWD (Free Fall Weight Dropper)
 - Un peso de 250 kg de caída acelerada tipo BISON EWG III
 - Un peso de 15 kg de caída acelerada por muelle tipo SAWD (Spring Accelerated Weight Dropper)
 - Martillos de hasta 12 kg
 - Explosivos

- Equipo de registro**
1. Un **SUMMIT C**, de 240 canales, con sistema de telemetría, 24-bit conversión A/D (fabricado por DMT-Deutsche Montantechnologie, www.dmt.de); desde 2000.
 2. Un **SmartSystem**, de 360 canales, con sistema de telemetría, 24-bit conversión A/D (fabricado por Seismic Instruments Inc., Austin USA, www.seismicinstruments.com); desde 2008.

- Software**
1. **Sísmica de reflexión: SPW** (Seismic Processing Workshop) de Parallel Geoscience Corporation, Austin, USA; www.parallelgeo.com. El sistema se ha desarrollado para la industria petrolera y facilita todo el software necesario para el proceso de datos de la sísmica de reflexión.
 2. **Sísmica de refracción: RAYFRACT** de Intelligent Resources, Inc., Vancouver BC Canadá; www.rayfract.com. El sistema ofrece diferentes métodos de evaluación de datos de sísmica de refracción, incluidas la técnica de tomografía de ondas de inmersión y la técnica analítica CMP/dT-V.
 3. **Análisis espectral de ondas superficiales para la determinación de la velocidad de las ondas de cizallamiento (v_s): SurfSeis**; Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) de Kansas Geological Survey, University of Kansas; www.kgs.edu/software/surfseis/index.html.

Prospección detallada del subsuelo con el método de sísmica híbrida

Walter Frei & Denise Bachmann, GeoExpert SA, Oberfeldstrasse 6, CH-8514 Amlikon, Suiza, info@geoexpert.ch

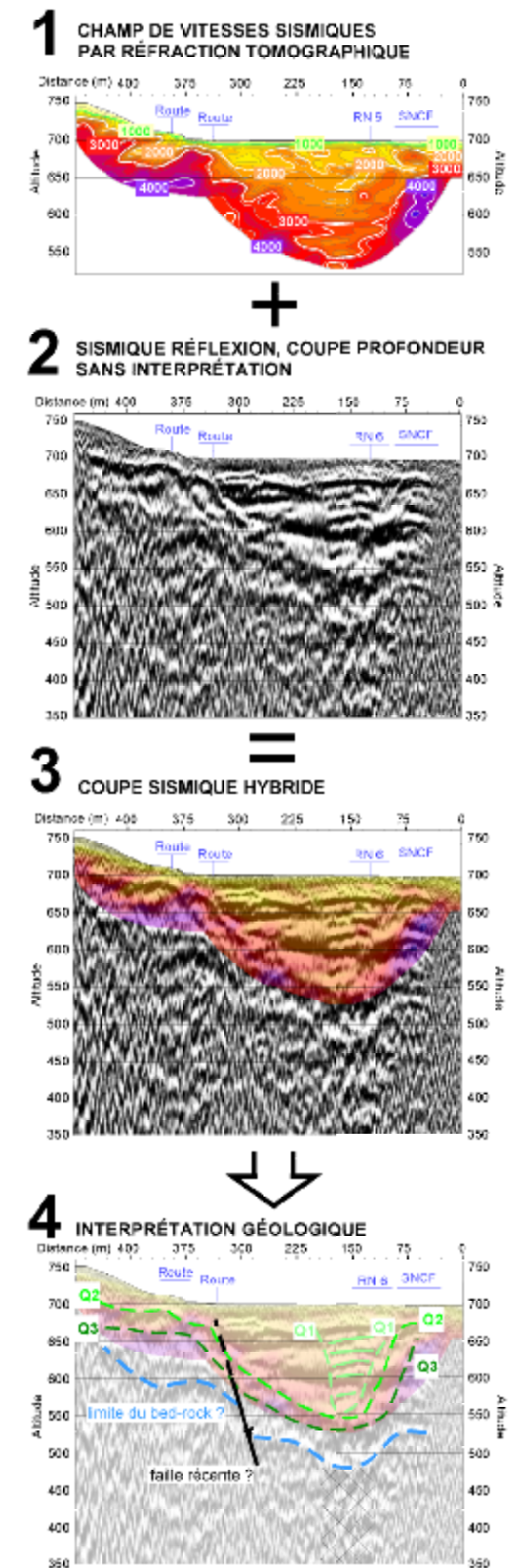
Descripción general del método

En materia de geofísica de superficie, la sísmica de reflexión y refracción son los métodos más explicativos y más utilizados para investigar estructuras geológicas. El modo más exacto de realizar la descripción del subsuelo, hasta profundidades de 300 m, es mediante el método de sísmica híbrida. La sísmica híbrida es una combinación de la sísmica de reflexión de alta resolución con la técnica de tomografía de onda de inmersión de la sísmica de refracción. Con el análisis de las trayectorias de la onda de refracción paralela a la superficie (*diving wave o curved ray-path tomography*), la sísmica de refracción da un campo de velocidad y gradiente, mientras que con la sísmica de reflexión se transmiten señales acústicas de la superficie al subsuelo. Las señales se reflejan en límites estratigráficos y estructuras tectónicas y vuelven de manera semivertical a la superficie. Una ventaja importante de la sísmica híbrida es, que las distancias entre las estaciones receptoras de ambos métodos son iguales y así la captación de datos solamente se realiza una vez. Además, mediante la combinación de los dos métodos, uno independiente del otro, las limitaciones de un método son compensadas por las ventajas del otro. La mayor precisión de los resultados permite obtener mayor certeza de interpretación.

La Fig. 1 ilustra el método de sísmica híbrida basado en un ejemplo de una exploración hidrogeológica practicada en St. Michel-de-Maurienne (Savoie/Francia), cliente: Ferroviaire Lyon-Turin LTF SAS, Chambéry. El campo de velocidad (1), obtenido por la tomografía de sísmica de refracción se superpone sobre el corte (2) de la sísmica de reflexión. El perfil resultante de la sísmica híbrida (3) representa la base para la interpretación geológica y geotécnica (4). El método de la sísmica híbrida es el más apropiado para determinar el relieve de la subbase rocosa y para el reconocimiento de fenómenos cársticos (espacios, huecos) y zonas fracturadas.



Fig. 1: Lyon-Turin Ferroviaire SAS; St. Michel-de-Maurienne, étude sismique



Publication avec la bienveillante autorisation de LTF Lyon Turin Ferroviaire SAS, Chambéry

La Fig. 2 muestra la situación geológica a lo largo de un túnel proyectado en capas jurásicas. La activación sísmica se realizó con un martillo de 8 kg. Con este tipo de activación sísmica se llega a una profundidad de más de 200 m. Las zonas de perturbación muestran una tectónica de compresión y ponen de manifiesto la existencia de zonas fracturadas en el nivel del túnel proyectado.

Fig. 2: Etude sismique le long du tracé d'un tunnel dans le Jura

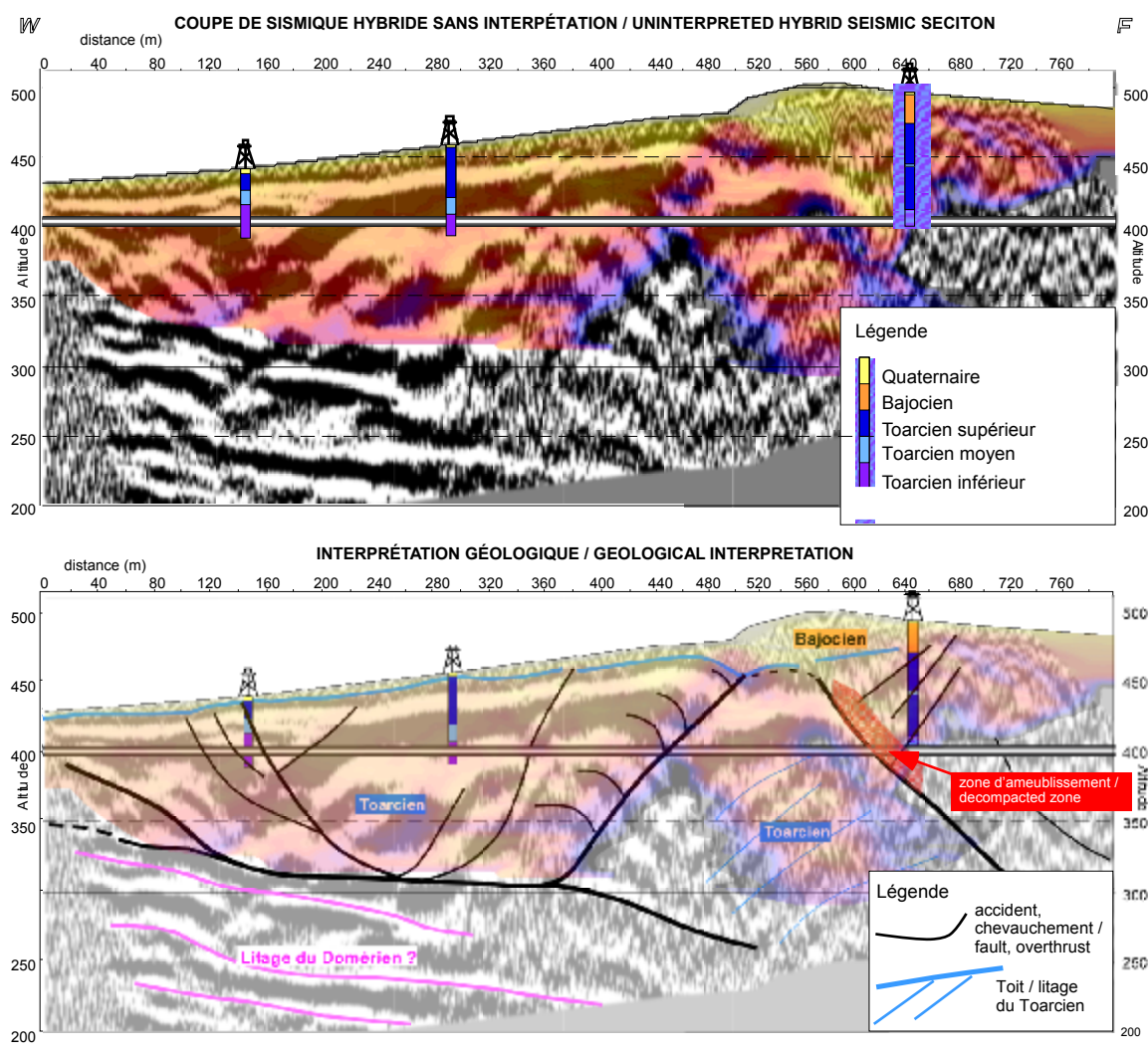
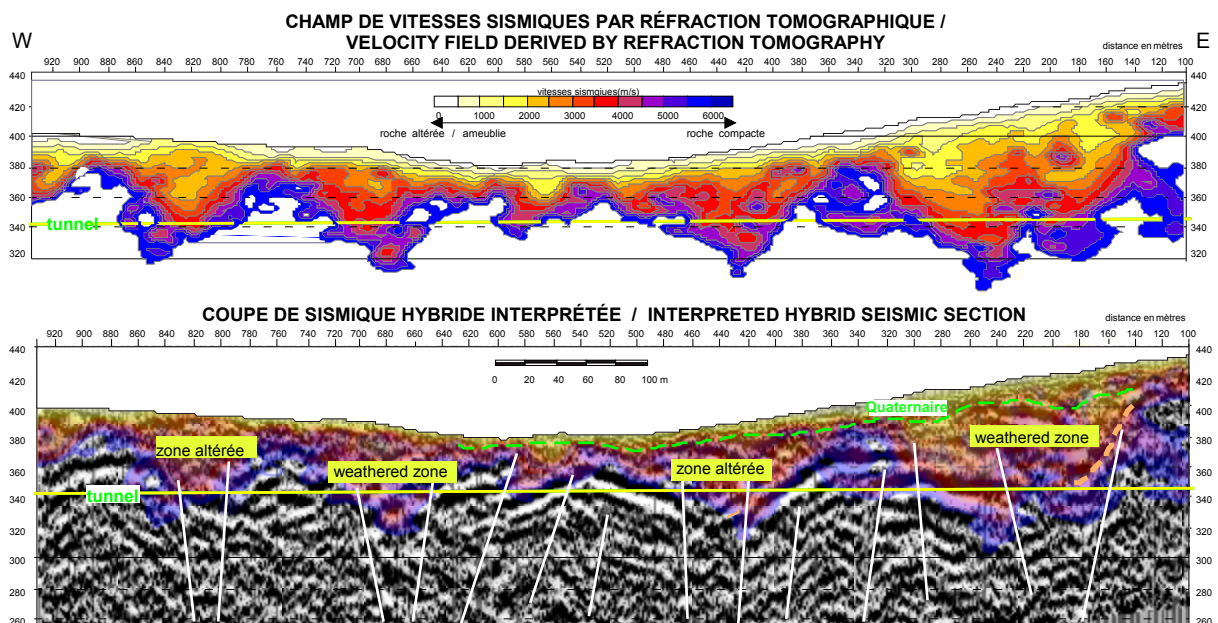


Fig. 3: Etude sismique pour un tunnel de contournement routier à Trento (Italie)



La Fig. 3 representa los resultados de un estudio realizado con sísmica híbrida a lo largo del trazado de un túnel proyectado cerca de Trento (Italia). Es destacable la buena concordancia del corte de la sísmica de reflexión (abajo) con el campo de velocidad obtenido mediante la tomografía de la sísmica de refracción. Los resultados de la sísmica híbrida facilitaron de manera óptima la ubicación de los puntos de sondeo.

Necesidades técnicas del método

La aplicación de sísmica híbrida se caracteriza por una detección espacial muy densa de las ondas sísmicas, que se realiza con distancias cortas entre las estaciones receptoras y entre los puntos de emisión. Estas distancias y la longitud del conjunto de geófonos dependen de la profundidad de la exploración pretendida. Para garantizar una resolución aceptable, la distancia entre las estaciones receptoras no debe sobrepasar los 2 m y la longitud del conjunto de geófonos debe ser tres veces mayor que la profundidad de penetración. Esto significa que el aparato de medición debe de tener como mínimo 180 canales.

Los parámetros de adquisición, utilizados para los tres ejemplos presentados aquí, son los siguientes:

	Fig.1	Fig.2	Fig.3
Distancias de las estaciones receptoras	1.5 m	2.0 m	2.0 m
Distancias de puntos de emisión	3.0 m	4.0 m	4.0 m
Número de canales	192	216	216
Fuente sísmica	BISON EWG III peso de caída	martillo 8 kg	VAKIMPAK peso de caída



El VAKIMPAK es un equipo motorizado idóneo para investigaciones de hasta 600 m de profundidad. Este equipo se compone de un pistón de 50 kg que cae, a través de un cilindro cerrado por la base, desde una altura de 1,6 m. Cuando sube el pistón crea un vacío que acelera adicionalmente la caída. El equipo pesa 750 kg.

La aceleración del pistón de 250 kg del equipo BISON EWG III se realiza mediante cables de caucho, que se tensan cuando sube el pistón. El pistón cae desde una altura de 0.8 m sobre una placa de acero. La profundidad de la penetración llega hasta 1000 m, dependiendo de las condiciones geológicas. El equipo va montado sobre un vehículo todoterreno y pesa 3.5 t.