

Alessia MAGGI & Jean-Jacques LÉVÊQUE, Institut de Physique du Globe de Strasbourg IPGS (CNRS, Université. de Strasbourg I),  
5 rue René Descartes, 67084 Strasbourg Cedex

AUTRES PARTICIPANTS : Jacques BURDIN & Jean-Yves THORÉ, Ecole et Observatoire des sciences de la Terre de Strasbourg),  
Gérard WITTLINGER & Maxime BÈS DE BERG (Institut de Physique du Globe de Strasbourg), Annie SOURIAU  
(Observatoire Midi Pyrénées, Toulouse), Jean-Paul MONTAGNER (Institut de Physique du Globe, Paris)

## RÉSUMÉ

Nos connaissances sur les séismes et sur la structure de la Terre dérivent de l'analyse d'enregistrements du mouvement du sol en un grand nombre de stations sismologiques. La mise en commun de ces enregistrements permet de caractériser les séismes, et de construire des images de l'intérieur de la Terre, dites « images tomographiques ». Pour que ces images soient de bonne qualité, la couverture en stations doit être dense et homogène. Dans l'hémisphère Sud, la prépondérance des océans et la difficulté d'accès aux terres émergées entraînent un défaut marqué de couverture. Dans les années 1990, une dizaine de stations sismologiques existaient en Antarctique, dont une seule, South Pole, à l'intérieur du continent. Le programme « Sismologie à Concordia » vise en premier lieu à établir une seconde station sismologique continentale de qualité « observatoire ». Un second volet, présent dès l'origine et renforcé à l'occasion de l'API, consiste à installer des stations autonomes pour des études plus locales.

## ABSTRACT

Our understanding of earthquakes and the structure of the Earth derives from the analysis of ground motion recordings from a large number of networked seismic stations. Mutual sharing of these records allows us to characterize earthquakes in detail, and also construct images of the interior of the Earth, called « tomographic images ». In order to obtain high quality images, seismic station coverage should be dense and homogeneous. In the Southern hemisphere, the prevalence of oceans and the difficult access to land-masses lead to a deficit in coverage. In the 1990s, there were only ten seismic stations in Antarctica, of which only one, South Pole, in the interior of the continent. The « Seismology at Concordia » program aims primarily to establish a second « observatory-quality » continental station. A second part of the project, present from the start and reinforced for the IPY, is the installation of autonomous stations for more local studies.

## La sismologie à Concordia

Peu après la décision de créer une base scientifique franco-italienne à Dôme C (Concordia), l'Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre (EOST, France) et l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV, Italie) ont proposé d'y construire la deuxième station sismologique d'observatoire à l'intérieur de l'Antarctique. L'Ipev et le PNRA ont soutenu ce projet à travers le programme « Sismologie à Concordia ». La station sismologique a été progressivement construite lors de 6 campagnes d'été, en même temps que la base scientifique. Elle produit des enregistrements continus depuis le début des hivernages à Concordia (2005). Après une période d'expérimentation technique (faire fonctionner un capteur sismologique hautement sensible à -55°C n'est pas anodin), les données enregistrées ont désormais atteint une qualité suffisante pour être utilisées par la communauté internationale. Une des principales retombées scientifiques attendues de ces nouvelles données est une nette amélioration des images tomographiques régionales et globales.

Le programme « Sismologie à Concordia » prévoyait également l'installation d'une antenne de stations sismologiques autonomes et isolées, d'une part pour s'affranchir du bruit anthropique, d'autre part pour augmenter, grâce à l'effet d'antenne, la sensibilité aux ondes sismologiques peu énergétiques, ouvrant ainsi la voie à des études plus fines. A titre d'exemple, l'observation de certaines ondes ayant traversé le noyau interne selon l'axe Nord-Sud

est cruciale pour contraindre la structure fine du noyau, qui est elle-même une information-clé pour la compréhension de la dynamique de la planète. Ce deuxième volet du programme, pour lequel les difficultés liées au froid et à l'indispensable autonomie énergétique sont importants, est apparu techniquement faisable peu avant le début de l'Année Polaire Internationale (2007-2008). Notre participation au consortium international

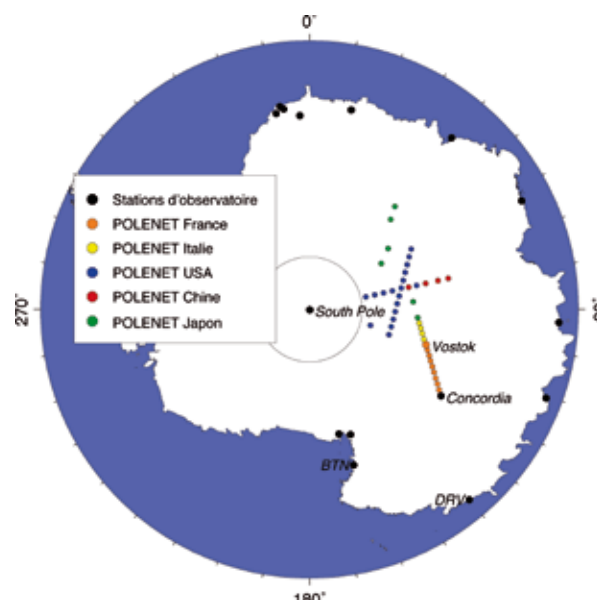


Fig. 1 Carte des stations permanentes et des stations API

API-POLENET a fourni un cadre adéquat au projet de stations autonomes et a permis de le rendre plus ambitieux.

Financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) sous l'acronyme CASE-IPY (Concordia Antarctica Seismology Experiment for the International Polar Year), ce projet prévoit le déploiement de 7 stations autonomes entre Concordia et la base scientifique russe de Vostok, à 560 km de distance, avec une logistique fournie par l'IPEV. Notre profil se raccorde à ceux déployés par les autres partenaires de POLENET (USA, Australie, Japon, etc.) pour former un réseau unique (Fig. 1). Ces déploiements coordonnés permettront de mieux connaître la structure crustale et lithosphérique de l'Est-Antarctique, région qu'on pense être formée de plusieurs blocs distincts. L'étude détaillée de la structure sismique de cette région devrait aider à tracer les frontières de ces blocs, et améliorer notre compréhension du lien entre la structure sismologique et la dynamique des boucliers continentaux.



Fig. 2 Installation d'une station sismologique autonome isolée

## Travaux réalisés durant l'API (2007-2008)

En préparation à l'Année Polaire Internationale, nous avons conçu et réalisé 3 exemplaires prototypes de stations sismologiques autonomes, que nous avons déployés à 5 km de Concordia pendant la campagne d'été 2007/2008 (Fig. 2). Ces stations étant reliées à la base par radio, nous avons pu suivre leur fonctionnement pendant toute l'année 2008.

Le financement par l'ANR du projet CASE-IPY nous a permis d'acheter les équipements nécessaires pour les 7 stations autonomes et de participer au financement de la logistique Ipev pour leur déploiement. La conception de la seconde génération de stations autonomes, qui seront déployées entre Concordia et Vostok, intègre l'expérience acquise pendant l'hivernage 2008. Lors de la campagne d'été 2008/2009, nous avons testé une partie du nouveau matériel sur le terrain et nous avons récupéré la totalité des

données des stations prototypes. Nous avons ensuite remis à niveau et réinstallé ces stations pour l'hiver 2009.

## Résultats et perspectives

Du point de vue technique, les stations autonomes ont bien fonctionné pendant leur premier hivernage. Nous avons enregistré de nombreux séismes distants (Fig. 3). Les trois stations sont alimentées par une dizaine de batteries au plomb pur, capables de fonctionner à très basse température, rechargées par des panneaux solaires. Pendant la nuit polaire, la non-recharge des batteries a conduit à l'arrêt des stations, comme prévu. Au retour du soleil, les stations ont redémarré comme on l'espérait, n'ayant apparemment pas souffert du froid vif de l'hiver polaire.

Les premiers résultats scientifiques de l'exploitation des données de CCD, de nos stations autonomes et d'autres stations en Antarctique, montrent que l'épaisse couche de glace entraîne une particularité dans les signaux enregistrés qui n'existe pas dans les stations installées sur la roche dure, comme Dumont d'Urville. Nous développons les outils qui nous permettront de séparer l'effet de la glace de celui des roches sous-jacentes. Inversement, nous exploitons ces signaux inhabituels pour contraindre certaines des propriétés physiques de la glace, notamment à son contact avec le socle rocheux.

La collecte de ces données rares, renforcée à l'occasion de l'Année Polaire Internationale, mènera certainement dans les années à venir aux retombées scientifiques attendues. Du fait de leur rareté, elles seront également utilisées intensivement par la communauté internationale dans des études variées, avec peut-être des résultats plus inattendus.

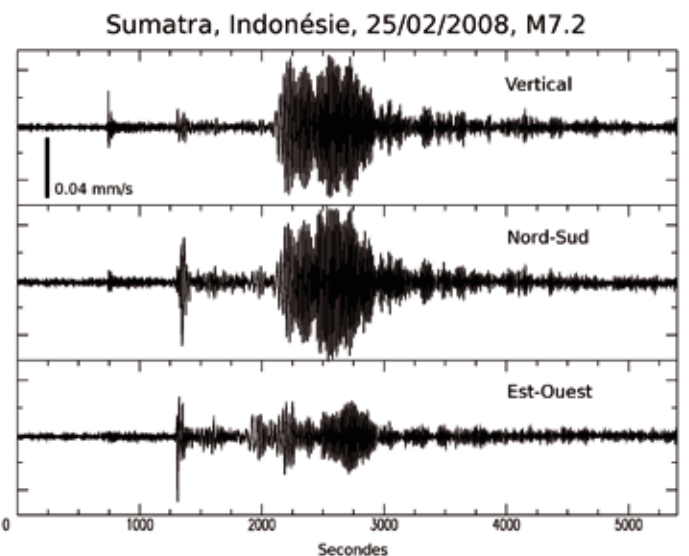


Fig. 3 Enregistrements du séisme du 25/02/2008 (Sumatra, magnitude 7.2)

## Remerciements

L'Ipev et le PNRA, par leur soutien dans la durée au programme 906, ont permis la réalisation de la station sismologique d'observatoire CCD. La contribution de l'ANR « Blanche » a été déterminante pour le projet API « CASE-IPY ».

