

Le traitement sismique sur la grille et sa communauté d'utilisateurs EGEODE

Matthias Delescluse(1), Marc Schaming(2), Laure Schenini(3), Jean-Bernard Favreau (4), Pierpaolo Dubernet (5)

(1) delescluse@geologie.ens.fr, laboratoire de Géologie, Ecole Normale Supérieure, Paris

(2) Marc.Schaming@unistra.fr, Institut de Physique du Globe de Strasbourg, UMR7516, Université de Strasbourg/EOST, CNRS, Strasbourg

(3) Laure.Schenini@geoazur.obs-vlfr.fr, GeoAzur, Villefranche-sur-Mer

(4) jean-bernard.favreau@cggveritas.com, CGGVeritas, Massy

(5) dubernet@geologie.ens.fr, laboratoire de Géologie, Ecole Normale Supérieure, Paris

Overview:

Multichannel seismic data processing is a core research activity by itself and can involve large amount of data and significant computing infrastructures. However, for many in the academic geoscience community, seismic processing is not the main research activity, but rather an important tool to image structures for integrated geophysical or geological studies. As such, researchers have limited time and capacity to deal with complex software installations and maintenance. State of the art processing softwares from the industry are also in constant evolution and scattered marine-geoscientists can find it hard to keep up with new methodologies or softwares. In 2007, CGGVeritas adapted its Geocluster(c) software to the EGEE grid and involved academic labs via the EGEODE (Expanding GEOsciences on DEMand)) VO. Today, User Interfaces (UI) are installed in several universities or research labs and allow researchers to work on a common, centralized platform. Although not officially involved anymore, CGGVeritas maintains the core of this system intact and a grid users community progressively grows. More than a technical solution to intensive computing needs, the "Geocluster on the grid" infrastructure and community is an answer to the episodic processing needs of marine geophysicists and geologists who cannot invest much in this important tool but cannot afford to loose this knowledge either.

Enjeux scientifiques, besoin de la grille :

L'acquisition de données de sismique marine multitrace consiste en l'utilisation d'une source sonore (par exemple canons à air) et à l'enregistrement des ondes acoustiques réfléchies dans les couches géologiques sous-jacentes par une flûte de récepteurs tractée par un navire. La multitude de récepteurs (typiquement 360) crée une redondance d'information utile notamment pour l'amélioration du rapport signal sur bruit par sommation (stack). Un même point du sous-sol peut être imagé par plusieurs couples source-récepteur. Lorsque la flûte est longue, l'analyse des temps d'arrivées en fonction de l'angle d'incidence permet également d'avoir une estimation de la vitesse des ondes dans le milieu et donc de mieux définir la géométrie de la structure profonde.

Une autre étape est la "migration", qui consiste à concentrer l'énergie diffractée au point diffractant et à repositionner latéralement – voire en profondeur – les horizons pentés. Cette étape peut s'effectuer après ou avant sommation (post- ou pre-stack). Dans ce dernier cas, le calcul est plus intensif que dans le cas post-stack car il s'effectue sur la totalité du volume de données (pour une flûte 360 traces : ~50Go pour 100km de données brutes, et ~1Go/100km après sommation). La plupart des laboratoires possédaient encore en 2007 des chaines de traitement post-stack. Le passage au traitement pre-stack, supérieur en terme d'image finale, nécessitait une mise à jour logicielle mais surtout matérielle, avec l'achat au minimum de stations de travail puissantes ou de clusters.

La proposition de la compagnie CGGVeritas de mettre son logiciel de traitement sismique Geocluster à la disposition de la communauté scientifique sur la grille EGEE au travers de la VO [EGEODE](#) (Expanding GEOsciences on DEMand) présentait alors plusieurs avantages évidents: (1) la mise à disposition de ressources partagées, dont un cluster CGGVeritas à Massy; (2) l'aide à l'installation et le support de l'équipe CGGVeritas qui travaille alors sur le projet, et enfin (3) la continuité d'utilisation de logiciels CGGVeritas à travers les accords de licence avec le CNRS. Il faut noter, de plus, que les navires de la flotte océanographique française, avec lesquels est acquise la grande majorité des données en France, ont une chaîne de traitement Geovecteur/Geocluster à bord, ce qui accroît d'autant plus l'attractivité de la solution proposée par CGGVeritas.

Développements, déploiement sur la grille :

La communauté EGEODE regroupe 23 personnes de huit laboratoires : l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg, l'UMR isTeP (Paris 6), l'ENS Paris, l'UMR Domaines Océaniques (Brest), l'UMR GeoAzur (Villefranche-sur-Mer), l'Université des Antilles et de la Guyane, l'Institut de Physique du Globe de Paris, l'Ifremer (Brest).

La majorité de ses membres ont installé dans leurs laboratoires une interface utilisateur (UI) qui permet d'exécuter l'écosystème des logiciels Geocluster (traitement, gestion des données, affichage). L'authentification des utilisateurs et l'accès au logiciel Geocluster (génération de l'exécutable au travers de la grille) se fait grâce à un certificat CNRS GRID2-FR. Une UI est aussi installée dans les locaux CGGVeritas à Massy.

La plupart des UI sont également accessibles à distance à travers un client NX.

La mise en place de la VO EGEODE a eu pour effet de redynamiser la communauté qui s'est organisée pour mettre en place des formations, une liste d'échanges (mailing list) ; les éléments sont également présents pour un travail collaboratif.

Outils, difficultés rencontrées :

Le traitement sismique peut être soit lancé en local sur l'UI, soit demandé sur la grille. Dans le premier cas, l'expérience sera similaire à l'utilisation d'une version "stand-alone" de Geocluster, mais avec l'avantage d'une installation plus aisée et d'une maintenance centralisée des patches et nouveautés. Dans le second cas, les données sont envoyées sur la grille et le calcul s'effectue sur des ressources partagées. Les calculs tels que la migration pre-stack en temps (module TIKIM) sont particulièrement adaptés à une distribution sur plusieurs nœuds de calculs. Une exécution locale sera donc limitée à la puissance de la machine UI, alors qu'une exécution sur la grille permet de passer outre cette limite.

Le principal problème rencontré dans le cas de la grille est cependant l'envoi d'une quantité de données importante à travers le goulet d'étranglement qu'est l'internet. Il faut cependant noter que l'envoi des données n'a pas à être effectué à chaque exécution et que les données retournées à l'utilisateur sont d'un volume beaucoup plus réduit que les données sources.

Du point de vue technique, le middleware nécessaire à une UI est assez obscur pour les non-initiés et les variantes en fonction des distributions et noyaux linux ne sont pas bien maîtrisées. Des machines virtuelles toutes installées semblent être le remède pour simplifier à l'extrême les installations (voir perspectives).

Un point important à mentionner également est que depuis que CGGVeritas ne participe plus à l'initiative EGEE et n'a pas souhaité participer au GIS France Grilles, nous ne bénéficions plus comme avant de l'aide précieuse apportée par l'ex équipe grille de CGGVeritas pour résoudre nos problèmes liés au middleware ainsi qu'au logiciel

Geocluster. Cette situation est un véritable frein à l'utilisation de Geocluster sur la grille.

Résultats scientifiques :

L'utilisation de Geocluster sur la grille (en y incluant les utilisations UI locales) a profité à plusieurs études dont au moins une thèse, trois articles.

- Dans l'océan indien central, Geocluster a permis le retraitement des lignes de la campagne Phèdre (1991). Cette acquisition sismique basse fréquence a pour particularité d'imager le Moho océanique et des failles inverses le recoupant (Figure 1, Delescluse & Chamot-Rooke, 2008; Delescluse et al. 2008). La difficulté de ce type d'image réside dans le fait que plusieurs réflecteurs, dont un de pente non négligeable, se croisent. C'est un contexte idéal favorable à la migration prestack, qui a été effectuée avec succès sur la grille (Delescluse, 2008) en un temps beaucoup plus court qu'une migration post-stack sur l'ancien système Geovecteur 6100 (SUN Sparc).

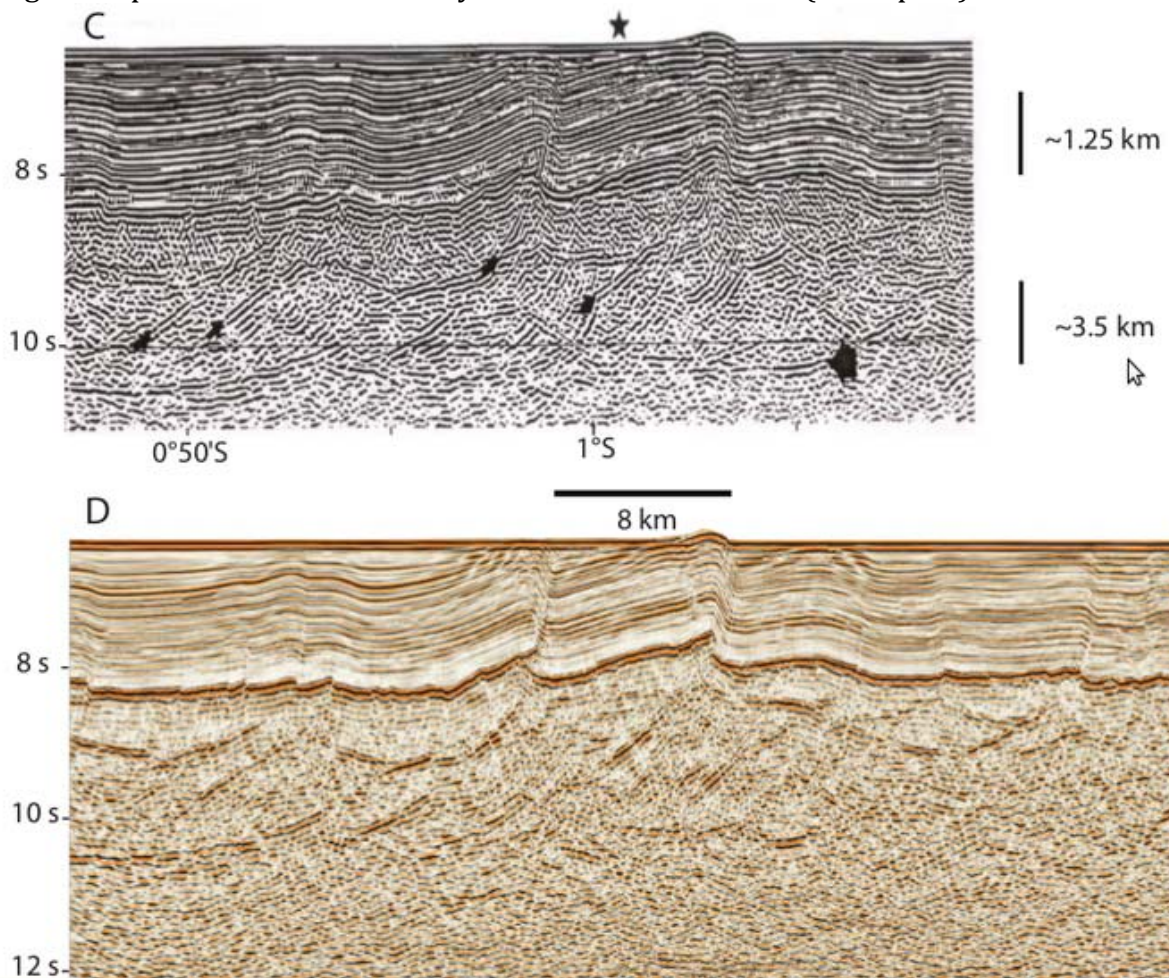


Figure 1 : Traitement post-stack Geovecteur 6100 (haut). Traitement pre-stack Geocluster (TIKIM) sur la grille. Les flèches noires indiquent les failles inverses recoupant la croûte océanique, la flèche plus épaisse indique le Moho.

- A l'UMR GeoAzur, un étudiant en thèse réalise actuellement un travail sur l'approche 3D par imagerie sismique de la structure du chenal de subduction et de ses relations avec la zone sismogène en Equateur, en travaillant avec la version grille de Geocluster.

Perspectives :

L'arrêt du projet grille par CGGVeritas ne remet pas en cause la volonté des laboratoires participants de continuer dans la voie tracée. Nous tenons à souligner l'implication remarquable des ingénieurs CGGVeritas qui nous apportent toujours aujourd'hui une aide indispensable et très appréciée. Cette aide devrait être renforcée. L'implication fluctuante des universitaires, au gré des départs de personnels temporaires notamment, rend d'autant plus indispensable la coopération des différentes parties. Cette coopération prend la forme de vidéo-conferences, de formations communes et d'inscriptions à une mailing-list. La mise à disposition de machines virtuelles (32 bits, 64 bits, SL4, SL5) est également une voie à explorer afin de faciliter au maximum l'installation d'UI sur tout type de machine.

Une réflexion est à mener sur les moyens informatiques que nous pouvons mettre à disposition pour la grille, afin d'avoir une plateforme de traitement pre-stack stable et pérenne pour tous les utilisateurs, avec possibilité d'apport physique des données, ceci afin d'éviter le goulet d'étranglement internet (Récupération du cluster CGGVeritas par exemple).

Références :

Delescluse, M., 2008. Déformation intraplaque de la lithosphère océanique indo-australienne: cinématique, réactivation et serpentinitisation. Thèse, Université Paris XI, 250 pages.

Delescluse M. & N. Chamot-Rooke, 2008. Serpentinization pulse in the actively deforming Central Indian Basin, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 276, 140-151.

doi:[10.1016/j.epsl.2008.09.017](https://doi.org/10.1016/j.epsl.2008.09.017).

Delescluse, M., L.G.J. Montési & N. Chamot-Rooke, 2008. Fault reactivation and selective abandonment in the oceanic lithosphere, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L16312,

doi:[10.1029/2008GL035066](https://doi.org/10.1029/2008GL035066).

Autin, J., Leroy, S., Beslier, M.O., d'Acremont, E., Razin, P., Ribodetti, A., Bellahsen, N., Robin, C. and Al-Toubi, K., 2010. Continental breakup history of a deep-magma poor margin from seismic reflection data (northeastern Gulf of Aden margin, offshore Oman): *Geoph. J. Inter.*, 180, 2, 501-519, doi :[10.1111/j.1365-246X.2009.04424.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2009.04424.x).

Autres travaux en Sciences de la Terre :

Schamper, C., F. Rejiba, A. Tabbagh, and S. Spitz (2011), Theoretical analysis of long offset time-lapse frequency domain controlled source electromagnetic signals using the method of moments: Application to the monitoring of a land oil reservoir, *J. Geophys. Res.*, 116, B03101, doi:[10.1029/2009JB007114](https://doi.org/10.1029/2009JB007114).

C. Basuyau, C. Tiberi. Imaging lithospheric interfaces and 3D structures using receiver functions, gravity, and tomography in a common inversion scheme, *Computers & Geosciences*, In Press, Corrected Proof, Available online 14 January 2011, ISSN 0098-3004, DOI: [10.1016/j.cageo.2010.11.017](https://doi.org/10.1016/j.cageo.2010.11.017).

Y. Font, M. Segovia, S. Vaca, and T. Theunissen. 3D geo-realistic velocity model and MAXI technique to improve earthquake location in subduction zone (Ecuador), soumis.