

# DEVELOPPEMENT et DEPLOIEMENT D'UNE APPLICATION « DESKTOP » et MOBILE SUR UNE MINI-GRILLE DE CALCUL à L'UNIVERSITE DE KINSHASA (RDC) POUR LE TRAITEMENT DE DONNEES GPS

P. Ntumba (1), V. Lotoy (1), S.J. Djungu (1), R. Fleury (2), M. Petitdidier (3), A. Gemünd (4), H. Schwichtenberg (4)

(1) Université de Kinshasa, département de Mathématiques & Informatique (RDC), (2) Institut Mines-Télécom/Telecom Bretagne, France (3) IPSL/LATMOS, Guyancourt, France, (4) SCAI, Fraunhofer, Sankt Augustin, Germany

En Afrique de l'Ouest de grands programmes comme AMMA (Analyse Multi-disciplinaire de la Mousson Africaine) et IHY (International Heliophysical Year) suivi par ISWI (International Space Weather Initiative) ont renforcé les équipes existantes et ont développé de nouvelles compétences et équipes avec l'organisation d'écoles thématiques sur place, le déploiement d'instruments temporairement ou de façon permanente (GPS), des conférences, le co-encadrement de thèses (France-Afrique ou Afrique-Afrique), des collaborations inter-Africaines et Internationales.

→ **Nécessité** de réseaux Internet robustes, en particulier Réseaux Nationaux d'Éducation et de Recherche (RNER), de capacité de calcul et de stockage pour participer aux communautés internationales

**Initiatives** pour améliorer la situation: Réseaux RNER: WACREN, UBUNTUNET, eGYAfrica (electronic geophysical year in Africa)

Calcul: HP-UNESCO, CHAINreds (portail HPC, Grille, »Cloud «), ressources nationales, venant aussi de projets et de diverses organisations

## DONNEES GPS EN JEUX SCIENTIFIQUES

Les signaux GPS détectés au sol sont perturbés par la traversée de l'atmosphère; de ces perturbations on peut extraire les informations suivantes:

- Ionosphère (90-500km) : étude du contenu total en électron (TEC), scintillations.
- Troposphère: Contenu en humidité (Bock et al., J. Geophys. Res., 113, D21105, doi:10.1029/2008JD010327.)

Pour l'ionosphère tropicale et équatoriale:

le TEC est important du à la présence, essentiellement de jour, de l'électrojet équatorial, nappe de courant à environ 100km d'altitude. Ces perturbations gênent les télécommunications, l'aviation, les mesures magnétiques donc important de les étudier et les fournir en temps réel

Des réseaux de récepteurs permanents GNSS (Global Navigation Satellite System) pour des études scientifiques en géophysique ont été installés à travers le monde et de grandes bases de données, quotidiennement mises à jour, sont maintenant constituées, comme IGS (International GPS Service) ou EUREF (European terrestrial reference). Des récepteurs permanents ont été déployés en Afrique de l'Ouest dans le cadre d'AMMA, d'IHY et de projets nationaux. En particulier 2 récepteurs ont été installés en RDC.

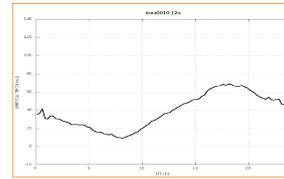


Fig. 1: Variation diurne du TEC à Brazilia (Brazil) Utilisé pour validation

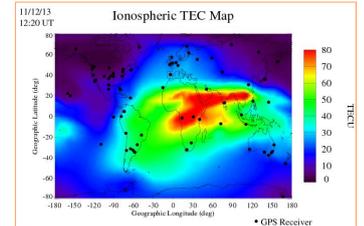


Fig.2 Global maps of ionospheric total electron content (TEC) produced in real-time (RT) by mapping GPS observables collected from ground stations. NASA JPL

## TRAITEMENT des DONNEES GPS

Dans ce travail nous nous sommes intéressés aux perturbations ionosphériques du signal GPS reçu au sol. L'exploitation de ces signaux fournit entre autre le contenu total en électron (TEC). Ces données permettent ainsi d'étudier les variations saisonnières et inter-annuelles du TEC pour une ou plusieurs stations, et aussi d'en faire des cartes (latitude x longitude) régionales à partir des stations situées dans la zone. Les valeurs du TEC peut être aussi assimiler dans des modèles. Ces études relèvent du calcul intensif.

R. Fleury a développé un logiciel, basé sur les travaux du Jet Propulsion Laboratory (USA) [2], en langage Matlab[1]. Ce logiciel a été fourni à de nombreuses équipes Africaines après une formation à l'Institut Telecom Bretagne et fonctionne sur un seul PC et sans interface utilisateur.



Schéma de principe du traitement

- (1): comprendre le logiciel et convertir le code en Octave sous Linux pour s'affranchir de licence commerciale;
- (2): déploiement d'une grille de calcul pour répondre aux besoins de collection de jobs à traiter;
- (3): rendre l'utilisation du logiciel conviviale en développant une interface utilisateur
- (4): tests & résultats

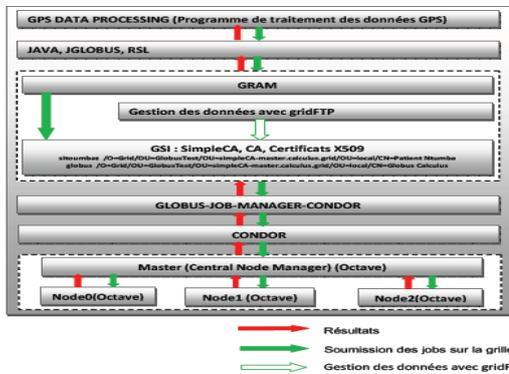
## DEPLOIEMENT D'UNE MINI-GRILLE

**Pourquoi une grille?** Une grille de calcul accepte des ressources hétérogènes, peut en intégrer de nouvelles et assure un accès sécurisé et transparent pour l'utilisateur. De plus elle permet aussi la gestion de collection de jobs.

Une mini-grille: pour le prototype 4 à 5 PCs suffisent pour tester la faisabilité et l'intérêt du projet.

Nom	CPU	Os CPU	Vitesse (Ghz)	RAM (Mo)	HDD (Go)	SE
Master	Intel Core Duo	2	1.40	4096	120	11.10
Node0	Intel Pentium 4	1	1	512	40	10.10
Node1	Intel Pentium 4	1	1	512	40	10.10
Node2	Intel Pentium 4	1	1	512	40	10.10

Caractéristiques des PCs de la mini-grille



Architecture de la grille de calcul

L'intergiciel, Globus Toolkit5, et le système de gestion des ressources locales, Condor v8.3 ont été couplés. Octave présent sur tous les nœuds.

**Serveur maître:** Gram5 (Grid resource Allocation manager); Gridftp: pour transfert sécurisé de données; GSI (Lobus Security Infrastructure); contrôle d'accès & Simple CA: autorité de certification; Condor (Collector: information; Startd, Schedd: gestion file d'attente

**Nœuds de travail:** Condor Master: coordination des services associés au nœud; Condor Startd: exécution du job

[1] Fleury R., Modélisation du TEC vertical à partir des fichiers rinex journaliers en utilisant les cartes GIM, communication privée, 2007.

[2] Komjathy A., L. Sparks, B.D. Wilson, A.J. Mannucci, Automated daily processing of more than 1000 ground-based GPS receivers for studying intense ionospheric storms, radio science, 40, n°0006, 2005, doi:10.1029/2005RS003279

[3] P. Ntumba, Traitement intensif des données GPS sur une grille de calcul destinée aux études ionosphériques. Licence en Sciences, option génie Informatique. Faculté des Sciences, département de Mathématiques et d'informatique. Université de Kinshasa, RDC, 2012.

[4] V. Lotoy, Développement d'un client léger mobile Android pour une grille mobile de traitement de données GPS. Licence en Sciences, option génie Informatique. Faculté des Sciences, département de Mathématiques et d'informatique. Université de Kinshasa, RDC, 2012.

[5] Foster I., and C. Kesselman (Eds.), The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure, 1998, 677 pp., Morgan Kaufmann, San Francisco, Calif.

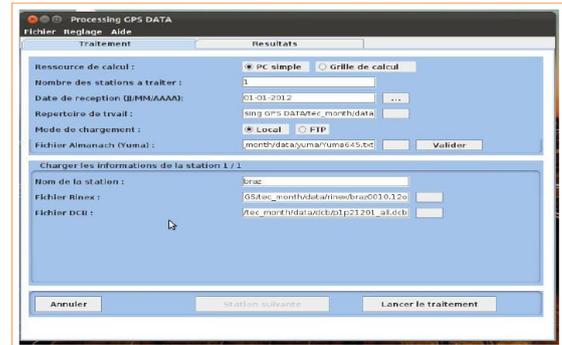
## INTERFACE UTILISATEUR

Rendre conviviale l'utilisation du logiciel du traitement de données GPS

Le rôle de l'interface consiste:

- Créer un fichier de gestion du logiciel, nombre, nom de stations, ;
- Vérifier dans l'espace de travail les fichiers nécessaires, sinon les télécharger
- Soumettre les jobs soit sur un PC soit sur la grille développée
- Extraction des résultats

## Interface Graphique sur Desktop



Interface graphique utilisateur développée en Java

## INTERFACE MOBILE Android

La tendance actuelle favorise la migration des technologies développées sur des ordinateurs vers les appareils mobiles. L'idée a été de développer une interface utilisateur graphique sur mobile Android qui remplit les mêmes fonctions que l'interface Desktop. Cette interface a été développée en langage de programmation Android et testée.



Cette interface remplit les mêmes fonctions que l'interface DESKTOP. Elle indique le nombre de station à traiter (premier onglet) avec la date de réception des fichiers (cf. deuxième onglet) et le nom de la station à traiter ainsi que les différents fichiers à soumettre à la grille pour un traitement (deuxième onglet).

## RESULTATS et PERSPECTIVES

### RESULTATS:

- Des tests effectués pour valider le bon fonctionnement de l'ensemble - Interface-Grille
- Validation des résultats effectuée par R. Fleury par comparaison avec le logiciel original
- Cette mini grille de calcul l'intérêt:
  - avec un accès sécurisé par interface soit graphique soit mobile Android;
  - De traiter des collections de jobs;
  - Éviter la duplication d'efforts;
  - de mutualiser ne serait-ce que quelques ressources de calcul, au lieu de les utiliser séparément.

### PERSPECTIVES:

- Mettre la grille en production et augmenter le nombre de nœuds de calcul.
- Prendre en compte le stockage et partage des données. En effet plusieurs utilisateurs peuvent avoir besoin de données GPS déjà exploitées et des fichiers annexes pour différentes applications.
- La grille peut être utilisée pour différentes applications;
- Rendre la grille accessible à des partenaires extérieurs à partir d'Internet et la connecter avec d'autres grilles régionales ou internationales.