

Développer l'Afrique, grâce au recensement des stations GNSS permanentes

■ Derrick KOOME – Clement OGAJA – Eldar RUBINOV – Version française Bernard FLACELIÈRE

Cet article présente un projet de carte des stations GNSS permanentes (CORS: Continuously Operating Reference Stations) en Afrique, une carte en ligne sur Internet contenant des informations sur les stations permanentes GNSS situées sur le continent africain. Le projet vise à compiler et à maintenir une base de données complète de toutes les installations GNSS permanentes en Afrique dans le but de connecter les fournisseurs de services aux utilisateurs finaux de la technologie. Ce document décrit l'état actuel du projet et les projets futurs.

MOTS-CLÉS

GNSS, CORS, Corsmap, Web, AFREF, IGS, RCMRD

Introduction

Une station GNSS permanente est une station GNSS qui observe en continu. Ces stations sont généralement regroupées en réseaux qui peuvent être locaux en couvrant un petit territoire, comme une municipalité ou un département d'un pays, aux réseaux régionaux, nationaux et mondiaux. Ces réseaux constituent des infrastructures géodésiques permettant de réaliser et d'accéder à des systèmes de références terrestres (ITRF, AFREF, national...) tout en surveillant les mouvements tectoniques. Ces réseaux permanents diffusent en temps réel ou différé les observations ou des corrections différentielles, soit gratuitement soit à titre payant. Une station permanente peut appartenir à plusieurs réseaux.

Dans la plupart des régions du monde, les stations permanentes GNSS s'appuient sur une technologie mûre et bien établie qui existe depuis plus de deux décennies. La plupart des pays ont mis en place leurs propres réseaux permanents. Dans certains pays comme les États-Unis ou l'Europe, il existe des réseaux permanents constitués de plusieurs centaines de

stations au service de professionnels de tous types : géomètres, agriculteurs, géographes, chercheurs, etc.

En Afrique, l'histoire est différente. Il existe un grand nombre de stations GNSS permanentes, mais très peu d'informations à leur sujet, ce qui rend la vie difficile pour un nombre croissant d'utilisateurs qui pourraient tirer parti de l'utilisation de cette technologie. Les utilisateurs sont des chercheurs, des scientifiques ou de grandes sociétés multinationales de topographie effectuant des levés terrestres, hydrographiques et aériens, mais aussi des géomètres topographes locaux qui peuvent recevoir des corrections RTK d'une station de référence locale.

Il nous était très difficile de localiser les différents sites GNSS permanents en Afrique et nous ne disposons que de très peu de métadonnées les concernant, jusqu'à ce que trois professionnels des techniques géospaciales constatent ce

manque et décident de remédier à cette situation. Clement Ogaja (États-Unis), Eldar Rubinov (Australie) et Derrick Koome (Kenya) ont fondé Corsmap, une initiative visant à inventorier tous les sites GNSS permanents en Afrique et à enrichir leurs métadonnées. Cela a abouti à une carte Web simplement appelée Corsmap et qui peut être consultée sur www.corsmap.com. La *figure 1* montre la capture d'écran de la carte Web Corsmap. Les stations sont actuellement codées par couleur selon quatre catégories – celles qui transmettent en continu des données en temps réel, celles qui collectent uniquement des données statiques (par exemple pour des applications géophysiques), celles qui contribuent à l'infrastructure géodésique de référence africain (AFREF) et celles faisant partie du réseau IGS. Bien sûr, comme certaines stations remplissent plus d'un de ces critères, un système d'information plus complet sera nécessaire à l'avenir.



Figure 1.
L'état actuel
de Corsmap au
21 janvier 2019.



Voici quelques fonctionnalités de Corsmap :

- il y a plusieurs façons de découvrir rapidement les informations sur les stations, telles que la recherche par mots-clés,
- les moyens sont simples et faciles pour ajouter ou modifier des informations par les utilisateurs sur une station,
- une fois qu'une station a été identifiée, on peut s'assurer de l'affichage des métadonnées,
- on accède à une page d'introduction d'une station particulière donnant des détails sur cette station de base,
- on peut zoomer sur une station jusqu'au niveau de la rue,
- un forum est accessible à la communauté, permettant aux utilisateurs d'enregistrer et d'ajouter des informations sur les stations.

Le référentiel géodésique africain, African Geodetic Reference Frame (AFREF)

Il est intéressant de noter qu'il existe déjà une initiative visant à encourager et à faire pression sur les États africains pour qu'ils installent ces stations sous les auspices de l'AFREF. AFREF est un

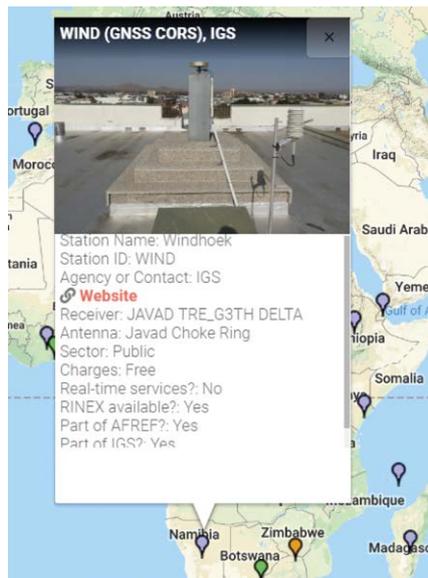


Figure 3. Un exemple de menu contextuel d'une station permanente GNSS sélectionnée.

projet visant à unifier les nombreux référentiels géodésiques africains en utilisant entre autres les observations des stations GNSS permanentes pour un référentiel géodésique unifié. Il incite les États africains à le faire par le biais des agences nationales de cartographie. Leurs progrès sont mis à jour par une autre organisation basée à Nairobi, la *Regional Center for Mapping of*



Figure 4. Chaque station RGP possède sa propre page comprenant toutes les métadonnées.

Resources for Development (RCMRD) ou Centre régional de cartographie des ressources pour le développement. Leur dernière mise à jour date de juin 2016. La *figure 2* montre la carte AFREF.

Les données de ces stations sont disponibles sur le site Web de l'AFREF, mais quelquefois peu d'informations sont disponibles concernant les stations elles-mêmes. C'est là que le projet Corsmap peut aider des organisations telles que RCMRD à effectuer le suivi des stations AFREF par la synthèse des informations.

À titre d'exemple, les *figures 3 et 4* illustrent la station IGS Windhoek en Namibie, qui fait également partie d'AFREF. La *figure 3* montre le menu contextuel qui apparaît lorsqu'on clique sur la station, et la *figure 4* montre la page actuelle de cette station, y compris une photo à grande échelle, ainsi que toutes les informations utiles sur la station, par exemple le gestionnaire, le contact, les modèles de récepteur et d'antenne. Ces informations peuvent bien sûr être accessibles sur le site IGS.

Progrès en cours

Au moment de la rédaction de cet article (janvier 2019), 253 stations de 27 pays étaient incluses dans la Corsmap. La collecte d'informations s'avère être un processus laborieux

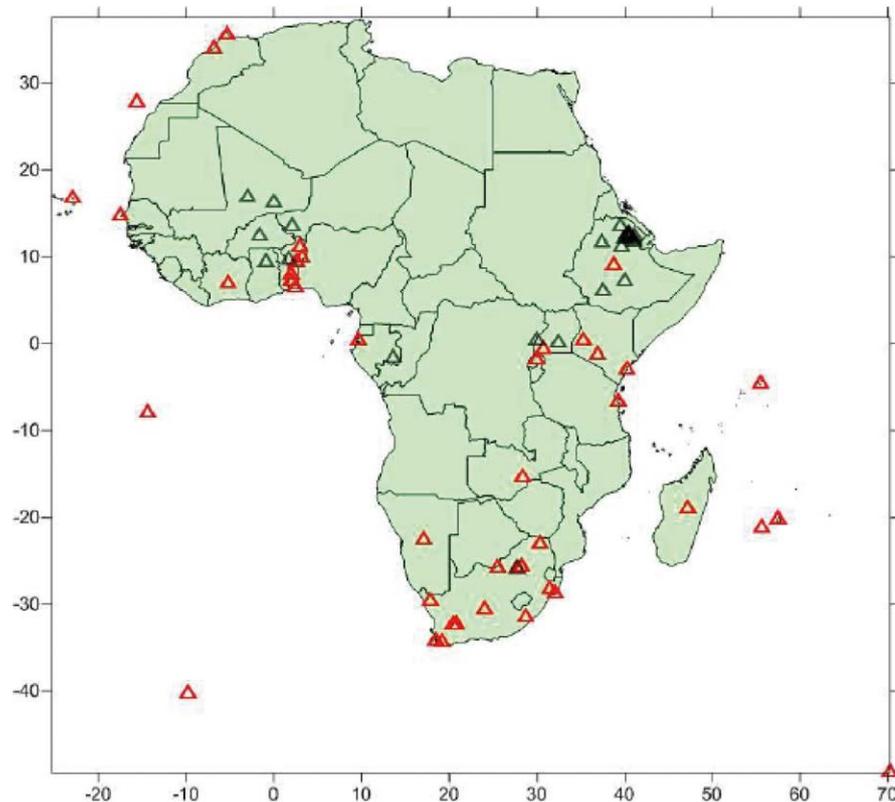


Figure 2. Carte des stations AFREF. © <http://www.afrefdata.org>.



Figure 5. La page Web Trimble Pivot du réseau permanent au Burkina Faso.

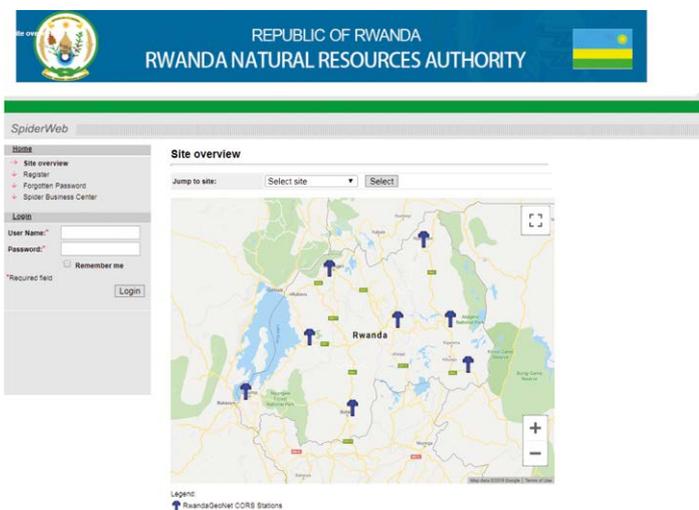


Figure 6. La page Leica Spiderweb du RNRA par réseau permanent au Rwanda.

Afrique) qui a été publié sur LinkedIn¹. Clement et Eldar ont lu l'article et ont contacté Derrick au sujet du contenu de son article. Ensemble, ils ont échangé des idées sur Skype et ont mis au point l'idée originale de Corsmap. Depuis lors, d'autres articles sur LinkedIn ont été publiés dans ce but.

En janvier 2019, le site Web Corsmap comptait 61 utilisateurs enregistrés, et 19 comptes utilisateurs supplémentaires ont été créés par l'équipe Corsmap pour les stations ajoutées à partir de sources publiques.

Les pays pour lesquels le contact a été établi et les informations vérifiées sont l'Afrique du Sud, le Mozambique, le Zimbabwe, l'Ouganda et le Ghana. Les pays pour lesquels des informations ont été recueillies auprès de sources publiques sont le Botswana, l'Angola, le Rwanda, le Nigeria, le Burkina Faso et le Bénin. Enfin, parmi les pays dotés de réseaux GNSS, mais qui doivent encore figurer sur la carte, figurent entre autres la Namibie, l'Éthiopie, la Côte d'Ivoire, le Maroc, la Tunisie, l'Algérie et l'Égypte. Bien que de nombreux pays soient toujours absents, Corsmap est en train de mettre en place une base de données centralisée couvrant toutes les installations GNSS en Afrique ainsi que les métadonnées, avec l'aide de nombreux professionnels du domaine géospatial dans toute l'Afrique. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un produit fini, le site Web Corsmap génère un trafic d'environ mille visiteurs par mois, 60 % d'entre eux ayant des sessions actives. Les figures 7 et 8 montrent respectivement le nombre de pages visitées et le nombre d'utilisateurs du site depuis sa mise en ligne.

Il convient de noter que Corsmap ne fournit ni coordonnées, ni accès aux données des stations, mais fournit plutôt un lien vers le fournisseur des données de la station, afin que ces informations ne puissent être obtenues que par le gestionnaire de la station. De cette manière, il n'y a pas violation de droit d'auteur et les gestionnaires des stations possèdent toujours le contrôle. Corsmap est simplement une liaison entre les fournisseurs et les utilisateurs de stations GNSS permanentes.

¹ <https://www.linkedin.com/pulse/cors-network-conversation-continent-africa-derrick-koome/>

et lent, elle est complétée en utilisant diverses méthodes. L'approche privilégiée consiste à contacter le dépositaire du réseau et à lui demander de fournir les informations relatives à Corsmap. Cela peut se faire de deux manières : les utilisateurs peuvent soit remplir un questionnaire et le renvoyer à l'équipe Corsmap, soit s'inscrire sur le site Web et saisir toutes les données eux-mêmes. Cette dernière méthode est préférable et sera à l'avenir la seule méthode. Elle présente de nombreux avantages, le principal étant que ce soit le dépositaire qui gère les données sur son réseau. Si davantage de stations sont ajoutées ou que certaines stations tombent en panne, il incombera au dépositaire de maintenir les informations à jour.

Le deuxième moyen est le *crowdsourcing*, c'est-à-dire la collecte de données à partir de sources publiques. Cette approche n'est pas privilégiée, car la plupart du temps, les informations ne sont pas complètes et rien ne garan-

ti qu'elles soient à jour. Toutefois, en l'absence de contact direct avec les dépositaires des stations GNSS permanentes, il s'agit d'une étape transitoire avant qu'un tel contact soit établi. Les sources publiques les plus courantes comprennent les sites Web de réseaux permanents, tels que Trimble Pivot ou Leica Spiderweb, illustrés aux figures 5 et 6, respectivement. Les autres sources publiques comprennent des documents de recherche et des présentations de conférences contenant des informations sur diverses installations GNSS permanentes.

Outre le *crowdsourcing*, l'équipe utilise d'autres moyens pour diffuser son appel à l'action. Le réseau social professionnel LinkedIn s'est révélé être un outil précieux, c'est d'ailleurs la plate-forme qui a réuni les fondateurs de Corsmap, suite à l'article de Derrick intitulé "The CORS network conversation in the continent of Africa" (Discussion sur le réseau des stations GNSS permanentes en



Figure 7. Graphique montrant le nombre de pages visitées depuis la mise en ligne de Corsmap.

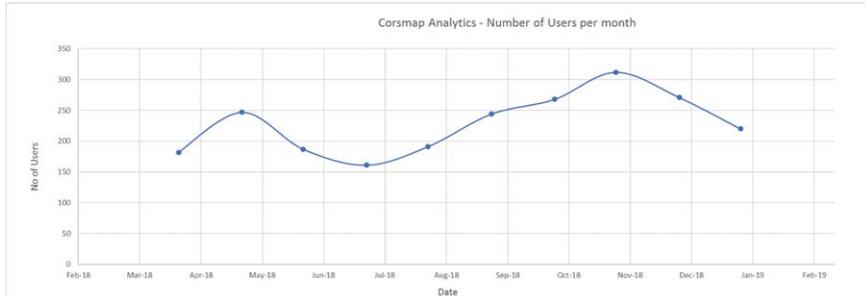


Figure 8. Graphique illustrant le nombre d'utilisateurs par mois depuis la mise en ligne de Corsmap.

Récits de réussites

Bien que Corsmap soit encore jeune, il a déjà eu plusieurs succès à son actif. Un grand nombre d'utilisateurs ont pu localiser des stations GNSS permanentes à proximité de leurs zones de travail via le site Web Corsmap, puis prendre contact avec le fournisseur et obtenir un accès aux données.

C'est le cas de la Côte d'Ivoire, où un fournisseur commercial a enregistré et mis une station sur la carte Corsmap et, une semaine plus tard, a été interrogé par un utilisateur qui était sur le point de commencer un relevé bathymétrique et qui souhaitait disposer de données de correction en temps réel ainsi que les données Rinex pour le post-traitement.

Cet exemple montre qu'il est bénéfique pour les fournisseurs de stations GNSS permanentes de disposer d'informations à jour sur leurs stations sur Corsmap, car cela peut créer diverses opportunités pour les entreprises commerciales ainsi que pour les travaux de recherche collaborative.

Travaux à venir

Le prochain test pour l'équipe Corsmap consiste à contacter les pays dotés de réseaux, mais qui ne les ont pas encore inclus sur le site Web Corsmap. L'un des principaux défis de ce travail est

la barrière de la langue, car il existe un certain nombre de pays de langue française, portugaise et arabe sur le continent africain et aucun des auteurs ne maîtrise ces langues.

Outre la langue, il existe également des difficultés administratives, car certains pays traitent ces informations comme confidentielles, même si Corsmap ne publie pas les coordonnées des stations, et qu'il ne fait que servir de lien dans une chaîne entre fournisseurs et utilisateurs de données GNSS. Néanmoins, de nombreux courriels ne reçoivent pas de réponse et de nombreuses promesses de retour ne sont pas tenues. C'est un projet qui nécessite beaucoup de recherches de données et de coopération de la part de professionnels du monde géospatial de toute l'Afrique.

Cet article dans ce magazine francophone aidera à mettre l'information en circulation dans les pays francophones dans l'espoir qu'une telle prise de conscience puisse déclencher un mouvement. Et si le mouvement est assez fort, les buts et objectifs seront atteints. Une révolution qui apportera d'immenses avantages au contenu africain et aidera par contre-coup AFREF à atteindre son objectif de réalisation d'un système de référence géodésique africain et de son accès avec une infrastructure GNSS permanente bien répartie sur le continent.

Conclusion

On peut se demander quel est le but ultime de tous ces efforts pour réunir toutes les stations de base sous un même toit. La réponse est simple : créer un mouvement parmi les professionnels géospatiaux en Afrique, en créant un symbole d'unité auquel tous les professionnels des régions les plus reculées d'Afrique se sentiront impliqués. C'est une façon grandiose de dire que Corsmap sera une initiative géospatiale lancée par les professionnels géospatiaux.

L'équipe de Corsmap souhaite réunir toutes les bonnes volontés. Toutes les organisations qui ont un lien avec les réseaux et les stations permanentes sont dans leur ligne de mire. Toutes les personnes qui créent leur propre réseau privé sont également invitées. En effet, l'équipe souhaite que ces organisations et ces personnes gardent les données sur le site Web et s'assurent que celles-ci sont exactes et à jour et qu'elles puissent être échangées par-delà les frontières des pays voisins. Au final, les gagnants ne seront pas des fondateurs de Corsmap, mais tous ceux qui ont répondu à l'appel lancé pour créer cette base de données centralisée qui apportera de profonds avantages au continent africain. ●

Contacts

Derrick KOOME, Cheswick Consulting, Nairobi, Kenya, derrick@corsmap.com
 Clement OGAJA, National Geodetic Survey, Boulder, USA, clement@corsmap.com
 Eldar RUBINOV, FrontierSI, Melbourne, Australia, eldar@corsmap.com

ABSTRACT

This paper presents the African CORS Map project, a webmap that contains information about CORS sites (Continuously Operating Reference Stations) in the African continent. The project aims to compile and maintain a comprehensive database of all the CORS installations in Africa with the aim of connecting CORS service providers to the end-users of the technology. This paper describes the current state of the project and the future plans.