

FOURNIR L'ACCÈS AU SYSTÈME CANADIEN DE RÉFÉRENCE SPATIALE (SCRS)

Sheryn McGregor-Sauvé et Douglas Scott
Division des levés géodésiques
Géomatique Canada
615 rue Booth
Ottawa (Ontario) Canada K1A 0E9
Téléphone : (613) 995-4410
Fax : (613) 995-3215
Courriel : information@geod.nrcan.gc.ca

RÉSUMÉ

Mots clés et acronymes : Système de positionnement global (GPS), Système canadien de référence spatiale (SCRS), points de contrôle actif (ACP), Système canadien de contrôle actif (CACS), GPS différentiel (DGPS), positionnement par point unique, Service télématique de la Division des levés géodésiques (CGBBS).

La Division des levés géodésiques (DLG) de Géomatique Canada, Ressources naturelles Canada (RNCan), gère le Système canadien de référence spatiale (SCRS), une norme nationale contribuant à la satisfaction de toute une gamme de besoins en référence géospatiale, notamment en arpentage, en cartographie, en navigation, en démarcation de frontières et en applications des systèmes d'information géographique (SIG), et elle encourage l'utilisation de ce système.

La Division des levés géodésiques (DLG) exploite de manière ininterrompue, à l'appui du Système canadien de référence spatiale (SCRS), un réseau de sites de poursuite du Système de positionnement global (GPS) répartis d'un bout à l'autre du pays et qui porte le nom de Système canadien de contrôle actif (CACS). La Division des levés géodésiques (DLG) utilise cette technologie du Système de positionnement global (GPS) sur grande étendue pour calculer des corrections des orbites et des horloges des satellites du GPS, qui peuvent être utilisées pour fournir des positions exactes directement reliées au Système canadien de référence spatiale (SCRS). Ces produits du Système canadien de contrôle actif (CACS) sont disponibles à une multitude de fins pour la communauté des utilisateurs de référence géospatiale. La Division a également mis au point plusieurs autres produits et services directement basés sur la technologie du Système canadien de contrôle actif (CACS).

Dans le présent document nous discutons l'utilisation spécifique des orbites et des horloges précises du Système canadien de contrôle actif (CACS) pour le positionnement par point unique et pour l'obtention en temps réel de solutions grâce au Système de positionnement global (GPS) sur grande étendue.

HISTORIQUE

Depuis sa création, la Division des levés géodésiques (DLG) a eu comme rôle principal l'établissement et la gestion de l'infrastructure de base nécessaire pour la référence spatiale à l'échelle nationale. Cette fonction est essentielle pour la compatibilité de l'information à référence spatiale de diverses provenances qui en permet l'échange et la fusion sans joints et de manière rentable. L'accès au système national de référence spatiale a depuis longtemps été fourni par l'entremise de repères de canevas géodésique matérialisés par des bornes implantées d'un bout à l'autre du pays par différents niveaux de gouvernement, réseau qui a par la suite été étendu localement par les arpenteurs. De nos jours, le Système canadien de contrôle actif (CACS) basé sur Système de positionnement global (GPS) sur grande étendue offre non seulement un accès direct au Système canadien de référence spatiale (SCRS), mais améliore en outre l'efficacité et l'exactitude des applications du Système de positionnement global (GPS) destinées à des utilisateurs finals sans que soit nécessaire un rattachement à des repères sur le terrain.

Document présenté lors de SIG98, Toronto, Canada, avril 1998.

SYSTÈME CANADIEN DE RÉFÉRENCE SPATIALE (SCRS)

Le Système canadien de référence spatiale (SCRS) offre l'assise nécessaire pour toute une gamme de besoins en référence géospatiale. Il est géré et sans cesse amélioré par la Division des levés géodésiques (DLG), en collaboration avec d'autres organismes gouvernementaux et l'industrie privée, de manière à offrir au public un service efficace.

Le Système canadien de référence spatiale (SCRS) s'appuie sur une hiérarchie de réseaux d'exactitude décroissante (figure 1). Au sommet de cette pyramide, le réseau de radiointérométrie sur longue base (VLBI) fait intervenir l'observation astronomique de sources radio extragalactiques pour la définition d'un canevas inertiel de grande exactitude constituant la base du système de référence spatiale et assurant l'intégrité du Système de positionnement global (GPS).

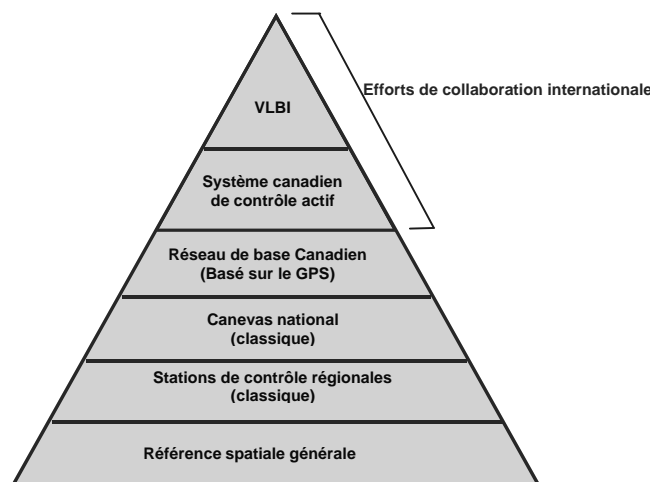


Figure 1: La structure hiérarchique du Système canadien de référence spatiale (SCRS)

La deuxième couche du Système canadien de référence spatiale (SCRS) est le Système canadien de contrôle actif (CACS) qui comprend des rattachements directs avec la radiointérométrie sur longue base (RILB). Il consiste en un réseau pan-canadien de 18 stations de poursuite exploitées en continu (figure 2), désignées points de contrôle actif (ACP), qui recueillent des données de tous les satellites visibles du Système de positionnement global (GPS). Un sous-ensemble de neuf de ces stations assure le fonctionnement du service de corrections en temps réel du GPS, le GPS•C. Le Système canadien de contrôle actif (CACS) contribue à l'amélioration du système de référence national, en assurant sa stabilité, son exactitude et sa compatibilité avec les normes internationales par l'observation continue et la collaboration au niveau international. Il offre également aux utilisateurs finals du Système de positionnement global (GPS) la possibilité d'intégrer directement leurs données à référence spatiale au Système canadien de référence spatiale (SCRS) de manière transparente et cohérente.

Intégré à cette hiérarchie, le Réseau de base canadien (RBC) complète le réseau du Système canadien de contrôle actif (CACS). Ce Réseau de base canadien (RBC), qui ne compte que quelques centaines de repères, est géré par la Division des levés géodésiques et remplacera les antérieurs canevas planimétrique et altimétrique de premier ordre constitués de milliers de repères. Ces bornes géodésiques très stables, implantées au moyen du Système de positionnement global (GPS) à des intervalles nominaux de 200 kilomètres aux latitudes méridionales, constituent un canevas de grande exactitude facilement accessible (d'une exactitude centimétrique par rapport au Système canadien de contrôle actif (CACS)).

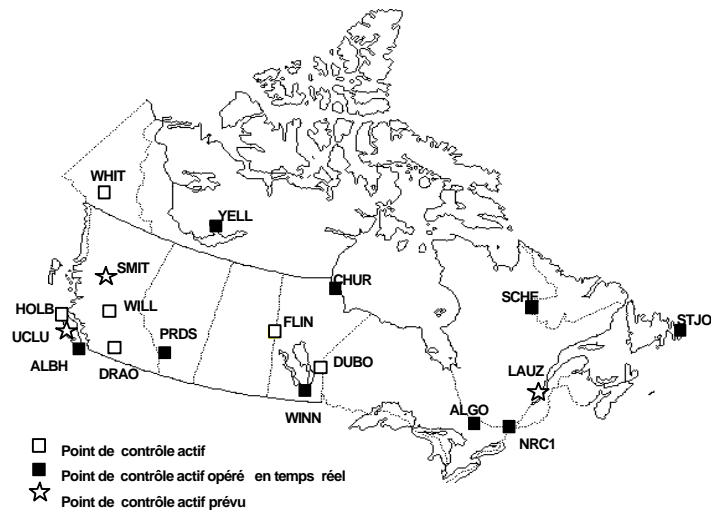


Figure 2 : Le réseau de stations de poursuite du CACS

PRODUITS DU SYSTÈME CANADIEN DE CONTRÔLE ACTIF(CACS)

Au cours des quelques dernières années, la Division des levés géodésiques (DLG) s'est principalement efforcée de faciliter l'accès au Système canadien de référence spatiale (SCRS) par toute une gamme de produits. Ces produits sont mis à la disposition de la communauté des utilisateurs d'information géoréférencée qui les utilise à de multiples fins. Voici de brèves descriptions de chacun de ces produits.

Données observées

Aux points de contrôle actif (ACP) on recueille actuellement, par poursuite continue de tous les satellites visibles du Système de positionnement global (GPS), des observations de pseudodistances et de phase des porteuses sur les deux fréquences utilisées à un intervalle d'échantillonnage de 30 secondes. Les fichiers de données pour chacun des points de contrôle actif (ACP) sont actuellement disponibles en ligne 4 heures après la fin du jour pour post-traitement GPS.

Éphémérides précise (orbites)

Les éphémérides précises sont calculées d'après des données recueillies aux points de contrôle actif (ACP) complétées par celles de jusqu'à 24 stations principales de poursuite du Système de positionnement global (GPS) exploitées dans le cadre du Service international de GPS pour la géodynamique (IGS). Basées sur les comparaisons d'orbites du Service international de GPS pour la géodynamique (IGS), les orbites précises de Ressources naturelles Canada (RNC) sont d'une précision de l'ordre de 10 cm suivant chacun des axes. Les orbites précises sont fournies sous forme de fichiers quotidiens et habituellement disponibles de 2 à 5 jours après les observations. Une solution rapide pour les orbites, obtenue au moyen du Système canadien de contrôle actif (CACS), est également disponible moins de 36 heures après les observations.

Corrections précises des horloges des satellites

Des écarts précis entre le temps diffusé par les horloges des satellites du Système de positionnement global (GPS) et celui tenu par l'horloge de référence du Système canadien de contrôle actif (CACS) sont fournis dans des fichiers quotidiens de corrections d'horloges disponibles en ligne de 2 à 5 jours suivant les observations. Une solution rapide pour les orbites, obtenue au moyen du Système canadien de contrôle actif (CACS), est également disponible moins de 36 heures après les observations.

UTILISATION DES PRODUITS DU SYSTÈME CANADIEN DE CONTRÔLE ACTIF (CACS)

La disponibilité des orbites précises, des corrections précises d'horloges des satellites et des données observées aux points de contrôle actif (ACP) peut présenter des avantages importants pour les applications du Système de positionnement global (GPS). Ces produits permettent le positionnement de points avec

une précision variant de un centimètre à quelques mètres par rapport au Système canadien de référence spatiale (SCRS) sans qu'il soit nécessaire d'occuper des stations de base ou des bornes existantes du canevas.

Pour la plupart des applications précises

Pour les applications exigeant des mesures de phase des porteuses de la plus grande précision, l'utilisation d'orbites précises lors du traitement des données permet de réduire par un facteur de cent environ les erreurs associées aux orbites lors de déterminations de lignes de base, ce qui porte ces erreurs à moins de 0,05 parties par million. En outre, l'inclusion de données observées aux points de contrôle actif (ACP) lors du traitement des données établit un rattachement direct avec le Système canadien de référence spatiale (SCRS) sans qu'il soit nécessaire d'occuper un point de canevas matérialisé par une borne, ce qui accroît l'efficacité des travaux sur le terrain.

Positionnement par point unique précis au moyen d'un seul récepteur

Les exactitudes normalement possibles à l'utilisation du positionnement par point unique sont de 100 mètres suivant l'horizontale et de 156 mètres suivant la verticale en supposant une géométrie favorable des satellites. Les sources d'erreurs sont illustrées à la figure 3 (Erickson 1993). Actuellement, la plus importante source d'erreurs, et de loin, est l'accès sélectif (SA), une dégradation intentionnelle de l'exactitude de l'information diffusée concernant les horloges et les orbites. Cependant, des corrections précises des orbites et des horloges des satellites appliquées aux distances observées par l'utilisateur permettent un positionnement exact au mètre près (selon le bruit du récepteur de l'utilisateur et les conditions locales).

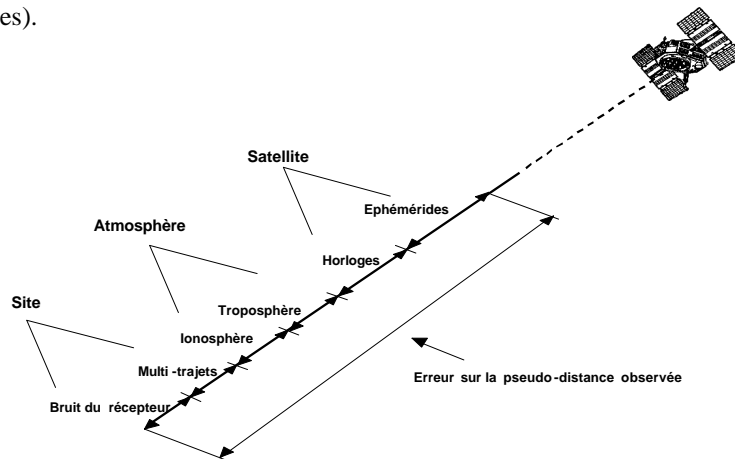


Figure 3 : Sources d'erreurs en positionnement au moyen du Système de positionnement global (GPS)

Cette information est actuellement disponible grâce au Système canadien de contrôle actif (CACS). Les orbites du CACS sont exactes à approximativement 10 centimètres près, ce qui est à comparer à une exactitude de l'ordre de 5 à 20 mètres pour les orbites diffusées (figure 4). Semblablement, les horloges précises du Système canadien de contrôle actif (CACS) sont exactes à la nanoseconde près (30 cm), alors que l'exactitude de l'information diffusée par les horloges du GPS n'est que de l'ordre de 70 à 100 nanosecondes (21 à 30 m), ce qui représente une amélioration par un facteur d'environ 100 par rapport à l'exactitude des données des satellites.

Afin de faciliter l'application de solutions de positionnement par point unique au moyen des orbites et des horloges précis du Système canadien de contrôle actif, la Division des levés géodésiques (DLG) a élaboré un logiciel appelé GPSPACE (*GPS Positioning from ACS Clocks and Orbits*) (positionnement GPS d'après

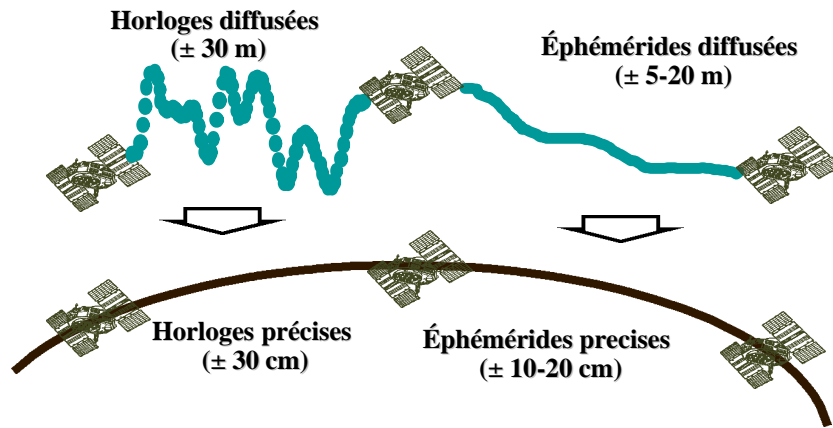


Figure 4 : Améliorations des données des satellites résultant des traitements effectués par le Système canadien de contrôle actif (CACS)

les horloges et les orbites du ACS)) à titre de programme d'interface pour les produits du Système canadien de contrôle actif. Tout utilisateur en mesure de convertir au format normalisé RINEX des données

d'observation du Système de positionnement global (GPS) peut utiliser le GPSPACE ou un logiciel compatible pour la réduction des données. Une interface Windows^{MD} a été ajoutée afin de rendre le logiciel davantage convivial. Les revendeurs de produits à valeur ajoutée peuvent obtenir des droits de distribution sous licence pour ce logiciel et plusieurs commerçants offrent des logiciels compatibles avec les données du Système canadien de contrôle actif (CACS). Comme le montrent les figures 5 et 6 (Duval, 1997), l'utilisation de tels logiciels permet d'obtenir les exactitudes réalisables avec le Système de positionnement global différentiel (DGPS) sans qu'il soit nécessaire d'occuper une station de base.

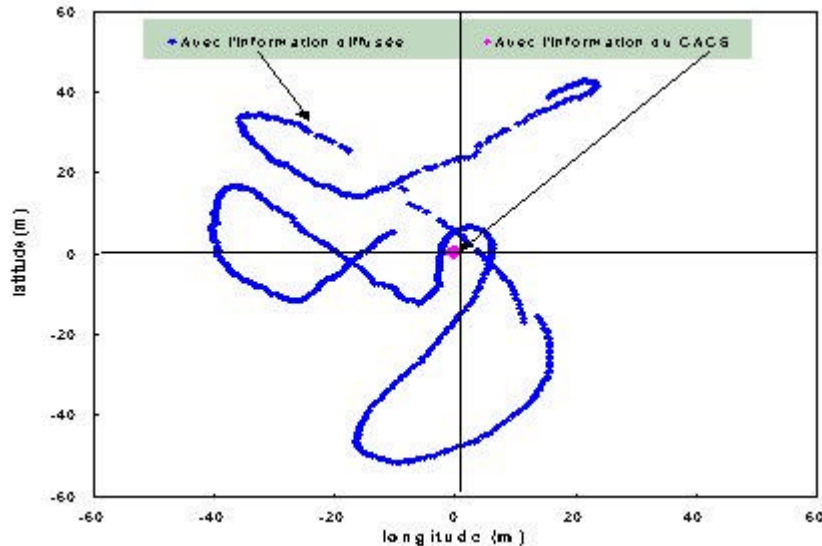


Figure 5 : Résultats obtenus en positionnement par point unique avec l'information diffusée sur les orbites et les horloges comparés à ceux obtenus avec l'information précise sur les orbites et les horloges du Système canadien de contrôle actif (CACS)

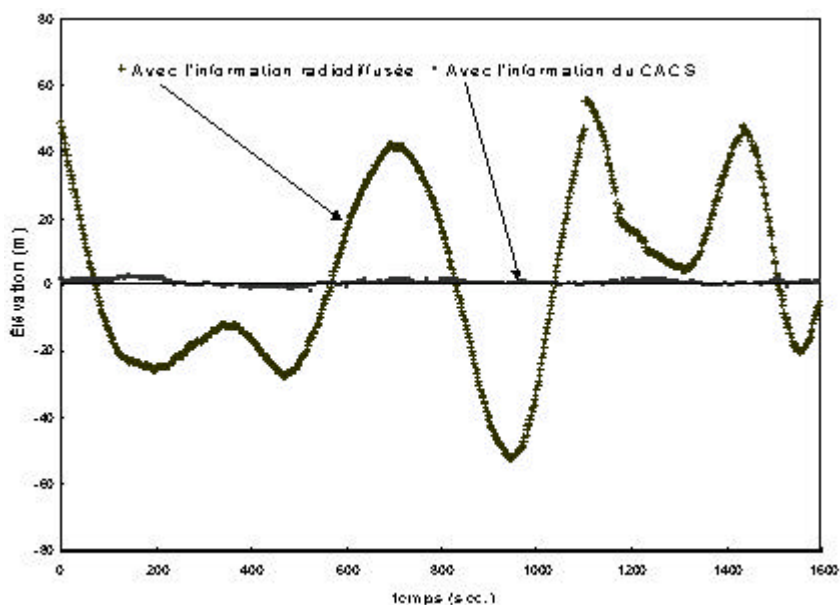


Figure 6 : Résultats obtenus en positionnement par point unique (suivant la verticale) avec l'information diffusée sur les orbites et les horloges comparés à ceux obtenus avec l'information précise sur les orbites et les horloges du Système canadien de contrôle actif (CACS).

POUR OBTENIR LES PRODUITS DU SYSTÈME CANADIEN DE CONTRÔLE ACTIF (CACS)

Service télématique de la Division des levés géodésiques (CGBBS)

Les corrections d' horloge et les orbites précises des satellites du GPS fournies par le Système canadien de contrôle actif (CACS), peuvent être téléchargées depuis le Service télématique de la Division des levés géodésiques (CGBBS). Des services de base et étendus sont offerts aux utilisateurs. On accède au Service télématique de la Division des levés géodésiques (CGBBS) :

- sur Internet via Telnet à l'adresse «bbs.geod.nrcan.gc.ca»;
- par le World Wide Web à l'URL via Telnet «http://www.geod.nrcan.gc.ca»; ou
- par modem commuté au (613) 947-7660.

Au printemps de 1998, un système de livraison de produits géodésiques en ligne sur le WWW (WWW_OPDS), avec écrans Java simples et téléchargement automatique de fichiers, remplacera le Service télématique de la Division des levés géodésiques (CGBBS).

Service de corrections GPS en temps réel (GPS•C)

On continue à perfectionner la technologie et les possibilités du Système canadien de contrôle actif (CACS). La Division des levés géodésiques a ainsi amélioré cette technologie de manière à offrir en temps réel un service de corrections pour le Système de positionnement global (GPS) appelé GPS•C. Ce service continuera à offrir les exactitudes offertes par les logiciels de post-traitement, mais avec l'avantage de les mettre en temps réel à la disposition des utilisateurs.

Bien que la Division des levés géodésiques (DLG) ait développé cette fonctionnalité en temps réel (en collaboration avec d'autres organismes), elle ne prévoit pas distribuer directement cette information. On

s'attend à ce que des partenaires des secteurs privé et public développent les systèmes de soutien et de distribution en temps réel nécessaires pour offrir le service à la grande communauté des utilisateurs d'applications du GPS (figure 7).

L'information diffusée par ce service de corrections GPS (GPS•C) peut être complémentaire aux services de corrections différentiels locaux ou sur grande étendue en offrant aux fournisseurs de services l'occasion de pouvoir réduire leurs frais d'exploitation tout en offrant une fiabilité et une intégrité accrues et en se rattachant directement au Système canadien de référence spatiale (SCRS) en temps réel.

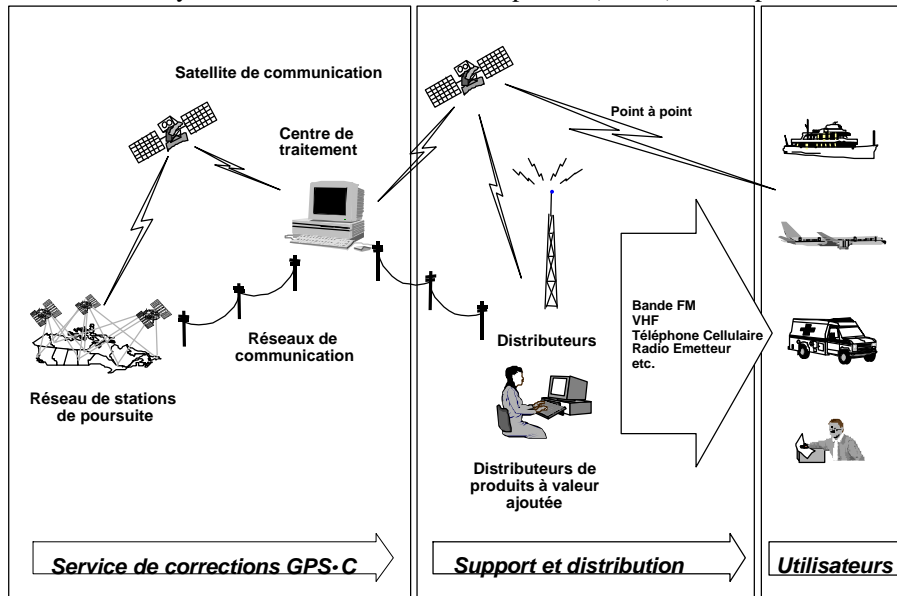


Figure 7 : Services intégrés de corrections pour le Système de positionnement global (GPS)

PROGICIEL DE TRANSFORMATION DES HAUTEURS GPS

Au Canada, la surface de référence pour l'altimétrie est le Plan de référence des levés géodésiques du Canada de 1928 (CGVD28). La Division des levés géodésiques a élaboré un progiciel, le GPS_HT, qui permet aux utilisateurs du GPS de convertir les hauteurs GPS au-dessus de l'ellipsoïde en cotes orthométriques (dérivées du GPS) ou altitudes au-dessus du niveau de la mer compatibles avec le Plan de référence des levés géodésiques du Canada de 1928 (CGVD28). Ce progiciel intègre les modèles canadiens courants du géoïde qui sont également intégrés au Système canadien de référence spatiale (SCRS).

RÉSUMÉ

Le Système canadien de référence spatiale (SCRS) constitue la norme de base pour les données spatiales au Canada. En utilisant des produits respectant cette norme, les utilisateurs s'assurent de la cohérence et de la compatibilité de l'information sur les positions partout au Canada.

On accède au Système canadien de référence spatiale (SCRS) par l'entremise du Système canadien de contrôle actif (CACS) et des produits et services qui en sont issus. La Division des levés géodésiques (DLG) continuera à collaborer avec des entreprises ou des organismes souhaitant développer et offrir des produits et des services à l'appui du Système canadien de référence spatiale (SCRS).

BIBLIOGRAPHIE

Duval, R., Héroux, P. et Beck, N., éd. rév. en février 1997. Le Système canadien de contrôle actif - Livrer le Système canadien de référence spatiale. Présenté à l'origine lors de SIG 96, Vancouver, Canada, mars 1996.

Duval, R. novembre 1997. Corrections GPS en temps réel : le Système canadien de contrôle actif. Présenté lors de Géomatique VI, Montréal, Canada.

Erickson, C. 1993. Guide du positionnement GPS, Division des levés géodésiques, Ressources naturelles Canada.

RNCan. Éd. rév. en décembre 1997. Produits du Système canadien de contrôle actif, fiche technique. Division des levés géodésiques, Géomatique Canada, Ressources naturelles Canada, Ottawa.

RNCan. Éd. rév. en février 1997. CGBBS, fiche technique. Division des levés géodésiques, Géomatique Canada, Ressources naturelles Canada, Ottawa.

RNCan. Éd. rév. en octobre 1997. GPS_HT, fiche technique. Division des levés géodésiques, Géomatique Canada, Ressources naturelles Canada, Ottawa.

RNn. Éd. rév. en décembre 1997. GPSPACE, fiche technique. Division des levés géodésiques, Géomatique Canada, Ressources naturelles Canada, Ottawa.

BIOGRAPHIE

Sheryn McGregor-Sauvé (B.A.) a travaillé comme technologue en levés à la Division des levés géodésiques depuis 1977. En 1987, elle obtenait avec distinction un diplôme en études de l'environnement (géographie) de l'Université de Waterloo. Elle a collaboré pendant un an à l'Atlas national du Canada à titre de géographe chercheur. Sheryn a complété le programme de perfectionnement professionnel en géomatique en mai 1994 en se méritant le prix du leadership. Depuis, elle a agi comme agent de commercialisation à la Division des levés géodésiques.

Doug Scott (ing.) possède des diplômes en génie du Collège militaire royal du Canada (CMR) à Kingston et de la School of Military Survey du Royaume-Uni. Depuis qu'il s'est joint à la Division des levés géodésiques en 1980, il a acquis de l'expérience dans toute une gamme de travaux de bureau et des levés sur le terrain. Plus récemment il a travaillé à l'Expansion des affaires. Avant de se joindre à la DLG, il était officier dans l'armée canadienne.