

# installation du réseau différentiel GPS des phares et balises

Duncan Hawksbee  
(Trimble Europe)

Dr. Nick Ward  
(General Lighthouse Authorities)

## Résumé

Au cours des années 90 les pays membres de International Association of Lighthouse Authorities (IALA) ont commencé à mettre en place et à installer des réseaux de stations GPS pour l'émission de corrections différentielles GPS utilisant la bande MF.

En 1997 un appel d'offre pour mettre en place un système gratuit de diffusion des corrections différentielles GPS sur les côtes a été lancé par la direction des phares et balises (General Lighthouse Authorities GLA) du Royaume Uni et de la République d'Irlande. Les pages suivantes décrivent l'équipement et l'installation du système de corrections différentielles GPS MSK au Royaume Uni et en République d'Irlande pendant l'année 1998.

## Introduction

Le GLA (General Lighthouse Authorities) du Royaume Uni et de République d'Irlande est organisé en trois bureaux indépendants qui fournissent les aides à la navigation pour les marins naviguant dans les eaux des deux pays. Ces trois autorités sont les suivantes :

- Le THLS (Trinity House Lighthouse Service), qui gère les aides à la navigation pour l'Angleterre et le Pays de Galles.
- Le CIL (Commissioners of Irish Lights), qui gère les aides à la navigation pour l'ensemble de l'Irlande.
- Le NLB (Northern Lighthouse Board) qui gère les aides à la navigation pour l'Écosse et l'Île de Man.

Historiquement les aides à la navigation sont composées des phares, des bateaux phares, du balisage et depuis les années 30 des radiophares maritimes. Le rôle des radiophares était de donner une direction. L'antenne située sur navire tournait jusqu'à trouver un signal nul qui indiquait l'axe de l'émetteur. Deux axes déterminaient un point fixe, un troisième axe permettait de confirmer le point et de donner une indication de qualité. La précision angulaire était de l'ordre de quelques degrés, en fonction de la puissance du signal, de la qualité de l'équipement embarqué et des effets de la terre sur la propagation des ondes. C'était une méthode assez primitive de positionnement par rapport aux standards actuels, mais révolutionnaire à son époque. Par exemple les navires traversant l'Atlantique atterraient sur un radiophare plutôt que de faire confiance dans une approche visuelle de la côte.

Depuis l'arrivée des systèmes de positionnement par satellites, les techniques goniométriques ont été abandonnées. Cependant, les émissions de signaux par les radiophares existent toujours. Les radiophares utilisent la bande LF/MF 283.5 – 315 kHz en Europe. La plupart des pays ont des radiophares avec une couverture des principales zones de navigation et souvent une couverture complète de leurs côtes. L'idée d'utiliser les radiophares maritimes pour l'émission de corrections différentielles du système GPS surgit au milieu des années 80. Elle a un certain nombre d'avantages : Les émetteurs sont sous le contrôle de l'administration maritime et ils ont une couverture compatible avec la validité des corrections DGPS. Le concept du réseau de service de stations GPS de référence est illustré Figure 1 :

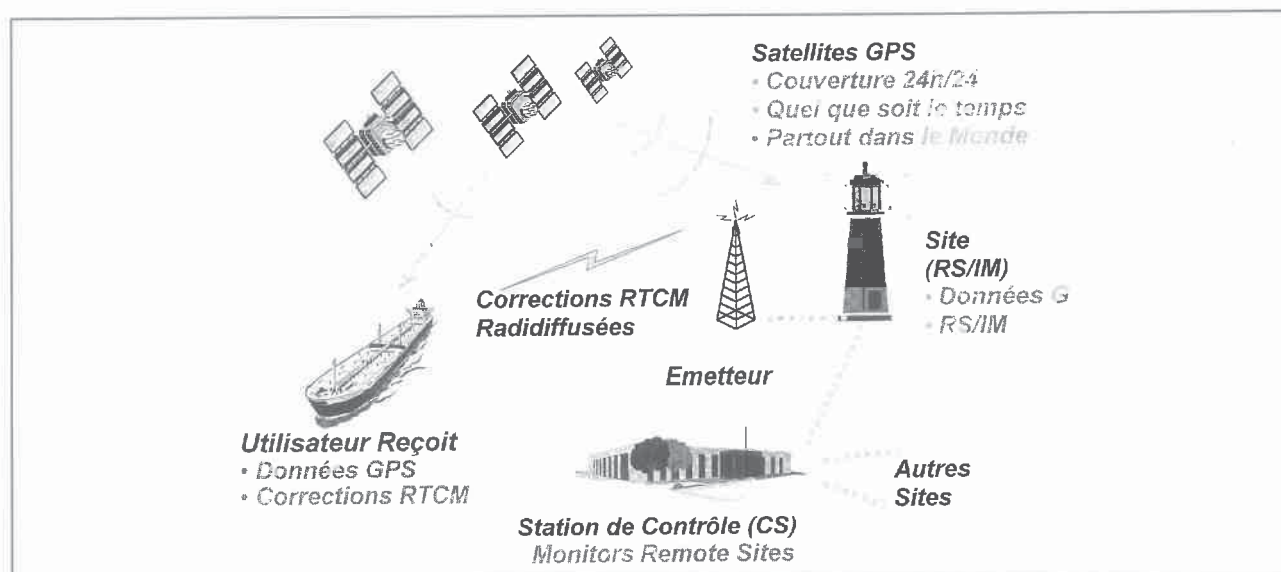


Figure 1- Concept de réseau différentiel de station de référence GPS

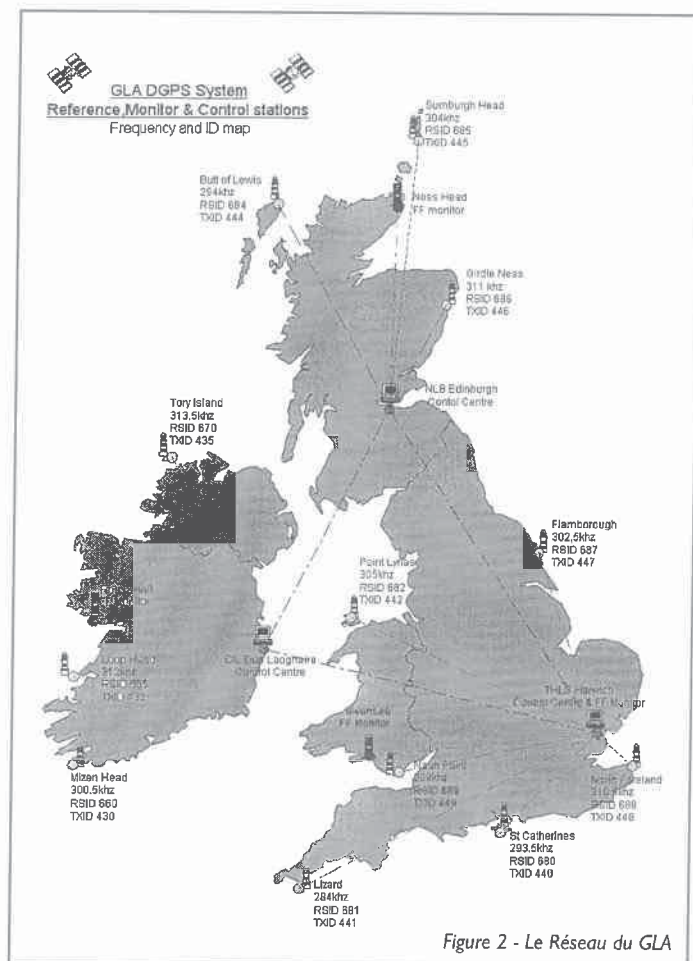


Figure 2 - Le Réseau du GLA

## Applications DGPS

Les applications des radiophares DGPS se scindent en deux catégories principales : navigation et positionnement. Les services sont utilisés pour la navigation dans les zones contrôlées, telles que l'archipel Suédois et la Grande Barrière, et aussi pour les zones d'approches et les entrées portuaires. Les applications de positionnement incluent la pose de bouées et les chantiers d'hydrographie. Le système peut aussi être utilisé pour le positionnement dynamique, la pose de câbles, de plates-formes et le dragage.

Dans les applications de navigation la sortie du récepteur DGPS peut être considérée comme l'entrée position d'un Système de Navigation Intégré (INS), d'un Système de Cartographie Électronique (ECS) ou d'un système d'identification automatique (AIS). Dans ces applications, la vérification de l'intégrité des données du système différentiel est particulièrement importante. La précision et la stabilité sont aussi très importantes dans les trois cas. L'INS intègre normalement une fonction de suivi de profil qui nécessite une entrée stable. L'ECS peut être intégré avec un écran radar et un grand nombre d'informations peut dégrader la clarté de l'écran.

## Services DGPS au Royaume Uni et en Irlande

Avant 1998 le Royaume Uni et l'Irlande avaient un service de correction différentielle comprenant onze stations de référence. Ce service était assuré par la société Scorpio Marine et géré par la société Differential Technology Limited à Aberdeen. Les stations de référence étaient situées sur les sites des phares et balises et utilisaient les émetteurs des radiophares. Les stations étaient situées à Rhinns of Islay, Nash Point, St

Catherine's Point, Mizen Head, Flamborough Head, North Foreland, et ailleurs. Les corrections différentielles étaient disponibles après souscription d'un abonnement annuel à Scorpio Marine.

Les stations de référence du réseau Scorpio étaient des récepteurs 4000 de première génération. La plupart des pays qui avaient implanté de tels systèmes entre 1994 et 1998 avaient choisi de le faire gratuitement contrairement au service par abonnement de Scorpio. À la fin des années 90, le GLA a pris la décision de mettre en place un nouveau système gratuit d'émission de corrections autour du Royaume Uni et de l'Irlande avec une amélioration de la couverture, de la précision et de l'intégrité. Ce réseau comportant 12 stations de référence DGPS, 4 moniteurs d'intégrité déportés et 3 stations de contrôle, met le GLA au niveau des autres membres du IALA, et améliore de façon substantielle le niveau de service DGPS disponible pour les marins naviguant dans les eaux côtières Anglaise et Irlandaise.

Le réseau du GLA est illustré Figure 2.

En juillet 1997, le GLA a confirmé le plan de navigation, et fin 1997 un appel d'offre était lancé. En parallèle, l'allocation des fréquences MSK est optimisée pour assurer une utilisation souple du nouveau réseau. L'appel d'offre pour fournir, installer et contrôler ce nouveau réseau est attribué à Trimble début 1998.

## Rattachement géodésique

Avant l'installation des stations, Trimble a réalisé un rattachement géodésique afin d'établir les coordonnées précises des antennes des stations de référence. Les spécifications du GLA étaient de réaliser le chantier en WGS84, mais référencé dans le réseau ETRS 89.

Après deux semaines d'observation GPS, les ingénieurs ont observé deux réseaux indépendants et installé des bornes sur tous les sites. Lorsque c'était possible 6 heures d'enregistrement de données GPS bi-fréquence ont été réalisées. Les données GPS ont été traitées et ajustées en utilisant les logiciels Trimble GPSurvey et TrimNet.

Les résultats de ce chantier de géodésie ont été présentés à la fois à l'Institut Géographique National (Ordnance Survey et Ordnance Survey Ireland) pour validation. Leurs analyses ont confirmé la tolérance des coordonnées à 2-3 cm (2σ).

## Configuration du réseau

Les spécifications du GLA nécessitent un équipement de grande qualité aussi bien pour la station de référence que pour le moniteur d'intégrité sur chaque site (radiophare). Un équipement de contrôle est aussi installé à chaque bureau du GLA.

Chaque site est équipé comme suit :

- Récepteur bi-fréquence 4000RS MSK en rack 19 » (Qté 2)
- Récepteur monofréquence 4000IM MSK en rack 19 » (Qté 2)
- PC Industriel (Pentium II avec Windows NT4 Workstation) (Qté 1)
- Routeur Cisco série 2500 (Qté 1)
- Modem US Robotics (Qté 1)
- Émetteur Amplidan (Qté 1)
- Carte 8 ports (Qté 1)
- Carte réseau
- Carte watchdog
- Carte E/S Analogique et Numérique
- Logiciel Trimble Beacon Control System
- Logiciel Trimble URS for Windows
- Logiciel Microsoft TimeServ

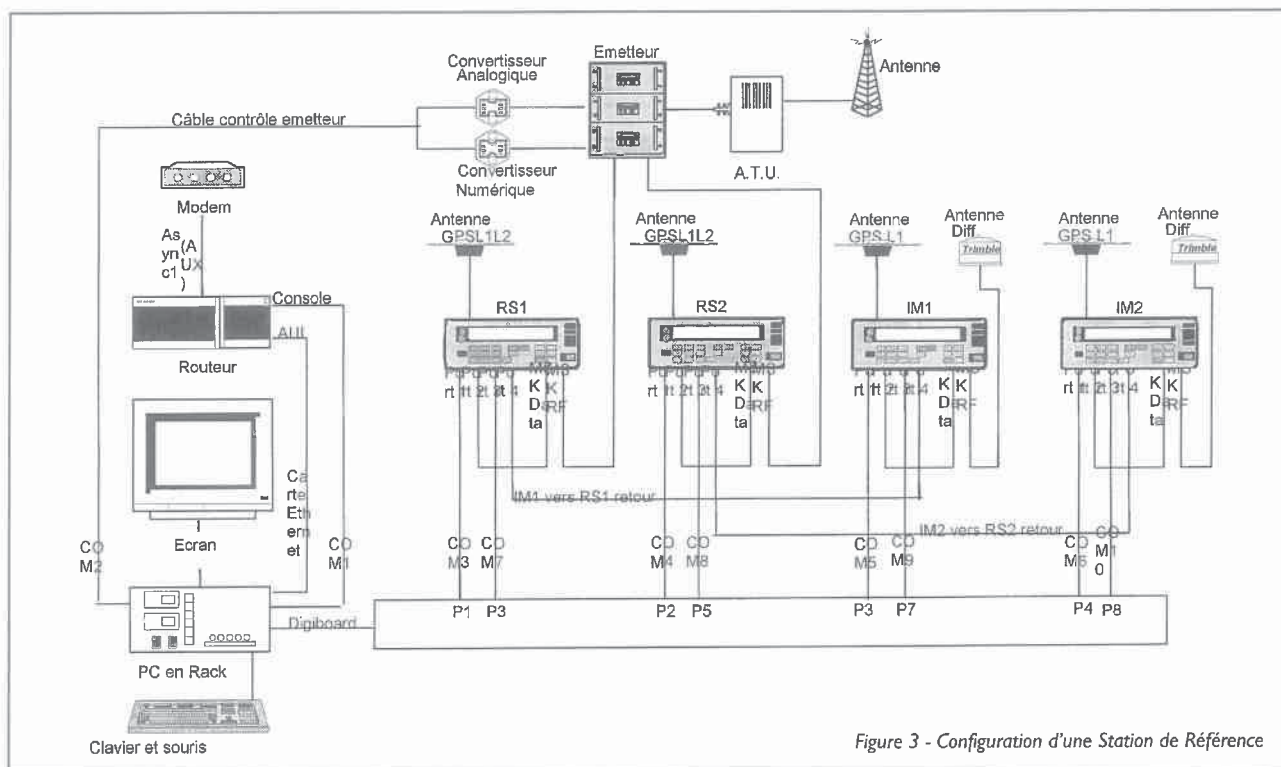


Figure 3 - Configuration d'une Station de Référence

Le schéma de la configuration est illustré par la Figure 3.

Le 4000RS est le récepteur de la station de référence tandis que le 4000IM est le moniteur d'intégrité. Chaque site comprend deux configurations 4000RS/IM, apportant intégrité et sécurité en cas de problème.

Chaque station de référence et moniteur d'intégrité est configurée et installée dans une armoire Figure 4 :



Figure 4 - Installation rackée

La configuration logiciel et hardware de la station de contrôle est la suivante :

- PC de bureau C (Pentium II avec Windows NT4 Server) (Qté 1)
- Routeur Cisco série 2500 (Qté 1)
- Modem US Robotics V. Everything (Qté 1)
- Onduleur (Qté 1)
- Carte réseau
- Carte watchdog
- Logiciel Trimble Beacon Control System
- Logiciel Trimble URS for Windows

Le logiciel Trimble Beacon Control System (BCS) est le lien qui gère l'ensemble du réseau. Ce logiciel permet de configurer sur site ou à distance chaque station de référence et chaque moniteur d'intégrité du système. Il facilite la gestion des performances du réseau et des alarmes. Le logiciel BCS enregistre aussi les données GPS aux fins d'analyse ou pour d'autres applications (post traitement). Les données sont archivées pour l'analyse des performances et de la fiabilité du système.

Le réseau du GLA a été réalisé autour du protocole TCP/IP qui permet l'extension facile à d'autres stations de référence.

## Installation du système

Avant l'installation proprement dite, Trimble a mis en place une équipe responsable de ce projet. Deux personnes ont formé le cœur de l'équipe d'installation pour ce projet spécifique pour une période de six mois. Sept autres personnes étaient à disposition pour apporter leurs connaissances spécifiques et assistance lorsque nécessaires. Le réseau GLA complet a été assemblé dans les bureaux du siège européen de Trimble pour un test usine qui a été approuvé en mars 1998, seulement trois mois après avoir obtenu le contrat.

En plus du test usine et des validations du réseau géodésique, les membres du GLA ont vérifié et approuvé les plans d'installation de chaque site. Chaque site était différent avec par exemple, des antennes montées sur des mats ou sur le toit des phares. Des protections contre l'orage ont été montées



sur chaque câble d'antenne et les membres du GLA se sont occupés du réglage et de l'interface avec les émetteurs de chaque site (qui devaient rester opérationnels pendant l'installation des nouveaux systèmes).

Les installations sur site ont débuté en avril 1998. Le premier site installé a été la station de contrôle de Trinity House à Harwich. En toute logique les six sites dépendant de Trinity House ont été installés en mai, les trois sites irlandais en juin et les trois sites du nord ont été installés en juillet 1998. En parallèle à la mise en place physique des stations de référence, les tests finaux ont été réalisés avec succès en août 1998. En parallèle les ingénieurs du GLA étaient formés à l'utilisation du système.

Le réseau complet des 12 stations de référence avec moniteur d'intégrité et station de contrôle a été livré au GLA comme demandé dans les termes du contrat. Les corrections différentielles gratuites sont maintenant disponibles pour les navires travaillant dans la bande côtière du Royaume Uni et de l'Irlande. La précision est de 1 à 2 mètres (en fonction de la qualité du matériel de l'utilisateur, bien entendu).

Le service est aussi disponible pour les utilisateurs de systèmes DGPS sur terre car il couvre 98 % des terres du Royaume Uni.



Figure 5 - Station de Contrôle GLA

## Développements futurs

Les pays utilisant les services radiophares DGPS sont invités à les faire certifier par l'IMO comme faisant partie du World-wide Radionavigation System. Les services seront utilisés pour la navigation dans les eaux où la liberté de manœuvre est limitée comme les zones portuaires, et les entrées et séparation du trafic. Cette certification devra être le but des autorités opérant ces systèmes. En 1997 le IALA a commencé la rédaction d'un document préliminaire de recommandation pour ses membres relatifs aux standards à adopter pour l'utilisation et la gestion de ces services.

Aux États-Unis, le service a été étendu pour couvrir le continent en utilisant des sites de transmission existants. La

gestion des fréquences devra tenir compte des effets de propagation dans les couches de l'atmosphère pour éviter les interférences radioélectriques.

En Europe l'importance croissante des services DGPS et le déclin des services de type gonio ont accéléré cette évolution nécessitant une harmonisation de l'attribution des fréquences des radiophares.

Dans d'autres pays où les services de radiophares ont été arrêtés ou n'ont jamais été disponibles, des stations sont installées pour apporter des corrections différentielles marines. Les fréquences des émetteurs doivent être choisies avec attention pour éviter les interférences avec des stations déjà en fonctionnement.

L'optimisation de l'allocation des fréquences est une tâche délicate, surtout lorsque de nombreuses fréquences existantes doivent être respectées

## Conclusion

Les phares et balises du Royaume Uni (General Lighthouse Authorities - GLA) proposent des aides à la navigation et offrent désormais un service DGPS gratuit couvrant les côtes du Royaume Uni et d'Irlande. Ce service est aussi disponible pour les utilisateurs terrestres pour les applications liées aux Systèmes d'Information Géographique, à l'agriculture de précision et toutes applications nécessitant une précision d'ordre métrique voire submétrique.

Ce système est organisé pour assurer intégrité et sécurité du positionnement et de la navigation grâce au doublement des équipements sur chaque site (2 stations de référence et 2 moniteurs d'intégrité). La supervision du réseau est assurée par la station de contrôle qui peut piloter directement chacun des sites. Les informations relatives à la qualité et à l'intégrité des mesures sont envoyées périodiquement et enregistrées à la station de contrôle. En cas de dysfonctionnement une alarme est automatiquement envoyée au centre de contrôle.

## Biographies

Duncan Hawksbee fait partie de l'équipe de support technique de Trimble Europe depuis 1995. En 1997, il a été désigné pour l'installation du projet des phares et balises anglais (GLA) et passa la majeure partie de 1998 à installer et à tester le système.

Dr Nick Ward est responsable des programmes de recherche et développement des phares et balises anglais (GLA General Lighthouse Authorities) du Royaume Uni et de la République d'Irlande. Ses fonctions incluent le support technique et les développements futurs du DGPS. Il est également Chairman du comité de radionavigation du IALA qui a coordonné la standardisation internationale des services DGPS.

*(La rédaction remercie Éric Logeais, de « Trimble-France », pour son amabilité et sa coopération qui lui ont permis de présenter cet article.)*