

Caractérisation et analyse comparative des services de positionnement différentiel EGNOS et DGPS IALA dans un contexte d'utilisation maritime et fluvial

■ Romain GUEHENNEC

Mots-clés : positionnement, maritime, DGPS, EGNOS, limitations, campagnes.

Pour répondre aux exigences de positionnement maritime édictées par l'OMI, les États ont mis en place il y a une

quinzaine d'années des stations côtières connues sous l'appellation de stations DGPS IALA. Celles-ci diffusent des corrections différentielles GPS permettant un positionnement précis à l'approche des côtes. Cependant, dans un souci de rationalisation des moyens, ces stations vieillissantes doivent répondre de leur efficacité face à un système spatial, EGNOS, apportant un service équivalent de positionnement et ce pour des modalités d'utilisation très réduites. Étant développé pour répondre à des besoins de transport aérien, les particularités de l'environnement du navire (ports, ponts...) peuvent éventuellement introduire des limitations pour le niveau de service de EGNOS. En se basant sur une explication préalable du fonctionnement des deux services, nous présentons dans cet article les résultats des campagnes de mesures sur mer et sur fleuve. Afin de caractériser au mieux les différents services, nous prenons en compte la qualité du montage ainsi que la qualité du récepteur. Les résultats affichés nous conduiront à montrer que le système EGNOS pourrait être utilisé pour la navigation maritime.

Introduction

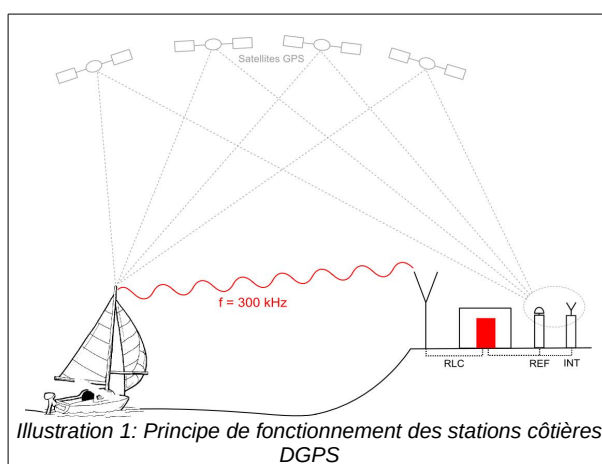
La navigation maritime représentant la première voie de transport de marchandises au monde, le positionnement précis des navires est devenu d'une importance primordiale pour la sécurité de la navigation. Le système de positionnement mondial GPS n'étant pas suffisamment précis à cause de la Selective Availability mise en place par les Américains, des systèmes de navigation augmentés ont été développés afin de pouvoir répondre aux prescriptions de l'Organisation Maritime Internationale (OMI) : positionnement de 100 mètres en pleine mer et de 10 mètres en environnement côtier.

C'est dans ce contexte que le service DGPS IALA a été déployé en 1996 aux abords des côtes maritimes à travers le monde. Les stations côtières permettent d'envoyer jusqu'à 100 kilomètres des corrections de signaux GPS aux navires environnants. Le service EGNOS, système européen de positionnement satellitaire, développé initialement pour l'aviation civile, envoie quant à lui des corrections de signaux GPS via des satellites géostationnaires.

Cet article explicite dans un premier temps les principes de fonctionnement des services DGPS IALA et EGNOS ainsi que les dispositifs de mesure embarqués au sein des différents navires. Puis dans un deuxième temps, nous caractérisons ces deux systèmes de positionnement à travers les campagnes de mesures pour en extraire finalement une caractérisation comparée sur la base d'un référentiel : MarineSTAR.

Présentation des systèmes de navigation

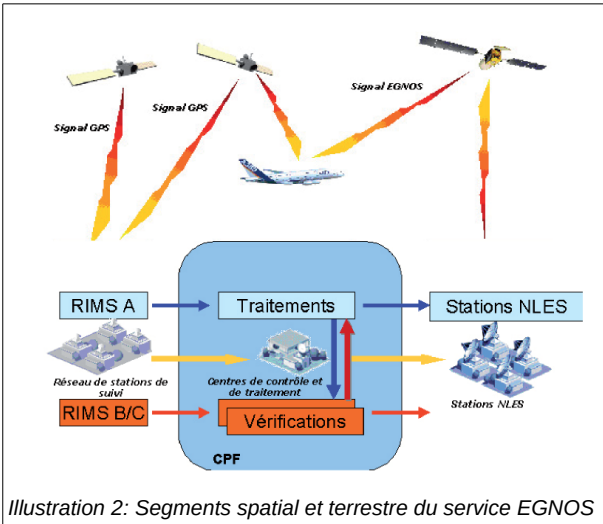
Le DGPS IALA



Une station de référence fixe va transmettre aux utilisateurs dans la zone de couverture des corrections sur les pseudo-distances des satellites. Ces corrections permettent au récepteur de compenser les erreurs telles que l'imprécision des éphémérides des satellites ou encore les retards apportés au signal GPS par les couches ionosphérique et troposphérique. La position de la station étant connue, les distances géométriques entre la station et tous les satellites sont retranchées aux observations brutes. Ces différences constitueront les corrections différentielles qui seront transmises par voie hertzienne sur la bande [283,5-325] kHz grâce au format RTCM-sc104. Cependant, ces corrections sont calculées et valables pour un certain périmètre, au delà, on s'accorde à dire que la précision se dégrade de 1 mètre tous les 100 kilomètres.

EGNOS

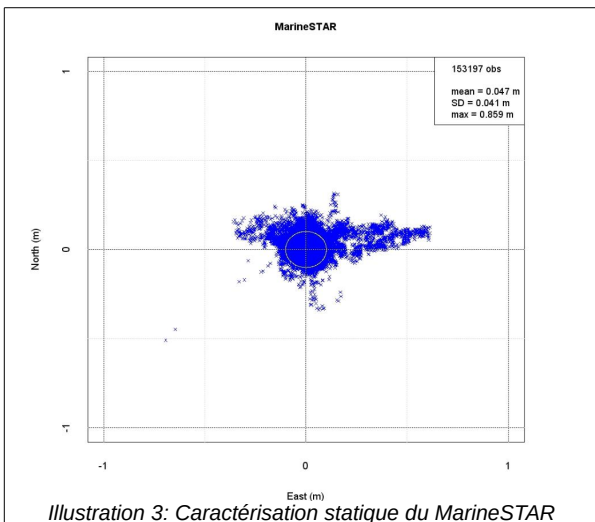
Élaboré en étroite collaboration entre la Commission Européenne, l'Agence Spatiale Européenne et Eurocontrol, l'organisme européen chargé de la sécurité de la navigation aérienne, EGNOS répond aux besoins de l'aviation civile en fournissant un positionnement précis et intègre, c'est-à-dire fournir à l'utilisateur des informations sur la fiabilité du GPS sous la forme de seuils de confiance et des alarmes en cas d'anomalies.



EGNOS s'appuie sur un segment terrestre et un segment spatial performants ; le segment terrestre est constitué d'un réseau de trois types de stations : les premières sont capables de collecter les signaux des satellites GPS (RIMS sur illustration 2), les deuxièmes d'élaborer des corrections (CPF) puis les dernières de les transmettre aux satellites géostationnaires (NLES). Grâce à leur couverture importante, le segment spatial d'EGNOS est capable de délivrer des corrections sur la quasi-totalité de l'Europe. Les délais ionosphériques sont estimés localement par interpolation grâce à une grille disposant de points de référence.

Le référentiel : MarineSTAR

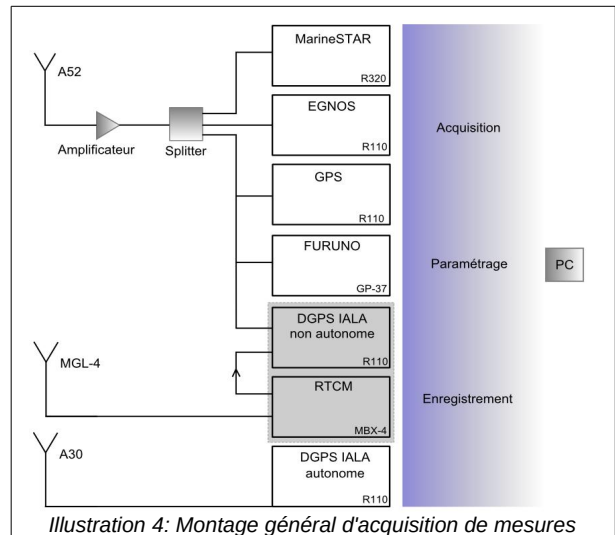
MarineSTAR est un système de navigation développé par le société FUGRO sur les mêmes bases que celles du service EGNOS : stations qui collectent les signaux GPS, élaborent les corrections différentielles et les envoient à des satellites géostationnaires. Il peut traiter à la fois les signaux des systèmes GPS et GLONASS. Le positionnement est réalisé en traitant les pseudodistances comme EGNOS et le DGPS IALA mais aussi la phase des signaux GPS des deux fréquences



disponibles L1 et L2. Le constructeur annonce une précision de positionnement à 95 % de 10 cm en horizontal ainsi que 15 cm en vertical, et cela quelle que soit la position du navire sur le globe. Nos calculs d'écarts planimétriques se basent sur la différence entre la position donnée par le récepteur EGNOS/DGPS par rapport au récepteur MarineSTAR. Le résultat est donc un positionnement relatif qui reste suffisamment précis pour notre besoin (illustration 3) ; nous obtenons suite à une caractérisation statique du référentiel sur une période de 7 jours, une précision à 95 % d'environ 8 centimètres.

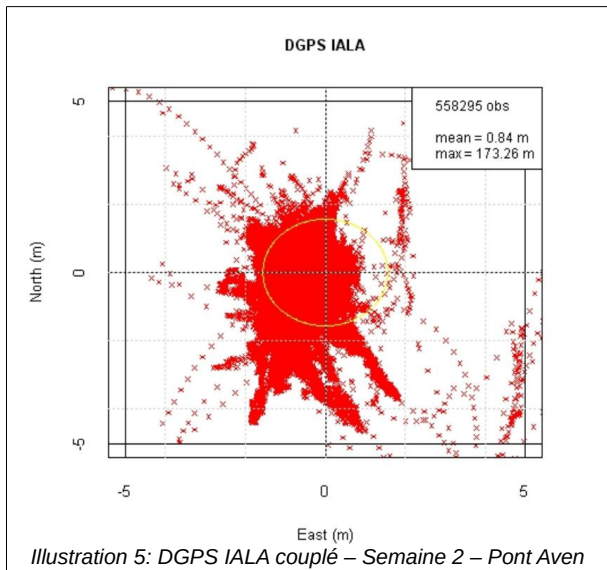
Présentation des campagnes/dispositifs

Les récepteurs et antennes sont du constructeur HEMISPHERE.



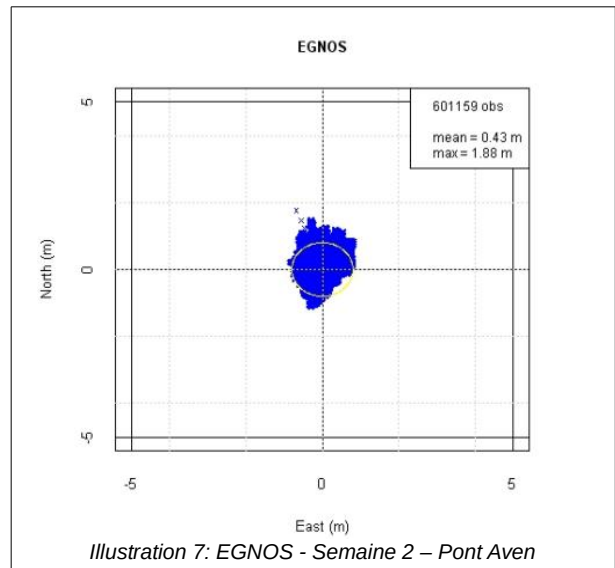
Afin de caractériser au mieux les services nous avons comparé pour le DGPS IALA deux montages différents et pour EGNOS, deux récepteurs différents. Le premier montage DGPS consiste en un récepteur GPS couplé avec un récepteur de corrections différentielles RTCM. Le second montage combine ces deux fonctions dans un unique récepteur dit autonome qui intègre en plus, un traitement de tri des stations DGPS côtières ne prenant que les plus précises et les plus proches. Pour EGNOS, nous avons choisi un récepteur de qualité professionnelle (R110) et un récepteur entrée de gamme (FURUNO). De même, nous avons voulu comparer le GPS standalone, c'est-à-dire sans corrections extérieures. Les campagnes de mesures sur mer se sont déroulées sur le Pont Aven de la Brittany Ferries, navire de transport de passagers de 180 mètres de long prévu pour des croisières en Europe, le Fromveur II, navette de 45 mètres de long de la Penn Ar Bed desservant les îles de Molène et Ouessant. Sur la Gironde, il s'agit de l'Arbalestrille vedette hydrographique du Port de Bordeaux servant pour la bathymétrie.

Résultats



Les résultats calculés dans les différentes campagnes nous montrent que le DGPS IALA est facilement perturbé et fournit un positionnement dispersé autour du référentiel MarineSTAR. Deux constatations suite aux mesures nous sont apparues : de grands écarts allant jusqu'à 170 mètres (illustration 5) pour le Pont Aven et des coupures de réception des corrections différentielles RTCM. Les écarts s'expliquent car le montage couplé reçoit des stations côtières à plus de 2000 kilomètres de la position vraie du navire. Ceci se répète en fin de journée et notamment la nuit où l'activité électronique dans l'ionosphère est la plus importante. Lorsque ces conditions sont réunies, le signal RTCM à 300 KHz, peut par réflexion sur l'ionosphère chargée se propager à des distances qui peuvent dépasser plusieurs milliers de kilomètres tout en gardant un niveau important. Ainsi le récepteur ne fait pas la différence entre une station à proximité et l'autre beaucoup plus lointaine. Le second montage ne semble pas beaucoup plus efficace lors de la campagne sur le Fromveur II car il montre des résultats similaires au montage couplé.

Une seconde constatation vient s'ajouter à ce problème : de nombreuses et longues coupures de signal corrigé dans les mesures du DGPS IALA. Après plusieurs expériences, la réception des corrections se voit perturbée par le fonctionnement des appareils électroniques internes aux navires (moteurs, alternateurs, convertisseurs de courant) qui émettent des fréquences parasites quasi similaires à celles d'émission des stations côtières.



Le service EGNOS n'a pas rencontré de problème de réception des corrections différentielles lors des différentes campagnes et affiche une remarquable stabilité accompagnée d'une bonne précision : 0,60 mètres à 95 % sur le Pont Aven, répondant ainsi largement aux normes de navigation maritime.

Conclusion Le service EGNOS pourrait alors, dans le contexte de nos mesures, se proposer comme un système de positionnement temps réel pour la navigation maritime et se substituer à un système DGPS IALA qui est parfois sujet à des phénomènes environnementaux (réflexions ionosphériques, convertisseurs, moteurs, alternateurs...) pouvant provoquer des erreurs de positionnement importantes.

Navire	GPS			IALA RTCM		DGPS auto		EGNOS – R110		EGNOS – FURUNO	
	Période	2 ^e semaine	3 ^e semaine	2 ^e semaine	3 ^e semaine	2 ^e semaine	3 ^e semaine	2 ^e semaine	3 ^e semaine	2 ^e semaine	3 ^e semaine
PONT AVEN	Min			0,02	0,03			0,01	0,01		
	Max			173,26	6,90			1,88	3,00		
	Moy			0,84	0,85			0,43	0,44		
	Écart-type			0,91	0,51			0,22	0,26		
	95 %			2,23	1,25			0,54	0,64		
FROMVEUR II	Période	1 ^{re} campagne	2 ^e campagne	1 ^{re} campagne	2 ^e campagne	1 ^{re} campagne	2 ^e campagne	1 ^{re} campagne	2 ^e campagne	1 ^{re} campagne	2 ^e campagne
	Min	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,01	0,01		0,05
	Max	4,05	5,23	4,54	8,08	4,00	6,06	3,02	6,02		16,98
	Moy	1,02	1,09	0,81	1,20	1,01	1,44	0,59	0,74		2,09
	Écart-type	0,68	0,80	0,59	0,85	0,61	0,87	0,41	0,71		1,41
95 %	1,67	1,96	1,45	2,08	1,49	2,13	1,00	1,74		3,45	
ARBALESTRILE	Période	½ journée		½ journée		½ journée		½ journée			
	Min	0,02		0,01		0,01		0,01			
	Max	2,58		1,80		1,97		1,43			
	Moy	1,31		0,51		0,54		0,54			
	Écart-type	0,60		0,29		0,29		0,19			
95 %	1,47		0,71		0,71		0,47				

Illustration 6: Récapitulatif des écarts planimétriques (en mètres) pour les différentes campagnes