

LE GPS



**GLOBAL
POSITIONING
SYSTEM**

Historique



- À l'origine, le GPS était **un projet de recherche de l'armée américaine**. Il a été lancé dans les années 1960.
- Le premier satellite est lancé en 1978.
- En 1983, le président Ronald REAGAN, à la suite d'un accident d'avion, propose que la technologie GPS soit disponible gratuitement aux civils, une fois opérationnelle.
- En 1995, le déploiement des 24 satellites opérationnels (plus 4 en réserve) est achevé. Le système devient alors fonctionnel avec une précision limitée à une centaine de mètres pour un usage civil.
- En 2000, le président Bill CLINTON confirme l'intérêt de la technologie à des fins civiles et autorise une diffusion non restreinte des signaux GPS, permettant une précision d'une dizaine de mètres et une démocratisation de la technologie au grand public;

Un GPS : à quoi ca sert ?



- Le Global Positioning System (GPS) (en français Système mondial de positionnement ou Géopositionnement par satellite), aussi connu sous le nom de Navstar est **un système de géolocalisation** fonctionnant au niveau mondial et reposant sur l'exploitation de signaux radio émis par des satellites dédiés.
- Un GPS est **un récepteur** qui converti des signaux émis par des satellites pour les transformer en une position géographique. Globalement, **le GPS vous dit où vous êtes.**

Composition du système



LE GPS EST COMPOSÉ DE TROIS PARTIES

DISTINCTES, APPELÉES SEGMENTS

Segment spatial



- Le segment spatial est constitué d'une constellation de 31 satellites en fonctionnement mais le nombre de satellites en service à une date précise peut varier selon les opérations décidées par le segment de contrôle.
- **La constellation est organisée autour de 24 satellites principaux** qui assurent la disponibilité mondiale du GPS, ce qui suppose d'avoir au moins quatre satellites visibles du sol partout dans le monde. Depuis 2011, la configuration de la constellation principale est augmentée à 27 emplacements afin de fournir une meilleure couverture mondiale.
- **Les satellites évoluent sur six plans orbitaux** ayant une inclinaison d'environ 55° sur l'équateur. Ils suivent une orbite quasi-circulaire de rayon 26 600 km environ (soit une altitude de 20 200 km) qu'ils parcourent en 11 h 58 min

Segment spatial (suite)



- Ces satellites émettent en permanence sur deux fréquences L1 (1 575,42 MHz) et L2 (1 227,60 MHz) modulées en phase par un ou plusieurs codes, datés précisément grâce à leur [horloge atomique](#), et par un message de navigation.
- Ce message inclut en particulier les [éphémérides](#) permettant le calcul de la position des satellites, ainsi que des informations sur leur [horloge](#) interne.
- Le premier code est librement accessible, le second est réservé aux utilisateurs autorisés car il est le plus souvent chiffré : on parle alors de code Y. Les récepteurs commercialisés dans le domaine civil utilisent le premier

Segment de contrôle



C'est la partie qui permet de piloter et de surveiller le système. Il est composé de cinq stations au sol. Leur rôle est de mettre à jour les informations transmises par les satellites (éphémérides, paramètres d'horloge) et contrôler leur bon fonctionnement.

Segment utilisateur



Le segment utilisateur regroupe l'ensemble des récepteurs GPS militaires et civils qui reçoivent et exploitent les signaux des satellites GPS pour calculer des données de position, de vitesse ou de temps. Comme les utilisateurs ne font que recevoir (ils n'émettent pas vers les satellites), le système ne peut être saturé et le nombre maximum d'utilisateurs GPS est illimité.

Fonctionnement du GPS



La position est obtenue par le calcul de la distance qui sépare le récepteur à bord du bateau et le satellite, calcul répété sur plusieurs satellites. Les satellites envoient l'heure d'émission par ondes qui se déplacent à la vitesse de la lumière. Connaissant cette vitesse et le décalage entre l'heure d'émission et celle de la réception, on détermine la distance entre le récepteur et le satellite. Cette information multipliée sur plusieurs satellites détermine une position.

Nombre de satellites nécessaires



- Un [récepteur GPS](#) qui capte les signaux d'au moins **quatre satellites** équipés de plusieurs [horloges atomiques](#) peut par [trilatération](#), situer précisément en trois dimensions n'importe quel point placé en visibilité des satellites GPS.
- Dans certains cas, seuls **trois satellites** peuvent suffire. On peut donc se contenter de trois satellites lorsque l'on évolue au-dessus d'une surface « plane » (océan, mer).

La précision de la position GPS



- Par sécurité, la précision du GPS est annoncée entre 10 et 20 m près (même si elle est souvent meilleure). Concernant la précision, il est courant d'avoir une position horizontale à 10 mètres près. Le GPS étant un système développé pour les militaires américains, une disponibilité sélective a été prévue : certaines informations, en particulier celles concernant l'horloge des satellites, peuvent être volontairement dégradées et priver les récepteurs qui ne disposent pas des codes correspondants de la précision maximale.

Diminution de la précision



- La précision de la position obtenue dépend, toutes choses égales par ailleurs, de la géométrie du système : si les satellites visibles se trouvent tous dans un cône d'observation de faible ouverture angulaire, la précision sera moins bonne que s'ils sont répartis régulièrement dans un large cône. Les effets de la géométrie du système de mesure sur la précision sont décrits par un paramètre : le DOP (pour « Dilution of Precision », en français « atténuation » ou « diminution de la précision »)

Les différents DOP



Dilution Of Précision

- le HDOP se réfère à la précision horizontale,
- le TDOP à la précision sur le temps,
- le VDOP à la précision sur l'altitude. La précision espérée est d'autant meilleure que le DOP est petit.

Indication de la précision



- Soit l'appareil l'affiche directement en feet ou mètres. Soit il affiche la précision du système par un coefficient d'affaiblissement de la précision du positionnement. Abréviations = PDOP (position dilution of précision). Les appareils indiquent la composante horizontale la HDOP (horizontale position dilution of précision).
HDOP = 4 -> précision de 20 mètres. (valeur moyenne)
HDOP = 6 -> précision de 30 mètres
HDOP = 12 -> très mauvaise précision de 60 mètres
Pour être acceptable, la HDOP doit être inférieure à 6.
D'autre part, un écran donne le nombre et la qualité de réception de chaque satellite

Systemes géodésiques



La connaissance du système géodésique est essentielle.

Avant le GPS, chaque pays ou continent avait établi son système géodésique. Pour un même point, les coordonnées géographiques n'étaient pas identiques selon le système.

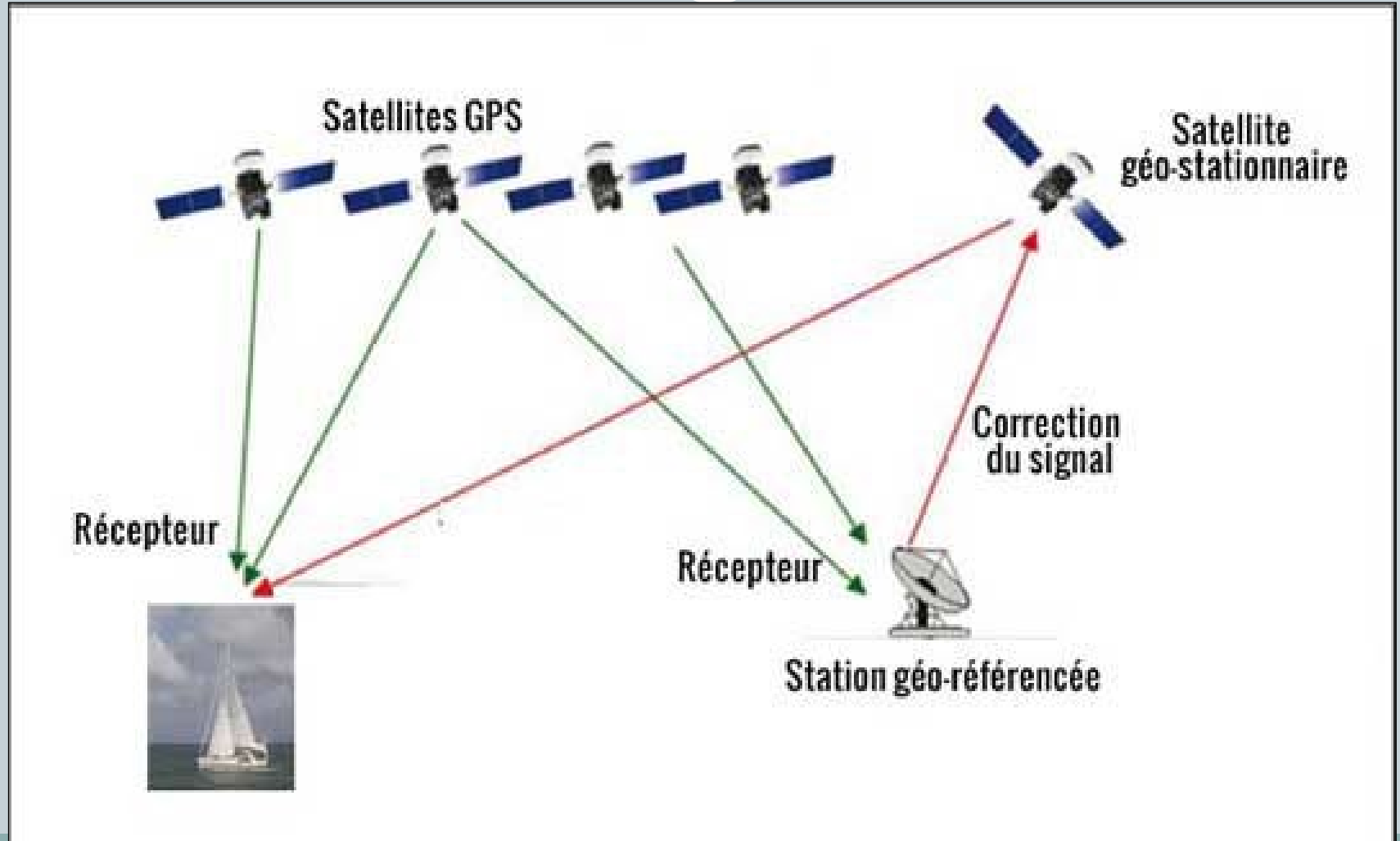
En France, depuis 1950 nous utilisons le système ED50 (Europea datum 1950), mais en 1984, les pays ont réussi à s'entendre pour établir un système géodésique commun et mondial le **WGS84** (World geodetic system établi en 1984).

Le différentiel pour améliorer la qualité



- Certains systèmes GPS conçus pour des usages très particuliers peuvent fournir une localisation à quelques millimètres près. Le [GPS différentiel](#) (DGPS) corrige ainsi la position obtenue par GPS conventionnel.
- Une station terrestre dont la position est précisément connue, capte le signal GPS et calcule l'erreur de position. En moins de 5 secondes, elle renvoie cette erreur vers un satellite géostationnaire qui peut alors informer les utilisateurs de l'erreur à cet instant T pour cette zone.
- Avec un différentiel, la précision tombe entre 3 et 5 m, moins que la longueur de votre bateau.

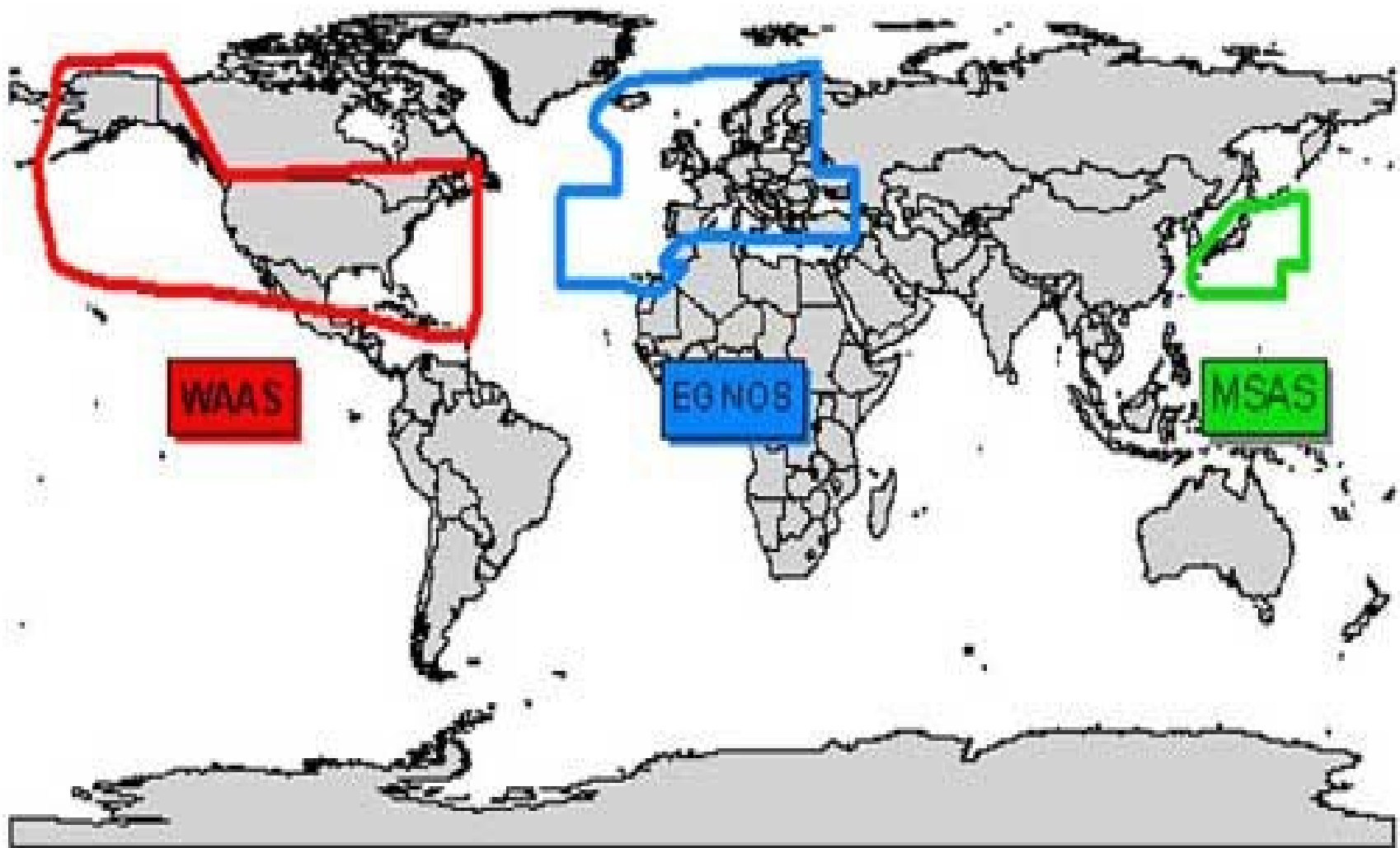
Le système du GPS différentiel



Différents systèmes de différentiels



- Il existe 3 systèmes de différentiels au monde mais heureusement tous compatibles (ce qui vous évitera de changer de GPS en changeant de zone !). Le WASS couvre les Etats-Unis, l'EGNOS couvre l'Europe centrale et le MTSAT (ou MSAS) est au-dessus du japon.
- Sur nos GPS, cela se traduit par un paramétrage dans le menu, que l'on active ou non (au choix). Les GPS derniers nés ont tous cette option.



Les concurrents du GPS



- Pour sortir de ce joug des américains, d'autres systèmes ont été mis au point sans atteindre cependant la couverture ou la précision du GPS :
- [GLONASS](#) est le système [russe](#), qui est de nouveau pleinement opérationnel depuis décembre 2011 ;
- [BEIDOU](#) est le système de positionnement créé par la [République populaire de Chine](#) ; il est opérationnel uniquement sur le territoire chinois et les régions limitrophes (il utilise des satellites géostationnaires, au nombre de quatre actuellement) ; son successeur [Compass](#) sera global et atteindra une précision de 10 m au sol ;
- [l'Inde](#) prépare également son système de positionnement, [l'IRNSS](#) ;
- [GALILEO](#) est le système civil de [l'Union européenne](#) en cours de test depuis [2004](#). À terme (prévu vers 2020), il est destiné à être au moins équivalent au GPS en termes de couverture et de précision ;
- Le Japon prépare le système [QZSS](#) (Quasi-Zenith Satellite System) pour 2017-2018.

Limite du GPS



En dépit de sa fiabilité et de sa précision, un GPS ne peut être fiable à 100 %. Sa précision peut être mise en défaut par :

- une cause extérieure de mauvaise réception : parasites, orage, forte humidité, relief environnant, [orage magnétique](#) (dû à l'activité solaire)... ;
- un brouillage radioélectrique volontaire ou non ;
- une manœuvre au cours de laquelle la réception est temporairement masquée ;
- l'alignement momentané de quelques satellites qui empêche le calcul précis (incertitude géométrique temporaire) ;
- un incident dans un satellite.
- Le décalage de l'horloge atomique

REGLAGE DU GPS



Réglages du GPS avant son utilisation



- Distance en mille marin (M. ou NM (nautical mille))
- Vitesse en nœuds
- Altitude en mètres
- Réglage de la date et l'heure (croisière côtière) heure légale.

Affichage des latitudes et des longitudes



- Deux formats numériques : système décimal ou système sexagésimal
Maintenant depuis 1985, les **nouvelles cartes vendues utilisent le système décimal**. Les cadres des latitudes et des longitudes sont gradués en degrés ($^{\circ}$), minutes ($'$) et fractions décimales ou centésimales de minutes. Dans ce cas, il faut choisir le même format pour l'affichage des coordonnées géographiques du GPS en centièmes ou millièmes de minutes d'arc : **ddd $^{\circ}$ mm. mmm' -> **46 $^{\circ}$ 07.045'****
- le système sexagésimal Les cadres des latitudes et des longitudes sont gradués en degrés ($^{\circ}$), minutes ($'$), secondes ($''$) et dixièmes de seconde : **ddd $^{\circ}$ mm' ss. s'' -> **001 $^{\circ}$ 27' 57.9''**.**

Choix du système géodésique



Avant de reporter les coordonnées du point du GPS sur une carte, il faut vérifier les datums de la carte et de l'appareil. Sur les cartes, le système géodésique est indiqué sur le cartouche de cette dernière et les corrections à effectuer pour passer d'un système à un autre sont mentionnées.

Le système utilisé par défaut par les GPS est le WGS84, mais le choix est possible dans les réglages.

Le SHOM recommande de laisser le GPS en WGS84 et d'appliquer des corrections avant de porter le point sur la carte. Exemple de corrections: Latitude 0 15 mètres et longitude 180 mètres.

Depuis quelques années, les cartes sont établies avec le système WGS84.

Mode vrai (true) ou magnétique



Dans le paramétrage du GPS, il est possible de choisir entre les relèvements ou les routes vrais ou magnétiques. Le choix le plus cohérent est le mode vrai. Toutes les routes ou relèvements calculés par le GPS peuvent être portés directement sur la carte. Seul contrainte, il suffit de calculer la variation (D+d) pour communiquer le cap compas au barreur.

FONCTIONS DU GPS



Fonction WAYPOINT



Les waypoints sont des points de route ou de passage dont les coordonnées géographiques (latitude et longitude) sont mises en mémoire pour permettre à l'appareil de calculer en permanence le relèvement (« Relèvement au waypoint actif ») et la distance de la position du bateau à ces points. Il est facile de calculer le cap compas.

- Les waypoints sont choisis et utilisés pour éviter un danger ou pour signaler un changement de route.

Fonction GOTO



Quand vous avez entré tous les points de route, il est facile d'utiliser la fonction GOTO. Naviguer vers les différents wpts de notre route, c'est-à-dire activer les uns après les autres. Dans le menu, vous choisissez cette fonction et le waypoint.

Le GPS vous donnera le relèvement vrai de ce point et sa distance.

Il vous affiche la route à suivre vers le waypoint et il vous indique la route fond.

La différence entre la route à suivre et la route fonds correspond à vos dérives et vous pouvez corriger votre cap pour rester sur la route géographique.

Fonction ROUTE



La route est une suite de waypoints qui s'enchaînent selon la progression du bateau. Au lieu d'utiliser des wpts isolés, le GPS permet de créer des routes, c'est-à-dire une suite chronologique des wpts pour aller d'un port à un autre.

Fonction MOB



La fonction MOB (**M**an **O**ver **B**oard)
vous permet de:

- Enregistrer la position d'un homme tombé à la mer
- Faire route vers cette position

Les abréviations des GPS



DTG ou **DST** ou **DIS** = distance du wpt actif. (valeur en milles nautiques)

BRG = Route ou relèvement du waypoint actif (valeur vraie)

SOG = vitesse fond

COG = route fond

Enfin une notion essentielle.

XTE = écart de route, distance en milles et fractions entre la position actuelle et la route géographique. et affichage du côté de l'écart (G ou D et L ou R).