

# GPS

GUIDE PRATIQUE DU

**La référence!**  
Plus de 16000 ex. vendus!  
**6<sup>e</sup> édition**

**Vous  
êtes  
ici**



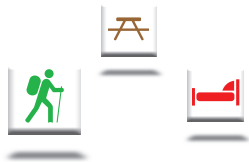
**PAUL CORREIA**

Préface de Richard Scauri

**EYROLLES**

45

PAUL CORREIA



# GUIDE PRATIQUE DU GPS

*En voiture ou intégré à un smartphone (iPhone, Android...), le GPS est au service de tous ceux qui explorent le monde, qu'ils soient automobilistes, randonneurs ou marins. À condition d'en maîtriser l'utilisation, ce système permet de connaître instantanément sa position avec une facilité et une fiabilité jamais égalées auparavant!*

## Bien utiliser les systèmes GPS et éviter les erreurs courantes

Du randonneur novice découvrant les systèmes de positionnement au navigateur expérimenté qui désire utiliser au mieux son instrument, le *Guide pratique du GPS* répond aux questions de tous ceux qui auront un jour à utiliser un récepteur GPS : quelle confiance accorder aux appareils de navigation personnels (guidage routier) ? Le GPS est-il réellement fiable et disponible partout et tout le temps ? Quelle est sa véritable précision et comment l'augmenter ? Comment établir un itinéraire ? Comment établir une route à l'aide de cartes maritimes et terrestres ? Comment connecter un récepteur GPS à un ordinateur ou à un pilote automatique ?

Dans cette 6<sup>e</sup> édition, entièrement mise à jour d'après les dernières données de positionnement par satellites, notamment des systèmes EGNOS et Galileo, l'auteur fait le point sur les plus récents équipements GPS du marché, les technologies associées et comment les utiliser au mieux. Il décrit la cartographie numérique et comment se procurer et charger des cartes libres de droits.

## L'auteur

Pionnier dans la définition des circuits pour smartphones, dont il fut responsable chez Texas Instruments, **Paul Correia** est aujourd'hui photographe reporter indépendant et consultant en navigation et en géolocalisation, spécialisé dans les zones mal cartographiées où une minutieuse préparation est requise. Il est également l'auteur du livre *Mon GPS en action!* paru aux éditions Eyrolles.

## À qui s'adresse cet ouvrage ?

- Aux randonneurs et navigateurs, que leur pratique soit occasionnelle ou intensive
- Aux professionnels désirant optimiser la précision de leur récepteur GPS
- À tout acquéreur de système de navigation.

## Au sommaire

Fonctionnement et précision du système GPS • Récepteurs GPS • GPS différentiel • Cartographie papier et électronique • Navigation • Liaisons informatiques • Réception, antenne et signaux • Intégrité et avenir du GPS • Se procurer de nouvelles cartes routables gratuites et les utiliser avec son GPS.

Code éditeur : G13367  
ISBN 978-2-212-13367-7

[www.editions-eyrolles.com](http://www.editions-eyrolles.com)

# GPS

GUIDE PRATIQUE DU

## DU MÊME AUTEUR

P. CORREIA. – **Mon GPS en action.** *Créer et enrichir ses cartes avec Google Earth, Google Maps, OpenStreetMap...*  
N°12668, 2010, 300 pages.

## CHEZ LE MÊME ÉDITEUR

T. SARLANDIE. – **Programmation iOS 5 pour iPhone et iPad.** *Conception, ergonomie, développement et publication.*  
N°12799, à paraître 2012, 280 pages

J. CHABLE, D. GUIGNARD, E. ROBLES, N. SOREL. – **Programmation Android avec le SDK 3 et 4.**  
N°12587, à paraître 2012, 500 pages.

S. ROBERTS. – **L'Art de l'iPhonographie.**  
N°12986, 2011, 160 pages.

J.-M. DEFRANCE. – **À la découverte de son iPhone.**  
N° 12795, 2011, 206 pages.

TEXTO ALTO. – **Le Guide pratique iPhone.**  
N°13227, 2011, 158 pages.

R. RIMELÉ. – **HTML 5. Une référence pour le développeur web.**  
N°12982, 2011, 604 pages.

R. GOETTER. – **CSS avancées. Vers HTML5 et CSS3.**  
N°13405, à paraître 2012, 400 pages.



# GIPS

GUIDE PRATIQUE DU

PAUL CORREIA

6<sup>e</sup> édition

EYROLLES

ÉDITIONS EYROLLES  
61, bd Saint-Germain  
75240 Paris Cedex 05  
[www.editions-eyrolles.com](http://www.editions-eyrolles.com)

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans l'autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.

© Groupe Eyrolles, 2012, ISBN : 978-2-212-13367-7



# Préface

Lors de mes stages de formation GPS auprès des Guides de haute montagne ou à l'ENSA (École Nationale de Ski Alpinisme), j'ai toujours recommandé le *Guide pratique du GPS* de Paul Correia comme ouvrage de référence à avoir dans sa bibliothèque.

Je l'ai également conseillé à tous les nouveaux utilisateurs qui se posent tant de questions sur les projections, les systèmes géodésiques et les « datums », soit pour reporter simplement leur position sur une carte papier, soit pour géoréférencer correctement la carte scannée de leurs terrains de jeu.

Cependant, je leur indique également que le GPS ne doit rester qu'une aide supplémentaire à « La Décision ». En effet, la décision qu'ils prendront un jour dans la tourmente, et dont pourront dépendre leur vie et celle de leurs compagnons, proviendra directement et naturellement de la confiance qu'ils auront pu acquérir dans ce système, mais également de leur maîtrise des méthodes traditionnelles (boussole, altimètre, carte).

Dans certains cas néanmoins, le GPS reste aujourd'hui la seule source fiable pour fixer sa position.

Ce *Guide pratique du GPS* fournit tous les éléments de cette connaissance qui permettra, en pratiquant régulièrement par beau temps, quand justement l'on n'en a pas besoin, de se forger cette confiance et d'en évaluer les limites. Le système GPS est une merveilleuse technique de positionnement si elle s'appuie également sur l'expérience et la connaissance de la montagne.

Richard Scauri

Formateur GPS auprès des  
guides de haute montagne



# Préface de l'auteur

En écrivant cette sixième édition du *Guide pratique du GPS*, je mesure l'énorme progrès qu'ont subi, depuis la première édition écrite en 1999, non seulement nos récepteurs GPS et le système GPS dans son ensemble, mais aussi la façon d'utiliser cet instrument incontournable. À cette époque, les récepteurs GPS portables avec écran couleur n'existaient pas et n'affichaient pratiquement aucune information graphique. L'afficheur servait principalement à fournir les coordonnées géographiques et quelques autres données ; tout au plus, ils affichaient parfois un graphique simpliste représentant la route à suivre ou l'écart de route. Il fallait obligatoirement se servir d'une carte papier afin d'y reporter une position ou définir une route.

Le GPS était encore un système confidentiel utilisé par quelques marins ou pilotes d'avion et les récepteurs GPS étaient dans l'ensemble assez chers. La navigation automobile était pratiquement délaissée et il fallait un système sophistiqué doté de nombreux capteurs pour en équiper un véhicule. La précision du système était volontairement dégradée à 100 mètres par le gouvernement américain et, lorsqu'on était proche d'un émetteur de signaux différentiels GPS, il fallait disposer d'un onéreux et encombrant récepteur DGPS si on désirait en améliorer un tant soit peu la précision.

Aujourd'hui, nos habitudes ont complètement changé avec les nouvelles générations de récepteurs GPS. C'est l'automobile qui a propulsé les GPS dans la plupart des véhicules et des foyers. Ces récepteurs sont fournis avec une cartographie complète du pays ou même du continent dans son ensemble. Pour la majorité des utilisateurs, la notion de coordonnées est pratiquement inconnue. Il suffit généralement d'entrer une adresse postale et, après quelques secondes de calcul, le récepteur affiche une représentation en 3D de la route à suivre avec l'heure d'arrivée. Le système vous mènera à bon port comme le ferait un fidèle copilote, même en cas d'erreur de pilotage, de travaux ou de déviation.

La précision du système est devenue impressionnante avec tout d'abord la suppression de la dégradation volontaire, puis avec les nouvelles générations de récepteurs et de satellites GPS et, principalement, avec le déploiement du système WAAS en Amérique du Nord et d'Egnos en Europe. Aujourd'hui, tout utilisateur du GPS dispose d'une précision de l'ordre du mètre partout en Europe et en Amérique du Nord, ce qui était encore totalement impensable il y a seulement quelques années sans un équipement sophistiqué.

Comme le téléphone mobile, le GPS a littéralement révolutionné notre façon de vivre et nos habitudes. Désormais, peu de personnes seraient prêtes à prendre leur véhicule dans un lieu totalement inconnu, sans cet instrument indispensable. Cependant, tous les utilisateurs ont fait un jour l'expérience d'un raccourci des plus douteux proposé par son GPS ou même d'autres mésaventures plus ennuyeuses. Gardez à l'esprit qu'il ne faut pas toujours faire totalement confiance à votre GPS, mais connaître en détail cet appareil vous aidera dans bien des situations.

Paul Correia

[gps.geolocalisation@free.fr](mailto:gps.geolocalisation@free.fr)

<http://gps.geolocalisation.free.fr>

# Table des matières

<b>AVANT-PROPOS</b> .....	<b>1</b>
<b>Organisation de l'ouvrage</b> • 2	
<b>Questions/réponses</b> • 4	
Quelle est la véritable précision du GPS ? • 4	
Le GPS est-il réellement disponible partout et tout le temps ? • 4	
Est-il toujours fiable et dans quelles conditions ? • 4	
Lorsque j'utilise mon GPS, puis-je être localisé par les satellites ? • 5	
Pourquoi le GPS m'indique-t-il parfois un chemin incorrect ? • 5	
Existe-t-il des moyens pour augmenter sa précision ? • 5	
Quels sont les pièges à éviter lors de son utilisation ? • 6	
Comment utiliser le GPS avec la plupart des cartes maritimes ou terrestres ? • 6	
Comment établir une route à l'aide du GPS ? • 6	
La précision fournie par Egnos est-elle vraiment utile pour une utilisation courante ? • 7	
<b>Avertissement</b> • 7	
GPS et récepteur GPS • 8	
<b>Remerciements</b> • 8	
<b>1. LE SYSTÈME GPS</b> .....	<b>11</b>
<b>Historique</b> • 13	
<b>Composition du système GPS</b> • 17	
Segment spatial • 18	
Segment de contrôle • 21	
Segment utilisateur • 23	
<b>Services fournis</b> • 23	
Le PPS • 23	
Le SPS • 24	
<b>Contrôle et politique du GPS</b> • 24	
<b>2. FONCTIONNEMENT</b> .....	<b>27</b>
<b>Mesure de la distance d'un satellite</b> • 29	
<b>Synchronisation de l'horloge du récepteur</b> • 30	
<b>Positionnement en deux dimensions (2D)</b> • 32	
<b>Positionnement en trois dimensions (3D)</b> • 33	

<b>3. PRÉCISION</b> .....	<b>37</b>
<b>Précision fournie</b> • 38	
Comment définir la précision ? • 38	
Quelle est la véritable précision d'un GPS ? • 39	
<b>Sources d'erreurs</b> • 42	
Erreurs d'origine naturelle • 43	
Erreurs d'origine technique • 44	
<b>Diminution de la précision</b> • 44	
<b>Autres sources d'erreurs</b> • 47	
Mauvais fonctionnement d'un satellite • 47	
Arrêt d'un satellite • 48	
Erreurs dues à l'utilisateur • 48	
Panne du récepteur • 48	
<b>Précision indiquée par un récepteur</b> • 49	
Amélioration de la précision • 49	
Précision requise • 49	
<b>4. RÉCEPTEUR GPS</b> .....	<b>51</b>
<b>Choisir un récepteur GPS</b> • 52	
Récepteur portable ou fixe ? • 53	
Les GPS de poche • 53	
Les PND ou GPS routiers • 54	
Les GPS fixes à cartographie nautique ou aéronautique • 55	
Les smartphones GPS • 56	
Les PDA GPS • 57	
Les téléphones mobiles AGPS • 57	
Les montres GPS • 57	
Récepteur pour ordinateur portable et PDA • 58	
Les traceurs GPS • 59	
Les GPS pour appareil photo • 59	
<b>Cartographie intégrée</b> • 60	
<b>Récepteur différentiel intégré</b> • 61	
Compatible WAAS/Egnos • 61	
Récepteur AGPS • 61	
Autres systèmes différentiels • 62	
<b>Fonctions fournies par les GPS</b> • 63	
Position • 63	
Précision et sensibilité • 63	
Temps pour la première position (TTFF) • 63	
Format d'affichage • 64	
Systèmes géodésiques • 65	
Écart de route désirée (XTE) • 65	



Altitude • 66  
Modes 2D et 3D • 66  
Altimètre barométrique • 66  
Limitation de l'altitude • 67

**Direction • 67**

Cap actuel (Cap, TRK, COG ou HDG) • 67  
Correction magnétique • 68  
Relèvement (BRG) • 68  
Route désirée (DTK) • 68  
Tourner (TAE, STR ou TRN) • 69  
Compas et indications graphiques • 69  
Compas électronique • 70  
Route loxodromique ou orthodromique • 70

**Distance • 71**

Distance au suivant (DST, DIS ou DTG) • 71  
Distance à destination • 71  
Unités de mesure • 71  
Odomètre • 71

**Vitesse • 72**

Vitesse horizontale (SOG) • 72  
Vitesse d'approche du waypoint (VMG) • 72  
Vitesse verticale • 73  
Limitation de vitesse • 73

**Heure et date • 74**

Temps GPS • 74  
Temps UTC • 74  
Heure locale • 75  
Heure affichée • 76  
Date • 76  
Temps au suivant (ETE ou TTG) • 76  
Heure d'arrivée (ETA) • 77

**Messages et alarmes • 77**

Alarme d'approche • 77  
Alarme d'erreur de route • 78  
Zone de garde ou alarme de proximité • 78  
Alarme de mouillage • 79  
Alarme HDOP • 79

**Homme à la mer (MOB) • 79****Waypoints • 80**

Noms, commentaires et symboles • 80  
Routes • 81  
Waypoints préprogrammés et POI • 81

- Coucher et lever des astres • 81**
- Mode simulateur • 81**
- Informations générales • 82**
- Antenne • 82**
- Interface • 83**
- Mise à jour du système • 83**
- Alimentation électrique • 84**
- Autres caractéristiques • 84**
  
- 5. GPS DIFFÉRENTIEL ..... 87**
  - GPS à différence de code • 89**
  - GPS à différence de phase • 91**
  - Émetteurs GPS différentiel • 92**
    - Émetteurs DGPS locaux (LDGPS) • 93
    - Émetteurs DGPS à large couverture (WDGPS) • 93
  - Post-traitement • 94**
  - Intégrité apportée par le DGPS • 95**
  - Systèmes DGPS disponibles en Europe • 95**
    - Egnos (SBAS) • 95
    - AGPS • 99
    - Balises DGPS maritimes • 101
    - Les systèmes privés • 103
  
- 6. CARTOGRAPHIE ..... 107**
  - Systèmes géodésiques • 108**
  - Modèles géométriques terrestres • 109**
    - Ellipsoïde de référence terrestre • 109
    - Modélisation de la surface terrestre (géοïde) • 110
  - Les différents systèmes géodésiques • 111**
    - Conversions de systèmes géodésiques • 113
  - Coordonnées • 115**
    - Latitude et longitude • 115
    - Le système UTM • 117
  - Les cartes IGN • 121**
    - Utilisation des cartes IGN avec le système UTM • 122
  - Les cartes marines du SHOM • 124**
    - Utilisation des cartes du SHOM avec les coordonnées en degrés • 126
  - Utilisation de cartes étrangères • 127**
  - Cartographie numérique • 128**
    - Les différentes catégories de cartes • 128
    - Précision des cartes • 130

Utilisations des différentes cartes numériques • 131  
 Les cartes libres de droits • 134  
 Logiciels de cartographie • 137

**7. NAVIGATION ..... 139**

**Waypoints • 140**  
 Utilisation de waypoints de provenance extérieure • 141

**Méthodes d'utilisation du GPS • 142**  
 Guidage routier • 143  
 Point à point • 143  
 Suivi de trace • 144  
 Choisissez votre méthode de navigation à l'avance • 144

**Établir une route • 145**  
 Carte routable et non routable • 145  
 Établir une route avec une carte nautique • 146  
 Route orthodromique • 147  
 Établir une route pour la randonnée • 147  
 Établir une route avec un PND • 148

**Suivre une route • 149**  
 Utilisation en mer • 150  
 Cap magnétique • 154  
 Contrôler sa position • 154  
 Navigation en présence de courants • 155  
 Utilisation en randonnée • 158  
 Navigation pour véhicule automobile • 161

**8. LIAISONS INFORMATIQUES ET LOGICIELS GPS ..... 163**

**Connexion à un ordinateur • 164**  
 Affichage des informations NMEA • 165

**Connexion à un PDA • 167**

**Connexion à un pilote automatique • 168**

**Connexion à d'autres instruments NMEA • 169**

**Logiciels GPS • 170**  
 OpenCPN • 170  
 Gpstrack • 171  
 tangoGPS • 172

**Le standard NMEA 0183 • 173**

**Le protocole RTCM 104 • 177**

**9. RÉCEPTION, ANTENNE ET SIGNAUX ..... 179**

**Réception • 180**  
 Puissance de réception • 180

- Réception sous les arbres • 181
- Réception à l'intérieur des véhicules • 181
- Brouillage et interférences • 182
- Antenne active • 183
- Choix de l'antenne • 183
- Position de l'antenne • 184
- Liaison • 185

**Caractéristiques électriques des signaux • 185**

**Acquisition des signaux • 186**

**Informations émises par les satellites • 187**

- Mot de télémétrie (TLM) • 189
- Mot de livraison (HOW) • 189
- Horloge et état de fonctionnement du satellite – Sous-trame 1 • 190
- Éphémérides du satellite – Sous-trames 2 et 3 • 191
- Almanach et informations – Sous-trames 4 et 5 • 191

**10. INTÉGRITÉ ET AVENIR DU GPS ..... 193**

**Informations aux utilisateurs • 194**

**L'avenir du GPS • 197**

- Modernisation du GPS • 197
- Egnos • 198

**Les autres systèmes • 199**

- Le système russe Glonass • 199
- Le système européen Galileo • 199
- Le système chinois Beidou/Compass • 200

**Conclusion • 201**

**A. TABLE DE TRANSLATION DES DATUMS ..... 203**

**B. BIBLIOGRAPHIE ET SITES INTERNET ..... 217**

**Ouvrages sur le GPS • 217**

**Sites Internet sur le GPS • 218**

**Sites Internet européens sur Galileo et les systèmes d'amélioration du GPS • 218**

**Ouvrages sur la navigation et la cartographie • 219**

**Sites Internet sur la navigation et la cartographie • 219**

**Standard RTCM et norme NMEA • 219**

**C. GLOSSAIRE ..... 221**

**INDEX ..... 239**

# Avant-propos

*« Un atterrissage impeccable restera toujours pour moi nimbé de magie, comme la réponse des étoiles à qui, tout à l'heure, j'avais demandé : "Où suis-je ?" Et les étoiles avaient répondu : "T'en fais pas, tu verras le cap des Aiguilles avant minuit". »*

*La longue route – Bernard Moitessier.*

Ce livre est destiné à tous ceux qui utilisent ou qui auront un jour à utiliser un récepteur GPS (*Global Positioning System*), aussi bien au navigateur expérimenté qui désire utiliser au mieux son instrument, qu'au novice qui découvre les systèmes de positionnement, et ceci quel que soit leur moyen de locomotion. Ce livre présente comment exploiter le GPS avec les cartes terrestres ou les cartes marines les plus courantes ; il indique également

comment établir une route et la suivre. De nombreuses informations et divers conseils sont fournis à ceux qui souhaitent connecter leur récepteur GPS à un ordinateur ou à d'autres appareils.

Cette sixième édition apporte les corrections sur les dernières informations concernant le positionnement par satellites et qui n'étaient pas encore disponibles lors de la précédente édition. De nombreuses données ont été mises à jour, dont celles concernant les nouveaux systèmes de positionnement comme Egnos ou le système européen Galileo. Les nouvelles techniques de positionnement qui équipent nos téléphones mobiles, tels que le système AGPS, sont également décrites dans cette nouvelle édition.

Tout au long de cet ouvrage, vous trouverez de nombreux conseils et mises en garde. Toutes les informations importantes sont indiquées dans un cadre spécial :

### ATTENTION

Le navigateur prudent n'utilisera jamais d'informations, y compris celles provenant du GPS, dont il n'aura scrupuleusement vérifié l'origine et la véracité.

## Organisation de l'ouvrage

Dans cet ouvrage, après avoir retracé les grandes étapes et l'historique du GPS, nous présenterons au premier chapitre le système GPS et les principaux services fournis, et abordera également les limites du système. Au deuxième chapitre, les principes du fonctionnement du système seront ensuite décrits d'une façon simple, intelligible pour tout un chacun, quelles que soient ses connaissances. Le troisième chapitre est, quant à lui, spécialement dédié à la précision ainsi qu'aux sources d'erreurs pouvant survenir lors de l'utilisation du GPS.

Bien que ces trois premiers chapitres ne soient pas indispensables pour utiliser convenablement le GPS ni pour lire les chapitres suivants, ils ont pour but d'éclairer le lecteur et de décrire certains phénomènes et limites. Après cette revue théorique du système, la suite de ce guide est consacrée à l'aspect pratique et à l'utilisation du GPS.

L'inventaire des fonctions et des services fournis par la plupart des récepteurs disponibles dans le commerce est ensuite répertorié en détail au chapitre 4. Le GPS différentiel ainsi que tous les systèmes existants, en Europe, pour améliorer la précision du système sont abordés au chapitre 5. Ce dernier souligne particulièrement les récentes techniques visant à améliorer la précision et les services fournis pour le GPS, ce qui est le cas d'Egnos ou de l'AGPS.

Particulièrement important, le chapitre 6 indique les limites des cartes existantes et leur utilisation avec un GPS. Les principales cartes françaises fournies par les services de l'IGN et du SHOM sont étudiées ici en vue d'une utilisation pratique sur le terrain avec un GPS. Une importante place est accordée à la cartographie numérique. L'utilisation de cartes étrangères est également abordée.

Le chapitre 7 décrit comment établir simplement une route puis la suivre tout en tenant compte des limites inhérentes au GPS. Ce chapitre trouve son intérêt dans la description de la meilleure exploitation d'un récepteur GPS et les moyens d'éviter les éventuelles mauvaises indications de l'appareil. La présente édition mise à jour de ce livre tient compte des modifications de la précision et de leurs implications dans l'utilisation du GPS.

Le chapitre 8 présente l'essentiel sur les connexions à un récepteur GPS et leurs écueils. Les sites Internet proposant des logiciels destinés au GPS ont été mis à jour dans cette édition.

Au chapitre 9, nous aborderons les problèmes liés à la réception ainsi que les moyens pratiques d'y remédier. Une partie théorique sur les signaux est ensuite destinée à ceux qui souhaitent en savoir plus sur les informations et les signaux émis par les satellites. Ce chapitre explique certaines des limites du GPS.

Au chapitre 10, nous expliquerons quelle confiance accorder au système et les moyens disponibles pour détecter un dysfonctionnement. Nous terminerons cet ouvrage par un aperçu de l'avenir du GPS et des autres moyens de navigation existants ou en préparation.

En annexe, une table de translation des principaux systèmes géodésiques mondiaux permettra de configurer un récepteur GPS pour l'utilisation de cartes de provenance étrangère.

Un glossaire permettra de retrouver l'explication des principaux termes utilisés dans cet ouvrage ou tout autre document traitant du GPS.

## Questions/réponses

### Quelle est la véritable précision du GPS ?

On considère aujourd'hui qu'un bon récepteur GPS permet généralement une précision horizontale de l'ordre de trois mètres et une précision verticale de l'ordre de cinq mètres. L'utilisation d'un récepteur employant les corrections Egnos permet aujourd'hui d'atteindre une précision horizontale de l'ordre d'un mètre. Mais ces précisions ne peuvent pas toujours être garanties : elles peuvent varier dans des proportions non négligeables suivant le lieu et les conditions. Le chapitre 3 décrit quelles sont ces conditions et comment évaluer la précision fournie par l'appareil.

### Le GPS est-il réellement disponible partout et tout le temps ?

Bien qu'il couvre à peu près toute la surface du globe, le GPS n'est pas vraiment disponible partout : certaines forêts aux feuillages extrêmement denses ne permettent pas de recevoir les signaux des satellites ; certains émetteurs ou phénomènes naturels provoquent des interférences empêchant complètement le fonctionnement des récepteurs GPS. Le chapitre 9 présente les cas où le fonctionnement du GPS peut être perturbé et comment se prémunir de certains problèmes de réception.

### Est-il toujours fiable et dans quelles conditions ?

Le GPS est considéré comme un instrument donnant des indications très fiables. Cependant, dans certaines circonstances, parfois dues à l'utilisateur, les récepteurs fournissent des indications erronées. Des conditions de réception difficiles, par exemple lorsque peu de satellites sont visibles, peuvent conduire à une grande imprécision (chapitre 3). Le passage en mode 2D par le récepteur peut provoquer un décalage de plusieurs centaines de mètres (chapitre 4 et 7). L'utilisation d'un mauvais système géodésique peut également provoquer des erreurs du même ordre (chapitre 6).



## Lorsque j'utilise mon GPS, puis-je être localisé par les satellites ?

Le fonctionnement des satellites GPS est bien plus simple que ce l'on pense généralement. Les satellites se contentent de transmettre des signaux comme le ferait un simple émetteur de radio, indiquant où se trouve le satellite dans l'espace. Ils ne reçoivent aucune information des récepteurs GPS et ne peuvent donc pas déterminer la moindre position.

La position et toute autre information sont entièrement calculées par le récepteur GPS. Ce dernier ne transmettant aucun signal, personne ne peut vous localiser lorsque vous vous servez de votre GPS. Seuls les téléphones mobiles incluant une puce GPS utilisant le système AGPS peuvent être localisés par l'opérateur de téléphonie. Le chapitre 1 décrit le fonctionnement du système GPS et le chapitre 5 celui de l'AGPS.

## Pourquoi le GPS m'indique-t-il parfois un chemin incorrect ?

Il arrive parfois que votre récepteur GPS vous fasse passer par un chemin incorrect (voie sans issue, voie fermée, sens interdit...). Ceci n'est nullement dû au système GPS lui-même, mais à une erreur de calcul de l'itinéraire qui peut avoir pour cause des cartes qui ne sont pas à jour, des erreurs de cartographie, un itinéraire trop long ou trop compliqué à calculer, le manque de mémoire de l'appareil ou encore un bug du logiciel de calcul (chapitre 7).

## Existe-t-il des moyens pour augmenter sa précision ?

Il existe de nombreux systèmes et procédés pour augmenter la précision et la fiabilité du GPS. Le GPS différentiel, avec aujourd'hui le système Egnos en Europe ou WAAS en Amérique du Nord, en est l'un des moyens les plus connus et les plus répandus. Le chapitre 5 décrit le fonctionnement et l'utilisation de ce système. D'autres procédés, tels que le calcul d'une moyenne sur une position fixe pendant un temps assez long, permettent d'annuler une partie des erreurs et d'obtenir un résultat d'une très bonne précision. Certains récepteurs GPS sont pourvus de cette fonction

(chapitre 4); des programmes informatiques permettent également d'effectuer ce type de calcul (chapitre 8).

## Quels sont les pièges à éviter lors de son utilisation ?

De nombreux pièges guettent l'utilisateur du GPS. Parmi les erreurs courantes, la confusion entre système décimal et sexagésimal (chapitre 6) ou l'introduction et l'utilisation de mauvais waypoints (chapitre 7). De nombreux problèmes rencontrés sont dus à une mauvaise utilisation ou à une méconnaissance des cartes ; il serait trop long de vouloir les énumérer ici. Les erreurs le plus souvent rencontrées sont signalées au fil de l'ouvrage par un cadre spécial sur fond gris, portant la mention « Attention ».

## Comment utiliser le GPS avec la plupart des cartes maritimes ou terrestres ?

Chaque type de carte possède sa propre particularité. Ainsi est-il préférable, avec une carte marine, de travailler avec les coordonnées en degrés, alors qu'avec une carte terrestre, il est bien plus facile d'utiliser le système UTM présent sur les cartes récentes de l'IGN. Le chapitre 6 explique comment exploiter la plupart des cartes papier françaises. Les cartes étrangères ne sont pas oubliées : en annexe, une table de systèmes géodésiques permet l'utilisation de ces cartes.

## Comment établir une route à l'aide du GPS ?

L'établissement d'une route est l'une des opérations les plus importantes et les plus délicates lorsque l'on prévoit d'effectuer une excursion dans un lieu inconnu. Elle consiste à définir des points, appelés waypoints, par lesquels on devra passer. Suivant le moyen de locomotion et le lieu, ces waypoints seront joints par des lignes droites ou en suivant un chemin plus ou moins matérialisé. Le chapitre 7 expose comment établir une route suivant le lieu et les conditions. Il souligne les différents pièges à éviter lors de cette préparation et lors de la navigation.

## La précision fournie par Egnos est-elle vraiment utile pour une utilisation courante ?

N'importe quel récepteur GPS sans aucune correction WAAS/Egnos peut aujourd'hui nous positionner, avec une erreur inférieure au demi-millimètre sur les cartes les plus précises que l'on trouve couramment dans le commerce. Alors, quel est l'intérêt de la précision apportée par les récepteurs compatibles WAAS/Egnos ? Est-ce bien utile de se positionner à moins d'un dixième de millimètre sur une carte quand on sait qu'aucune carte n'atteint cette précision ? Nous verrons dans cet ouvrage comment Egnos peut nous offrir bien d'autres avantages. Par exemple, il est difficile de suivre la direction fournie par un récepteur GPS pour atteindre un objectif situé à moins de cinquante mètres ; Egnos permet à notre récepteur d'indiquer avec précision le cap à suivre pour atteindre un objectif situé à une dizaine de mètres (voir chapitre 7, section *Suivre une route*). L'intégrité apportée par Egnos nous donne également un surcroît de sécurité. Ainsi, alors que la défaillance d'un satellite peut affecter la précision fournie par le récepteur de plus d'une centaine de mètres, et ceci pendant plusieurs heures, Egnos permet au récepteur d'être averti de toute défaillance en moins de six secondes et de garantir la précision fournie, quelle que soit la situation. Egnos permet de prévoir pendant combien de temps la position fournie sera tout à fait fiable ; cette information peut s'avérer essentielle pour un avion en phase d'atterrissage.

## Avertissement

Le GPS est un système imaginé, développé et mis en œuvre par le département de la Défense américaine. La majorité des publications relatives au GPS était jusqu'à très récemment uniquement réalisée aux États-Unis, et donc en langue anglaise. Le nombre de termes et de sigles relatifs au GPS est très important (voir le glossaire en fin de livre) et presque exclusivement en langue anglaise. Il serait vain, voire téméraire, de vouloir traduire tous ces termes et sigles en français. Vous trouverez une explication ainsi qu'une traduction lorsqu'elle est possible dans un glossaire à la fin de ce livre.

Cet ouvrage est le fruit de nombreuses recherches, d'études et de discussions avec des experts et utilisateurs du GPS. Beaucoup d'informations concernant le GPS sont toujours classées « secret défense » par l'armée américaine. Certains renseignements contenus dans ce livre n'ont pu être obtenus que par des observations ; celles-ci peuvent être très variables suivant le matériel et les conditions dans lesquelles elles ont été effectuées. L'auteur a toujours essayé de n'utiliser et de ne publier aucune information sans l'avoir soigneusement vérifiée et recoupée. Malgré l'attention portée à sa rédaction, l'auteur et son éditeur ne peuvent cependant assumer une quelconque responsabilité du fait des informations contenues dans cet ouvrage.

Comme il le sera souligné tout au long de cet ouvrage, le GPS doit être considéré comme une aide précieuse à la navigation : il faut en tirer le meilleur parti tout en étant conscient de ses limites.

## GPS et récepteur GPS

Bien que le terme GPS désigne normalement le système GPS dans son ensemble, c'est-à-dire les satellites, les stations de contrôle et les récepteurs GPS, il est maintenant admis dans le langage courant pour désigner les récepteurs GPS eux-mêmes ou plus généralement les systèmes de navigation. Dans cet ouvrage, nous emploierons donc le mot GPS lorsqu'il n'y a pas de confusion possible pour désigner le récepteur GPS. Si une confusion éventuelle se présente, nous emploierons plutôt le terme récepteur GPS.

## Remerciements

Ce livre est dédié à tous ceux qui ont apporté – volontairement ou non – leur contribution à la rédaction de cet ouvrage ; à tous les experts et navigateurs pour les précieux renseignements qu'ils m'ont fournis ; à tous les utilisateurs et principalement aux débutants qui m'ont permis de déterminer quels étaient leurs besoins et leurs attentes ; aux services de l'IGN et particulièrement à Jean-Pierre Pirat pour avoir gracieusement fourni les paramètres de transformation des systèmes géodésiques des territoires français d'Outre-mer vers le système WGS 84, à Cyrille Dumas-Pilhou du Bureau Géodésie Nivellement (BGN) de Nouméa pour avoir fourni les cor-

rections des paramètres de transformation des systèmes géodésiques de Nouvelle-Calédonie, à l'Institut Français de Navigation en la personne de M. André Fleury pour ses remarques pertinentes, au D<sup>r</sup> Javier Ventura-Traveset, ingénieur principal du système Egnos, pour ses précieuses informations sur le système Egnos, à Marc Jeannot, ingénieur système navigation au CNES ; à toute l'équipe des éditions Eyrolles pour leurs soutien, conseils et suggestions, et à tous les fidèles lecteurs pour leurs commentaires sur les précédentes éditions de ce livre, ainsi qu'à ma femme Vana, pour sa grande patience pendant la rédaction de cet ouvrage.

À tous ceux-là, et à tous ceux que j'aurais pu oublier, merci.

