



# Introduction

*« 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". »*

Bernard Moitessier – *La longue route.*

Depuis son origine, l'homme a toujours eu besoin de se repérer dans des lieux inconnus ou peu familiers. Il a de tout temps eu recours à des méthodes ou des systèmes plus ou moins fiables et compliqués pour pouvoir s'orienter et rejoindre un lieu déterminé.

Aujourd'hui, un récepteur GPS tient dans le creux de la main et permet de connaître instantanément sa position avec une erreur inférieure à 22 mètres, quels que soient le lieu, l'heure ou les conditions météorologiques. Il permet de connaître la distance et la direction de tous les lieux connus. De nombreuses informations utiles sont également fournies en permanence par le récepteur GPS, comme la vitesse et la direction de déplacement, l'heure, le jour ou bien encore une estimation de l'heure

d'arrivée. Son utilisation ne requiert généralement aucune compétence particulière, il suffit de mettre en marche le récepteur GPS comme n'importe quel récepteur radio et d'attendre que la position soit affichée.

Le positionnement est aujourd'hui une information vitale pour un grand nombre de professionnels et concerne notamment la marine, l'aviation, la défense nationale, les opérations de sécurité et de sauvetage, le suivi et la gestion de flotte de véhicules, les pêcheurs ou bien les relevés topographiques. Cependant, le GPS est de plus en plus utilisé pour les loisirs tels que la randonnée pédestre, équestre ou à VTT, le yachting, la navigation aérienne, les expéditions, la pêche ou les compétitions (rallyes, raids ou régates). Le récepteur GPS fait aujourd'hui partie de l'équipement de base de tout bateau s'éloignant à plus de 20 milles des côtes et de pratiquement tous les avions. Les constructeurs d'automobiles en équipent maintenant de nombreux véhicules et il est également possible d'installer un système de navigation personnel en quelques secondes sur une voiture, un camion, un deux-roues... Aujourd'hui nos téléphones portables, nos ordinateurs de poche et même nos montres en sont équipés.

Le GPS ouvre la voie à des applications nécessitant une précision jusqu'alors très difficile ou impossible à atteindre, notamment pour le guidage de véhicules, les mesures de courants marins ou aériens, la surveillance de plaques tectoniques ou l'exploration géophysique. L'exploitation civile du GPS offre des améliorations notables en matière de sécurité et d'efficacité dans le transport et le commerce.

Le système de positionnement global par satellite GPS a été introduit en 1978 par le département de la Défense américaine, afin de remplacer tous les systèmes de positionnement peu performants ou trop contraignants de l'époque. Cependant, il n'a vraiment été accessible au grand public que vers le milieu des années 1980, et en moins de dix ans, il a complètement détrôné tous les autres systèmes de positionnement existants : Decca, Loran, Satnav, etc.

Le système GPS est composé de 24 satellites de radionavigation répartis autour de la terre à une altitude d'environ 20 000 kilomètres. Ces satellites émettent en permanence des informations qui permettent à n'importe quel récepteur GPS de déterminer sa position 24 heures sur 24, quel que soit le lieu, sur la terre, la mer ou dans les airs. Ce système compte également des stations terriennes qui contrôlent en permanence les satellites. Le système est entièrement financé, géré et contrôlé par l'U.S. Air Force

pour le gouvernement des États-Unis. Cependant, les civils ont également le droit d'utiliser certaines informations émises par les satellites.

Si, dans sa version civile, le GPS permet d'indiquer une position avec une incertitude inférieure à 22 mètres, il ne faut pas oublier que, parfois, la précision est nettement moins bonne. Dans 5 % des cas, ce qui représente au total plus d'une heure par jour, la précision peut se dégrader jusqu'à 65 mètres, voire plus si les conditions sont très mauvaises. À certains endroits, des émetteurs différentiels permettent de réduire à quelques mètres seulement l'incertitude de la position fournie par le GPS. Grâce à des équipements spécialisés, il est également possible d'obtenir une précision de l'ordre du centimètre. Le GPS est également en mesure de fournir l'heure avec une fabuleuse précision, inférieure à un millionième de seconde.

Le GPS représente un très grand progrès pour tous ceux qui ont besoin de connaître précisément leur position. Il est devenu un appareil incontournable pour beaucoup de professionnels mais également pour la pratique de nombreuses activités de loisir. Bien que son emploi soit des plus simples, une mauvaise utilisation du récepteur peut conduire à des erreurs importantes et parfois dramatiques. Un récepteur GPS possède des fonctions et des limites que l'on se doit de connaître si l'on désire utiliser au mieux toutes ses possibilités en toute sécurité.

## Plan 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. Ce chapitre 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 chapitre 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. 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, depuis que l'armée américaine a cessé de dégrader les signaux de son système, qu'un récepteur GPS atteint généralement une précision horizontale de l'ordre de 10 mètres. L'utilisation d'un récepteur compatible Egnos porte aujourd'hui la précision à 1 ou 2 mètres. Toutefois, cette précision ne peut pas toujours être garantie et varie 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).

## **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 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.

## **Comment connecter un récepteur GPS à un ordinateur ?**

Les fabricants de GPS proposent généralement des câbles permettant de connecter de nombreux récepteurs GPS à un ordinateur à l'aide d'un port série. L'utilisation de l'utilitaire HyperTerminal fourni en standard avec Windows permet de vérifier facilement le fonctionnement de cette connexion. De nombreux logiciels du commerce ou disponibles sur Internet simplifient l'établissement de routes et le chargement des waypoints vers le récepteur. Le chapitre 8 fournit tous les renseignements nécessaires et les précautions pour effectuer ces diverses opérations.

## **La précision offerte aujourd'hui par WAAS/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 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 100 mètres ; Egnos permet à notre récepteur d'indiquer avec précision le cap à suivre pour atteindre un objectif situé à une vingtaine 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, lorsqu'il sera complètement opérationnel, permettra de prédire 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.