



OUTILS POUR UNE GESTION
RÉSILIENTE DES ESPACES NATURELS

Tiré à part de la revue **Forêt.Nature**

La reproduction ou la mise en ligne totale ou partielle des textes
et des illustrations est soumise à l'autorisation de la rédaction

foretnature.be

Rédaction : Rue de la Plaine 9, B-6900 Marche. info@foretnature.be. T +32 (0)84 22 35 70

Abonnement à la revue Forêt.Nature :
librairie.foretnature.be

Abonnez-vous gratuitement à Forêt.Mail et Forest.News :
foretnature.be

Retrouvez les anciens articles de la revue
et d'autres ressources : **foretnature.be**

LE GPS « BAS DE GAMME » UN OUTIL SIMPLE ET PEU COÛTEUX POUR LE FORESTIER

PHILIPPE LEJEUNE

Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, FUSAGx



© FW

Le matériel GPS a fait une percée très remarquée dans de nombreuses applications civiles au cours des cinq dernières années (transport, génie civil, topographie, randonnée...). La gestion forestière, pour laquelle la dimension spatiale joue un rôle important, n'échappe pas à la règle et les possibilités d'application de cette nouvelle technologie y sont multiples.

À titre illustratif, nous vous proposons, au travers de cet article, de parcourir de manière très concrète, les possibilités et les limites d'utilisation d'un récepteur GPS en forêt. Le type d'appareil considéré ici est celui des récepteurs bas de gamme (GPS dits de « randonnée »), dont le prix d'achat varie entre 250 et 500 €. Ce choix délibéré est lié non seulement au coût abordable de cette gamme d'appareils, mais également à sa simplicité d'utilisation.

DESCRIPTION DU RÉCEPTEUR GARMIN 12XL

Le récepteur GPS utilisé dans les essais relatifs dans cet article est le modèle 12XL de la marque GARMIN. Il est constitué d'un boîtier étanche d'environ 15 cm x 5 cm x 3,5 cm, d'un poids de 270 g, dans lequel est incorporé

l'antenne de réception. Ce type de récepteur exploite l'information contenue dans le code du signal. Il est capable de recevoir simultanément les signaux provenant de 12 satellites.

Contrairement à d'autres récepteurs, le GARMIN 12XL ne permet pas le paramétrage de certaines caractéristiques du récepteur, concernant le filtrage des signaux. De même, le traitement différentiel des positions en *post-processing* n'est pas possible. Par contre, il peut fonctionner selon le mode différentiel (dGPS) en temps réel, moyennant la connexion à un

périphérique capable de recevoir le signal contenant ces corrections. Le récepteur est équipé d'une sortie permettant de le raccorder à une antenne extérieure. Celle-ci peut être montée sur un mât télescopique ou placée sur le toit d'un véhicule, ce qui permet d'accroître la qualité de réception.

LA MANIPULATION DU GARMIN 12XL

Le GARMIN 12XL est doté d'un écran à cristaux liquides et d'un clavier constitué de 10 touches. Celles-ci permettent d'accéder de manière séquentielle aux cinq pages principales affichables à l'écran et d'y préciser le choix des différentes options de travail. Cette configuration rend l'utilisation de l'appareil très simple.

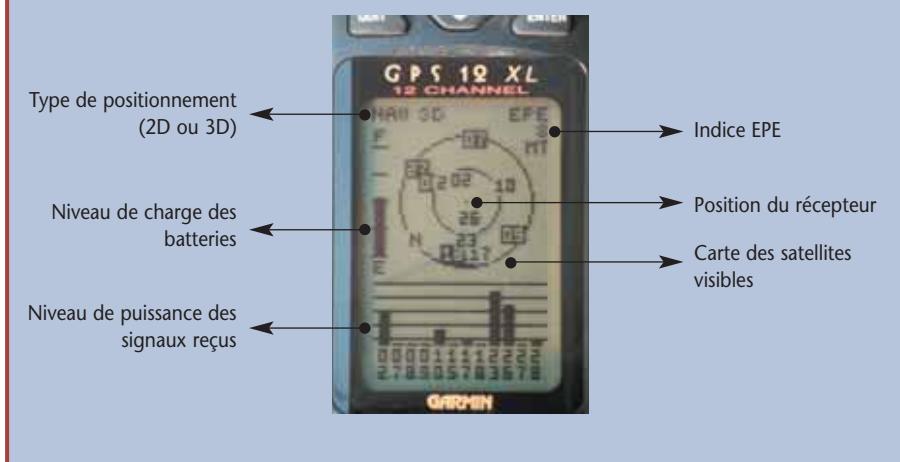
Parmi les cinq pages constituant l'interface du récepteur, deux retiendront plus particulièrement notre attention : la page « satellites » et la page « position ».

La page « satellites »

La page « satellites » renseigne principalement le nombre et la disposition des satellites captés par le récepteur, ainsi que la qualité des signaux reçus.

Ces éléments sont synthétisés sous la forme d'un indice (EPE pour *Erreur de Position Estimée*) exprimant l'importance de l'erreur globale qui pèse sur la position estimée par le récepteur. Une estimation grossière de l'erreur à craindre pour un niveau de confiance

LA PAGE « SATELLITE » DU GARMIN 12XL



de 95 % est obtenue en multipliant l'indice EPE par un facteur deux.

La page « position »

La page « position » indique la position du récepteur exprimée en coordonnées géographiques (latitude et longitude) complétées éventuellement de l'altitude (positionnement 3-D). Le récepteur actualise sa position toutes les secondes.

L'heure, ainsi que la direction et la vitesse de déplacement sont également présentes sur cette page. Ces deux dernières informations n'ont de sens que lorsque le récepteur est en mouvement.

La page « position » est affichée quand le GPS a terminé sa *phase d'acquisition*, initiée lors de la mise sous tension de l'appareil. Pendant celle-ci, sont effectués les tests et calculs préalables au positionnement proprement dit. La durée de la phase d'acquisition est d'autant plus longue que les conditions de réception sont mauvaises et que le récepteur n'a plus été utilisé depuis un temps important. Il est toujours préférable de réaliser la phase d'acquisition en zone découverte.

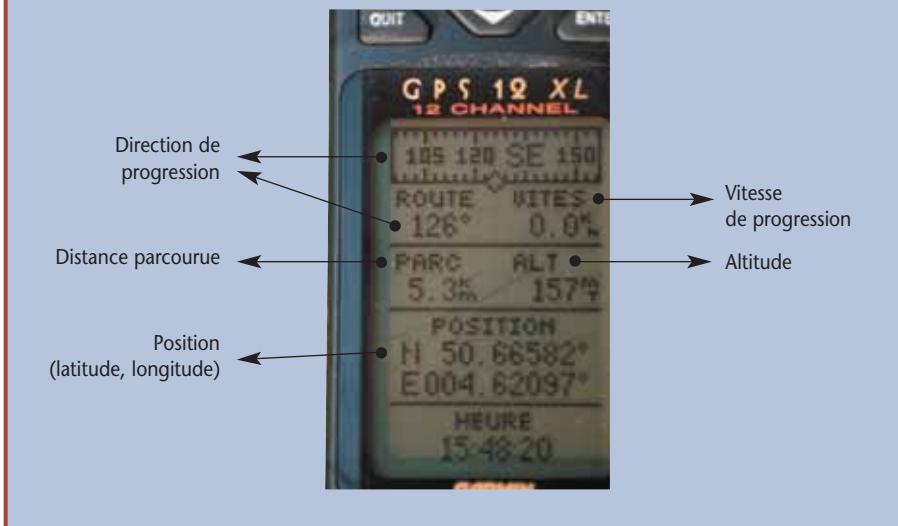
LES FONCTIONNALITÉS DU GARMIN 12XL

Outre le positionnement qui est opéré automatiquement et en continu dès que la phase d'acquisition est terminée, deux fonctions principales sont à considérer au niveau du GARMIN 12XL : la mise en mémoire de positions particulières (« waypoints ») et la navigation vers ces positions.

Mémorisation de « waypoints »

Le GARMIN 12XL permet de mémoriser jusqu'à 500 « waypoints ». La position des « waypoints » peut être définie de deux manières : instantanément ou en calculant une moyenne sur une période donnée. La seconde option est de loin préférable, car elle permet de calculer une moyenne sur l'ensemble des positions instantanées obtenues durant la période de stationnement (une position par seconde). Cette option permet d'augmenter quelque peu la précision de la position du « waypoint », dans la mesure où les erreurs commises sur chaque position instantanée tendent à se compenser.

LA PAGE « POSITION » DU GARMIN 12 XL



Navigation vers un « waypoint »

La navigation consiste à renseigner l'utilisateur sur la direction à suivre pour atteindre un endroit donné. La mise en œuvre se résume à préciser, parmi la liste des « waypoints », le point à atteindre. Le récepteur va alors indiquer la route à suivre à l'aide d'une flèche directionnelle orientée vers le point recherché. D'autres informations complètent cette indication de la direction à suivre : la dis-

tance restant à parcourir, la vitesse de progression, le temps de voyage restant.

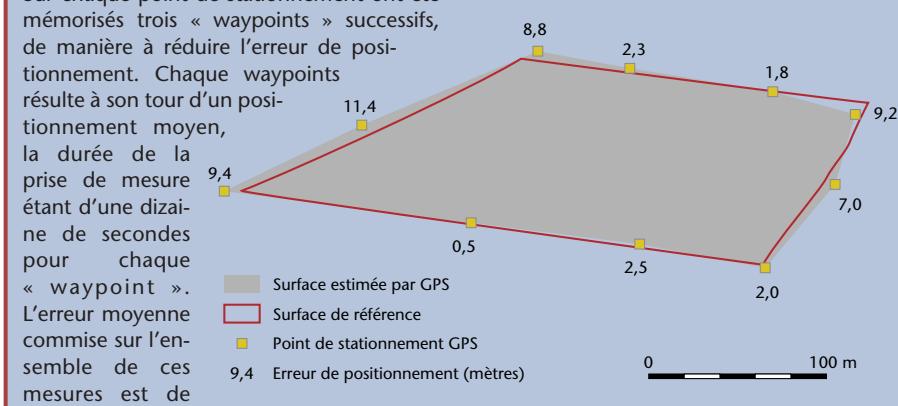
La navigation ne fonctionne de manière correcte que lorsque le récepteur est en mouvement. La détermination de la direction suivie découle en effet de la comparaison de positions successives. Si le récepteur reste immobile, la direction à suivre ne peut plus être calculée de manière pertinente.

CARTOGRAPHIE D'UNE PARCELLE À L'AIDE D'UN GPS BAS DE GAMME

Le contour d'une parcelle d'épicéa âgés de 36 ans a été cartographié à l'aide du GPS GARMIN 12XL, en stationnant sur 10 points régulièrement répartis sur son périmètre. Celui-ci est constitué pour partie d'un chemin macadamisé de 3 mètres de large et, pour le reste, de layons d'exploitation correspondant à l'enlèvement de 2 lignes d'épicéas. Les conditions de réception des satellites ne sont donc pas optimales, sans être pour autant excessivement mauvaises (l'indice EPE a varié entre 5,2 et 7,2 au cours des mesures).

Sur chaque point de stationnement ont été mémorisés trois « waypoints » successifs, de manière à réduire l'erreur de positionnement. Chaque waypoints résulte à son tour d'un positionnement moyen, la durée de la prise de mesure étant d'une dizaine de secondes pour chaque « waypoint ». L'erreur moyenne commise sur l'ensemble de ces mesures est de

5,5 mètres en terme de distance. Si l'on considère la surface de la parcelle, la valeur dérivée des positions GPS est de 2,6917 ha, la valeur de référence étant de 2,5663 ha. L'erreur commise sur la surface est donc de 4,9 %. La durée totale des levés GPS, incluant le parcours du périmètre de la parcelle (840 m) est d'environ 25 minutes pour un seul opérateur. À titre de comparaison, la méthode d'arpentage classique (boussole + TOPOFIL), requiert environ le même laps de temps pour deux opérateurs.



TRANSCRIPTION D'UNE « TRACE » SUR UN FOND CARTOGRAPHIQUE

Les points rouges représentent des localisations mémorisées toutes les 5 secondes le long du chemin représenté sur la carte (extrait de la planchette IGN 59-4).



Mode « trace »

Il est possible de mémoriser la position du récepteur de manière continue, en considérant un intervalle de temps constant entre chaque point mémorisé (par exemple, toutes les 5 secondes). Il s'agit du mode « trace ». Cette fonction peut être utilisée, par exemple, pour enregistrer le tracé de chemins, le récepteur étant embarqué dans un véhicule. Le GARMIN 12XL peut mémoriser jusqu'à 1 024 points en mode trace. La figure ci-dessus montre l'exemple d'une carte où est retranscrite une trace enregistrée en parcourant un chemin forestier.

Transfert GPS – PC

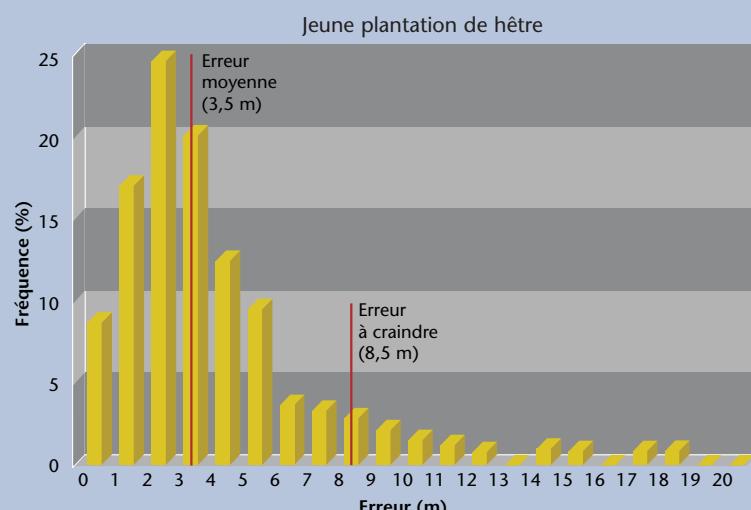
Le transfert de données entre le récepteur GPS et un ordinateur de type PC s'effectue à l'aide d'un câble et d'un logiciel de pilotage. Ce transfert concerne le plus souvent le déchargement de « waypoints » ou de « traces » depuis le GPS vers le PC. Cependant, dans certains cas, il peut être intéressant de charger des points dans le récepteur, afin de les utiliser avec la fonction de navigation. La gestion de ces points s'effectue généralement à l'aide d'un logiciel de cartographie.

Le logiciel GarFile* permet de piloter les transferts entre les récepteurs GPS de marque GARMIN et un PC.

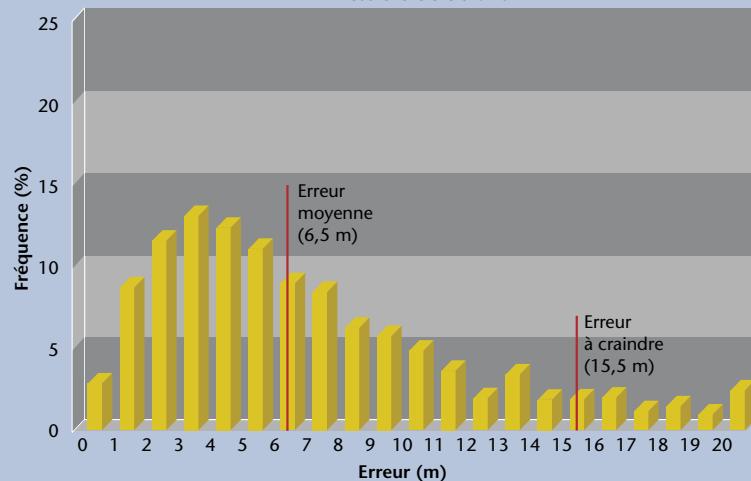
Systèmes de coordonnées

Par défaut, les positions affichées ou mémorisées par le récepteur GPS sont exprimées sous forme de coordonnées géographiques (latitude, longitude) en utilisant le référentiel universel WGS84 (« *World Geodetic System*

INFLUENCE DU COUVERT FORESTIER SUR L'ERREUR À CRAINdre



Pessière de 50 ans



Les histogrammes ci-dessus représentent la distribution des erreurs de positionnement observées avec deux GPS GARMIN 12XL, respectivement dans une jeune plantation de hêtre (absence de couvert) et dans une pessière de 50 ans (couvert relativement dense). Les récepteurs, fixes, ont enregistré leur position en continu durant 6 heures à raison d'une position toutes les 30 secondes. L'erreur moyenne est de 3,5 mètres en l'absence de couvert et de 6,5 mètres sous le couvert de la pessière. L'erreur à craindre pour un niveau de confiance de 95 % est respectivement de 8,5 mètres et de 15,5 mètres.

1984 »). Le GARMIN 12XL offre la possibilité de traduire ces coordonnées géographiques selon une liste très complète de systèmes de projection utilisés dans le monde entier. Malheureusement le système de projection Lambert 72 développé par l'Institut Géographique National de Belgique (IGN) n'est pas disponible dans cette liste. Pour pouvoir exploiter les informations collectées à l'aide du GPS dans un logiciel de cartographie, il est souhaitable de convertir les coordonnées géographiques produites par le GPS en coordonnées Lambert 72. Le

programme Convgps** permet de réaliser cette conversion au départ des fichiers de données transférés depuis le GPS à l'aide du programme GarFile.

LA PRÉCISION DES GPS BAS DE GAMME

Notion de précision

La précision d'un récepteur fait référence à l'écart existant entre la position estimée par ce récepteur, enta-

* Le logiciel GarFile est un freeware disponible à l'adresse internet : www.icsinger.de/freeware.htm.

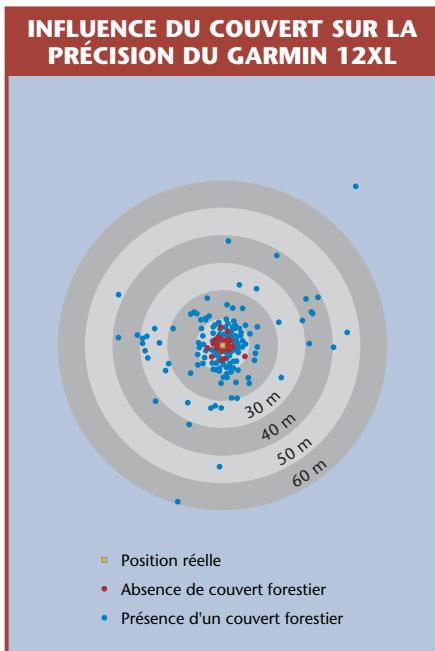
** Le programme Convgps est disponible gratuitement sur simple demande à l'adresse e-mail : lejeune.p@fsagx.ac.be.

chée de certaines erreurs, et sa position réelle.

Les erreurs variant de manière continue, en fonction principalement des conditions de réception et de la configuration des satellites visibles, la notion de précision doit être considérée sur un plan statistique, l'erreur moyenne ne présentant pas de réel intérêt. Une solution consiste à définir l'*erreur à craindre*. Il s'agit d'un niveau d'erreur qui ne sera dépassé que dans $x\%$ des cas. Le niveau de confiance (la valeur x) est généralement fixé à 95 % (voir encadré).

Influence du couvert forestier sur la précision du GARMIN 12XL

Des essais réalisés dans plusieurs types de milieux forestiers (mises à blanc, jeunes plantations, pessières de différents âges, hêtraies, taillis sous futaie) ont permis d'évaluer l'influence du couvert sur la précision du positionnement et de la navigation réalisés à l'aide d'un GPS de type GARMIN 12XL.



Les résultats fournis ci-contre correspondent à des erreurs à craindre pour un niveau de confiance de 95 %.

Les erreurs de positionnement varient de 3 à 5 mètres en terrain découvert, lorsque les conditions de réception sont favorables et pour autant que l'on soit suffisamment éloigné d'une lisière (de 20 à 30 mètres).

Les erreurs observées en bordure de trouées ou sous le couvert d'un peuplement varient de 5 à 20 mètres lorsque la disposition et le nombre des

satellites sont optimaux. Ces erreurs peuvent cependant atteindre 75 mètres sous couvert forestier lorsque les satellites potentiellement « visibles » sont moins nombreux.

Si l'on considère la fonction de navigation, le récepteur GPS permet de s'approcher de la cible avec une marge d'erreur de l'ordre de 10 à 15 mètres en l'absence de couvert forestier, contre 35 à 50 mètres en présence d'un couvert forestier.

ne imprécision est tolérée, on peut cependant cartographier les sommets de la parcelle avec la fonction « waypoint » du GPS, pour autant que les conditions de réception soient acceptables (voir l'encadré « Cartographie d'une parcelle », page 11). La localisation d'autres objets (arbres remarquables, lots de bois, miradors, points de nourrissage, sentiers...), pouvant s'accommoder d'une marge d'erreur plus importante, est réalisable très

Type de couvert	Positionnement		Navigation
	Conditions favorables (EPE ≤ 5)	Conditions défavorables (EPE > 5)	
Zones ouvertes	3-5 m	5-15 m	10-15 m
Zones sous couvert	5-20 m	20-75 m	35-50 m

Erreur à craindre (niveau de confiance de 95 %) pour le positionnement ou la navigation réalisés à l'aide d'un récepteur Garmin 12XL, en fonction de la présence d'un couvert forestier et de la qualité des signaux reçus (exprimée au travers de l'indice EPE).

CONCLUSIONS

Il existe plusieurs types de récepteurs GPS, offrant des niveaux de précision très différents (marge d'erreur allant de quelques centimètres à quelques dizaines de mètres), mais dont le prix (de 250 à plus de 25 000 €) et la complexité de manipulation sont généralement en rapport avec cette précision. La gamme de récepteurs visée dans cet article est celle des GPS « bas de gamme » (« GPS de randonnée »), dont le prix d'achat est de l'ordre de 250 à 500 €. Ces récepteurs offrent des niveaux de précision variant de 3 à 5 mètres en terrain découvert, jusque 20 mètres en présence d'un couvert forestier, pour autant que la configuration des satellites visibles soit favorable. Dans le cas contraire, l'erreur à craindre peut atteindre 20 mètres en terrain découvert et 75 mètres sous couvert. La précision obtenue conditionne largement les possibilités d'utilisation de tels récepteurs. En matière de cartographie de peuplements forestiers, il est conseillé de limiter leur emploi pour le positionnement de points de référence en zone ouverte, à une distance suffisante de la lisière la plus proche. Ces points serviront à « caler » un cheminement polygonal classique réalisé à l'aide d'une boussole et d'un TOPOFIL par exemple¹. Pour des parcelles de surface relativement importante et lorsqu'une certai-

facilement à l'aide d'un GPS « bas de gamme », même en présence d'un couvert forestier.

L'intégration du récepteur GPS dans une filière informatique, aboutissant à un logiciel de cartographie suppose de transférer les données sur un ordinateur et de convertir les coordonnées géographiques fournies par le GPS en coordonnées rectangulaires (système de projection Lambert 72 de l'IGN belge). Cette manipulation des données peut être prise en charge par des logiciels utilitaires dont deux exemples sont présentés (GarFile et Convgps). ■

Références bibliographiques

¹ LEJEUNE P. [2001]. La saisie et le traitement des données pour la mise à jour de cartes de peuplements forestiers. *Note technique forestière de Gembloux*, n°4. Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, 13 p.

² BOTTON S., DUQUENNE F., EGELES Y., EVEN M., WILLIS P. [1998]. *GPS, localisation et navigation*. Paris : Édition Hermès, 159 p.

³ CORREIA P. [1999]. *Guide pratique du GPS*. Paris : Éditions Eyrolles, 200 p.

⁴ GARMIN [1998]. *GPS 12XL Personal navigator : Owner's manual and reference*. Garmin Corporation, 60 p.

Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Unité de Gestion et Économie forestières, Passage des Déportés, 2 ; B-5030 Gembloux – lejeune.p@fsagx.ac.be