

INTRODUCTION : [INTRODUCTION, QUEL RÉCEPTEUR GPS ?](#), [ACHAT D'UN GPS](#), [DÉFINITION DES BESOINS](#), [PERFORMANCES](#), [BROUILLAGE DES SIGNAUX : LE FUTUR](#), [MISE EN GARDE \(Attention !\)](#). **DÉMARRAGE :** [ALIMENTATION ÉLECTRIQUE / AUTONOMIE](#), [VALIDITÉ DES MESURES](#). **PARAMÈTRES (définitions, importance, réglages, utilisation) :** [SYSTÈMES GÉODÉSQUES](#), [UNITÉS DE MESURE](#), « Navigation », [Infos utiles au sujet des coordonnées](#), [Coord. suisses](#), [UTM](#), [Lambert \(F\)](#), [Conversions](#), «GPS» [en France](#)», [ALTITUDE](#), [LE\(s\) NORD\(s\)](#). **PRATIQUE DU GPS :** [ÉTALONNAGE](#), [DÉTERMINATION DE COORDONNÉES](#), [PUBLICATION DE COORDONNÉES](#). **PRÉCISION, ETC. :** [PRÉCISION GPS](#), [WAAS OU PAS WAAS ? EGNOS](#), [DGPS](#), [COMPARAISON AVEC LE WAAS](#), [MÉTHODE DE LA MOYENNE](#), [POSITION DES SATELLITES](#), [MAUVAISE RÉCEPTION](#), [TRUCS DE TERRAIN](#). **RÉFÉRENCES :** [LIENS WEB](#). **COMMENTAIRE FINAL :** [sources](#), [remarques](#). **ANNEXE :** [«Check list GPS»](#)

GPS & SPÉLÉO : conseils d'utilisation pratique

INTRODUCTION

INTRODUCTION, QUEL RÉCEPTEUR GPS ?

Tu as entendu parler du «GPS», tu aimerais en acheter un, mais tu ne sais pas quel modèle acheter...le GPS est encore un peu mystérieux pour toi, mais tu es intéressé par ses possibilités... Avant d'acheter un récepteur GPS, le mieux serait de demander à un copain qu'il te montre comment il utilise le sien et qu'il te le prête quelques temps, cela t'aidera à définir tes besoins et à faire ton choix en toute connaissance de cause.

L'expérience relatée ici est celle des récepteurs GPS dit "bas de gamme" —entre 150 et 999 CHF, (mais normalement entre 90 et 450 US\$, il y en a qui se sucent en Suisse !), qui ont été utilisés pour des besoins professionnels semblables aux besoins de spéléologues (activités de prospection minière : détermination —en 2005-2006- de la position de «claims» dans une prospection d'uranium au Nord du Grand Canyon, levés géologiques en relief accidenté/ montagne) et pour les loisirs (trekking, «backcountry», ballade en traîneau à chiens, etc). Il est présumé ici que tu sais déjà comment t'orienter dans le terrain avec carte topo et boussole, déterminer les coordonnées d'un point, etc. Si n'était pas le cas, il existe d'excellents petits bouquins où tu pourras apprendre les rudiments de la lecture de carte et l'orientation, et la pratique viendra lors des sorties avec tes autres copains spéléo. Ce texte n'a de plus pas la prétention d'être un cours complet sur le GPS ; le but poursuivi ici est de te donner quelques trucs et indications qui te permettront d'utiliser au mieux le potentiel de ton GPS et de déterminer avec précision les entrées de grottes ou de gouffres (ou de bons coins pour champignons...) pour pouvoir les retrouver aisément.

Comme de nombreux utilisateurs employent ces récepteurs GPS de façon inappropriée, ce qui cause des pertes de temps, des frustrations, et dans certains cas des pertes financières importantes (voire même des crashes d'avion, documentés au NTSB, le bureau d'enquête sur les accidents d'aéronefs aux USA), voici donc ici quelques «tuyaux» qui pourront t'être utiles et qui te permettront, espérons-le, d'éviter ces erreurs vexantes. Le présent texte, qui se concentre sur l'utilisation des récepteurs GPS «bas de gamme», laisse volontairement de côté l'utilisation des récepteurs GPS de géodésie/ topographie avec station(s) de base, précision centimétrique au minimum, DGPS, etc. etc. valant de plusieurs milliers à dizaines de milliers de CHF, Euros ou \$\$\$\$\$\$\$\$ et/ou nécessitant des abonnements onéreux à des signaux correctifs DGPS télécommuniqués et reçus par des récepteurs dédiés, ou des GPS-haut-de-gamme avec Natel GSM intégrés...

AVANT D'ACHETER UN RÉCEPTEUR GPS , TU DOIS D'ABORD DÉFINIR TES BESOINS PRÉSENTS ET FUTURS !!! *Dans le texte qui suit, le récepteur GPS sera désigné simplement par GPS (jargon courant).*

A. Si tu veux juste enregistrer le tracé de ton cheminement, pour pouvoir revenir sur tes pas dans le brouillard, ou la nuit, marquer la position d'endroits clés pour les retrouver (parking, cabane refuge dans la forêt, passage obligé, entrée d'une grotte, d'un gouffre, etc.), sans référence au terrain ni à sa topographie (vallées, falaises, rivières, etc.), pas de doute, tu te procures un des GPS les meilleurs marchés, comme un Garmin E-trex GPS à environ 210 CHF, ou autre Magellan, Lorange, ..).

Mais rappelle-toi que le GPS est un auxiliaire, qui ne doit en aucun cas te dispenser d'avoir avec toi carte(s) topo et boussole classique (permettant de faire des visées précises).

Le vendeur te recommande-t-il un modèle capable de recevoir le signal **WAAS** ou **WAAS/EGNOS** ? Bien que ce soit inutile pour l'instant en Europe, ça pourrait changer d'ici peu avec l'entrée en service d' **EGNOS** (voir plus loin) ; si le modèle qui te tente en raison de ses autres caractéristiques peut recevoir le signal **WAAS/EGNOS**, c'est bien évidemment okay !

Le **WAAS** est absolument recommandé sur le continent américain, il augmente nettement la précision. Le **WAAS** est un signal correctif généré par des stations de contrôle au sol, signal relayé par des satellites commerciaux géostationnaires, et qui permet d'atteindre une précision descendant théoriquement jusqu'à 3 mètres ($1.6/1000$ de minute d'arc). Pour l'instant, ces stations de contrôle au sol sont localisées uniquement en Amérique du Nord/ Pacifique, donc trop loin de l'Europe pour fournir des corrections valables. **WAAS** est l'acronyme en anglais de «*Wide Area Augmentation System*», que l'on peut essayer d'interpréter par «amélioration du système à grande échelle». Voir aussi plus bas les commentaires sur son équivalent «**EGNOS**» pour l'Europe et l'Afrique, et sur le «**DGPS**».

Il faut aussi faire attention à la cartographie routière intégrée dans certains de ces modèles de base, elle est tellement générale qu'elle sera inutilisable pour les déplacements hors des grands axes routiers et pour la localisation de cavités ; de plus, comme on le verra plus loin (**WGS84 – CH-03**), il peut y avoir des problèmes de compatibilité avec les coordonnées suisses si l'on recherche une certaine précision (<100-150 mètres).

La plupart de ces GPS simples n'indiquent pas le Nord quand on est à l'arrêt ou quand on se déplace très lentement, et ils ne donnent pas de valeurs d'altitude (voir plus loin), sauf certains, tel le **E-trex-Summit** (360 CHF) qui ont déjà un compas électronique (boussole, précision de l'ordre de 5°), ainsi qu'un capteur barométrique (altimètre).

Si tu veux un GPS un peu plus performant que le modèle de base le plus simple sans toutefois aller vers les modèles complexes dont l'utilisation est décrite sous lettre **B.** ci-dessous, choisi un modèle avec boussole et altimètre intégrés, ça te coûtera du reste moins que d'acheter un altimètre en plus du GPS. Tu trouveras plus bas des indications relatives à l'emploi de la boussole et de l'altimètre intégrés dans les GPS.

B. Mais très rapidement, tu voudras peut-être passer au niveau supérieur et télécharger («download») sérieusement des cartes topographiques (fichiers hélas assez onéreux), échanger des données entre ton GPS et ton ordinateur, etc. : il te faudra alors un GPS avec suffisamment de mémoire interne (comme dans un ordinateur ou un appareil photo digital). Dans ce cas, ça vaut la peine d'investir un peu plus et de choisir un récepteur avec un compas magnétique (le GPS peut alors être utilisé comme une boussole, même à l'arrêt, avec possibilité de sélection soit du Nord magnétique, géographique «Nord vrai», ou du Nord de la grille de coordonnées, etc.) avec une précision de l'ordre de 5°, et avec un capteur barométrique (le GPS peut alors être utilisé comme altimètre et baromètre —voir plus loin les remarques sur l'altimétrie). Le choix du «Nord» n'est pas très important aux environs de Genève actuellement, la déclinaison magnétique étant quasiment nulle, d'environ ½° E, mais elle change constamment, de plus en plus rapidement du reste (elle était de l'ordre de 4 à 5° W dans les années soixante).

Par contre, l'option du choix du «Nord» peut être très utile à l'étranger : la déclinaison magnétique peut être importante dans d'autres régions du monde, par exemple de l'ordre de 9 à 12° E au Mexique, 14° E dans la région du Grand Canyon, voire même 20° E et plus à l'Ouest du Canada, Alaska, quand ce n'est pas 60° W (!) sur l'île de Nova Zembla (Baffin Island), etc. Mais attention, même avec une **carte topo** téléchargée dans le GPS, il est toujours nécessaire d'avoir avec soi dans le terrain la classique boussole pour des visées précises, ainsi qu'une carte topo sur papier : de par son petit écran, quand le GPS montre des détails, on perd la vue d'ensemble, et quand on a la vue d'ensemble, on ne voit plus les détails, contrairement à la carte topo. A titre indicatif, le fichier topo de la Suisse avec le même niveau de détails que la carte au 1/25'000^{ième} coûte dans les 400 CHF, et chaque moitié (Est ou Ouest) coûte dans les 225 CHF, et elles ne peuvent être téléchargées que dans deux récepteurs semble-t-il.

Un modèle relativement économique (vers les 550 CHF) est le Garmin **E-trex Vista Color**, avec sa mémoire de 24 MB, son compas magnétique et son baromètre/ altimètre ; le modèle **E-trex LegendColor** (460 CHF), avec ses 8 MB et sans compas magnétique ni capteur barométrique, peut être considéré comme insuffisant par rapport à l'investissement consenti, comparé au **E-trex Vista**. Le modèle Garmin **GPS Map 60 CS**, à environ 900 CHF, avec compas magnétique, capteur barométrique, a nettement plus de mémoire avec ses 56 MB, un affichage couleur, et il a plusieurs fonctions intéressantes, comme par exemple déterminer la position d'un point par une moyenne de mesures (il indique en continu le nombre de mesures, et l'on stoppe le calcul quand on estime qu'il y en a assez, en principe quand on voit que les valeurs moyennes se sont stabilisées); les expériences faites avec ce modèle sont très bonnes, voire excellentes, c'est un modèle de grande classe !. Un modèle amélioré vient de sortir sur le marché, le **GPS Map 60CSx**, à peine plus cher que le CS60, et dans lequel on peut mettre des mémoires *Micro SD memory card* de 64 Meg à 1 Giga (comme sur les

appareils photo digitaux), et dont la boussole a une précision annoncée de +/- 2° sous nos latitudes, +/- 5° dans l'extrême Nord et Sud, et un récepteur à 20 canaux ; ce modèle, qui paraît très intéressant n'a pas encore pu être testé. Il y a des modèles encore plus performants, par exemple le Garmin *GPS Map 76 CS*, avec 115 MB de mémoire, et qui sortira certainement d'ici peu également avec des cartes de mémoire ; il y a aussi des unités de réception GPS se greffant sur un PDA /PALM organizer ou un ordinateur laptop, etc., mais il faut déjà un portefeuille mieux garni que celui de la plupart des spéléos.

On peut être surpris par les différences de prix entre le marché Suisse et les offres que l'on peut trouver sur Internet (particulièrement aux USA, où l'on trouve un GPS Map 60CS vers les 400 US\$) ; il est toutefois déconseillé d'acheter un GPS dans ces conditions, sauf s'il est expressément spécifié qu'il contient la carte de base de l'Europe, car ces modèles comportent généralement la carte intégrée d'autres continents, et non pas de l'Europe, et si l'on veut ensuite acheter le fichier de la carte globale de l'Europe, il faudra de nouveau cracher quelques centaines de francs...

Il est aussi possible d'acheter des GPS incluant d'office le fichier détaillé de la carte topo de la Suisse au 1/25'000^{ième}, avec un rabais important par rapport à l'achat séparé du GPS et du fichier (par exemple vers les 1'000 CHF pour le GPS Map 60 CS avec le fichier topo inclus).

PERFORMANCES : Contrairement à ce que l'on pourrait supposer, dans la gamme de prix des GPS considérée ci-dessus, **les GPS les meilleurs marchés ne sont pas moins précis que les modèles plus chers**, tous disposent d'une réception d'au moins 12 canaux en parallèle (c'était fort différent au milieu des années nonantes...), généralement d'une carte globale du continent pour la navigation, peuvent enregistrer au moins 500 «*points intermédiaires*» («*waypoints*») —par exemple les entrées de cavités..., l'enregistrement d'une vingtaine de *tracés*.

Ce qui va faire monter les prix pour les GPS est l'augmentation de la capacité de mémoire pour avoir plus de points intermédiaires, plus de tracés et plus détaillés, l'ajout de capteurs magnétique et barométrique (boussole et altimètre), l'écran couleurs, interface ordinateur, une grosse mémoire permettant de télécharger des cartes topo détaillées sur lesquelles on pourra voir s'afficher son cheminement et les «*points intermédiaires*», la possibilité de brancher une antenne auxiliaire extérieure pour améliorer la réception (mais pas la précision !) pouvant être placée sur le toit de sa voiture, des fonctions supplémentaires comme calculer un point par un calcul automatique de la moyenne d'une série de mesures, des diagrammes dans le temps de variation d'altitude, de pression, l'indication de la vitesse instantanée, de la moyenne, fonctions pour le jeu de Geocache, etc. et des fonctions exotiques pour un spéléo (chronomètre, réveil-matin, calendrier, prévisions chasse-pêche, sauts en parachute, calculatrice —souvent médiocre..., lever/coucher du soleil et de la lune, sorties d'autoroute, etc.), possibilité de brancher un d'échosondeur pour la profondeur quand on est à bord d'un bateau, etc. etc. jusqu'à l'étourdissement. Certains modèles récents ont une antenne plus sensible, améliorant la réception (utile en forêt par exemple), mais pas la précision.

La seule chose qui pourra augmenter la précision dans un proche avenir, c'est la fonction WAAS/ EGNOS dès que les satellites EGNOS seront opérationnels

A toi de choisir, selon tes besoins...et ton porte-monnaie. *Tu dois aussi être conscient que dès que tu auras acheté ton GPS, il sera déjà dépassé par un nouveau modèle, mais il n'est pas nécessaire de toujours avoir le dernier modèle pour faire du bon boulot !...*

BROUILLAGE DES SIGNAUX GPS PAR LE GOUVERNEMENT DES USA, ET LE FUTUR...

Légendes et réalités

Contrairement à une opinion couramment répandue, il n'y a plus de soucis à se faire quant à la qualité des signaux transmis par la constellation des satellites GPS. Depuis le 2 mai 2000, le gouvernement des USA a supprimé la dégradation systématique du signal («*selected availability*», ou SA). Depuis lors, sous la pression d'AOPA (Aircraft Owners and Pilots Association), la FAA, autorité fédérale de l'aviation des USA, a généralisé l'utilisation du GPS pour le vol aux instruments IFR («non-precision approach», et même, en test actuellement, des approches WAAS-LPV d'une précision équivalente au minimum requis pour des approches ILS, l'atterrissage aux instruments), permettant ainsi l'approche aux instruments pour des milliers d'aéroports de province ; de plus, des systèmes d'évitement de collisions aériennes basés sur le GPS sont en train d'être mis au point. Cette généralisation va mettre hors circuit les anciens systèmes traditionnels dont le remplacement aurait coûté un saladier. Le gouvernement des USA s'est engagé à ne pas fausser le signal GPS ; s'il le faisait, il y aurait immédiatement et instantanément des milliers d'aéronefs en perte de vue ! du reste, un nouveau satellite vient d'être lancé en septembre 2005 pour remplacer un satellite vieillissant, et d'autres suivront. Ceci n'exclut toutefois pas qu'un brouillage «local» de quelques dizaines de km autour d'un point «sensible» soit possible pour des raisons stratégiques, dans des zones de toutes façons interdites, sans affecter l'utilisation courante (on ne fait pas de la spéléo à proximité de la Maison Blanche.....).

Comme tu l'auras peut-être entendu dire, il y aura d'ici quelques années des récepteurs compatibles GPS-USA, GALILEO (le système civil européen prévu initialement pour 2008, mais il faut plutôt compter vers 2010 ou 2011, et qui sera beaucoup plus précis que le GPS-USA ; le premier satellite expérimental a été lancé récemment), ainsi que le GLASNOST russe ; GALILEO est très attendu de par le monde, car ce système dépend d'une organisation civile regroupant un grand nombre de pays, contrairement au GPS qui est entièrement entre les mains du gouvernement des Etats-Unis (Département de la défense...). Suite à de dures négociations USA-Europe en 2004-2005 (les USA essayant de garder leur monopole / suprématie), les nouveaux récepteurs de localisation par satellites du futur capteront simultanément les signaux de tous les systèmes, et le signal utilisé pour une localisation sera le meilleur au moment précis d'une mesure, sans que l'utilisateur sache quel est le signal utilisé à cet instant (mais comme GALILEO sera de toutes façons le plus précis ;-)...). Ce compromis a permis à Monsieur Buisson de ne pas perdre la face, mais ceux qui ont suivi en détail les négociations USA-Europe (avec l'Agence spatiale européenne, dont la Suisse fait partie) ont bien rigolé, ils se sont même roulés par terre à force de rire, trop long à raconter, mais ça vaut son pesant de cacahuètes. Donc, en conclusion, pour l'utilisation courante en spéléo, alpinisme, trekking, en traîneau, excursions, etc., pas de soucis à se faire pour le futur quant à la localisation par satellite.

ATTENTION TOUTEFOIS : le GPS n'est pas une boîte noire magique, et si l'on n'y prend pas garde, on peut faire de grossières erreurs de positionnement. Les modes d'emploi ne mentionnent hélas pas de façon explicite ces problèmes et il s'est avéré que bien des campagnes de mesures de points en prospection (minière ou spéléologique) ont été inutilisables et faites en pure perte de par une utilisation inadéquate du GPS. D'où la liste de «trucs» (conseils) pratiques et d'informations qui suit.

Si tu sors ton GPS de l'emballage et que tu l'utilises dans le terrain sans te soucier du réglage des paramètres définis ci-dessous, sans vouloir reporter les points définis sur une carte topo, et sans communiquer la localisation de ces points à tes copains, et sans introduire dans ton GPS des données fournies par tes copains ou trouvées dans des publications, tu pourras effectivement toujours retrouver les points dont tu as «déterminé» la position sans te casser la tête. Mais dès que tu voudras reporter les points sur une carte, publier les points trouvés, les communiquer aux copains, sans avoir des erreurs de 100 à 200 mètres, tu comprendras très rapidement l'importance des paramètres tels le système géodésique, les unités, etc. qui jouent un rôle important en corrélation avec les grilles de coordonnées des cartes topo. Par contraste, le grand public, les utilisateurs de GPS avec cartes mobiles etc. installés dans des véhicules, n'ont pas besoin de se soucier de tout ça, ils utilisent un système complet et intégré, comprenant le GPS, et les cartes internes où tout est pré-réglé. Ce n'est évidemment pas le cas avec l'utilisation de diverses cartes topo, provenant de plus de pays différents, avec des grilles de coordonnées etc. différentes également. La suite de ce document te fournira quelques unes des notions te permettant de devenir un «spécialiste» en localisation de cavités.

DÉMARRAGE

- **ALIMENTATION ÉLECTRIQUE / AUTONOMIE :** Vérifie bien l'**état des piles**, surtout par temps froid, et veille, le cas échéant, si le GPS a cette possibilité de réglage, que ce dernier soit bien réglé sur le **type de pile** utilisé (*alcaline* ou *lithium* ; ces dernières, plus chères, sont plus efficaces par temps froid). L'expérience pratique a montré une diminution de la précision du GPS lorsque les piles ne sont plus qu'à 20-25% de leur capacité, même si cette remarque va à l'encontre de ce que dit le mode d'emploi ! N'oublie pas non plus de prendre des piles de réserve, et de vérifier de temps à autres en cours de journée le niveau de charge restant... Rien de plus frustrant que de se retrouver en prospection, loin de tout, avec un GPS dont les piles sont plates... Par temps froid, lorsque les piles ne fournissent pas toute leur puissance, tu peux envisager d'alterner les piles après quelques heures d'utilisation (avec deux jeux de piles, sans compter la réserve de remplacement), et réutiliser ensuite le premier jeu.
- **VALIDITÉ DES MESURES :** Attends un **petit quart d'heure après l'enclenchement du GPS** avant de faire les premières mesures, même si ton GPS indique d'emblée une «*précision*» de 3 mètres... La variation de positionnement peut être importante durant les minutes suivant l'enclenchement, même si l'on reste immobile ! Les modes d'emploi indiquent qu'il faut attendre $\frac{1}{4}$ d'heure après avoir allumé le GPS la toute première fois seulement ou bien si l'on s'est déplacé de plus de 1'000 km depuis la dernière utilisation, mais que sinon, il suffit d'attendre de quelques secondes à quelques minutes. N'en crois rien, des essais dans le terrain montrent bien qu'il est plus prudent d'attendre un petit quart d'heure lors de chaque enclenchement avant de passer au travail sérieux. Tu peux profiter utilement

de ce moment pour vérifier le *système géodésique*, les *unités*, contrôler que le *WAAS/EGNOS* soit «débranché», etc. en fonction de ce qui est expliqué ci-dessous, et étalonner, le cas échéant, le capteur magnétique (boussole) et le capteur barométrique (altimètre).

PARAMÈTRES (définitions, importance, réglages, utilisation)

- **SYSTÈME GÉODÉSIQUE** : Vérifie (ou sélectionne) le **système géodésique** à utiliser («*datum*» en anglais) ; il te faut absolument utiliser et sélectionner dans ton GPS le système géodésique correspondant à la carte topo que tu utilises. Ces données figurent généralement dans un coin de la carte ou dans la légende. Le système géodésique correspond au modèle mathématique de la Terre qui a été utilisé pour l'établissement de la carte, un ellipsoïde. Initialement, chaque pays avait plus ou moins choisi le modèle mathématique qui lui convenait le mieux localement pour l'établissement de ses cartes topo, d'où les nombreux systèmes existants, mais pour les besoins globaux de la navigation aérienne et maritime moderne, un nouveau système de référence mondial était nécessaire, d'où l'élaboration du *WGS84*.

Un système géodésique est tri-dimensionnel, alors que les cartes topo sont plates. Les géographes utilisent donc diverses méthodes de projection géométrique pour obtenir une carte plate.

Pour les cartes topo suisses, le système géodésique devant être utilisé est et reste le *CH-1903 (CH03 en abrégé)*, système sur lequel est basée la projection utilisée pour fabriquer ces cartes, même si certaines applications ultra-professionnelles utilisent maintenant le *CHGeo2004*. Tu pourras reconsidérer la question quand les cartes topo suisses mentionneront qu'elles sont basées sur un autre système géodésique que le *CH-1903* !! mais ce n'est pas demain la veille. Lis cependant la remarque «navigation» dans le paragraphe «*Unités de mesure*» un peu plus bas.

En **France**, c'est plus difficile, avec un système géodésique associé à quatre zones de *projection de Lambert*, plus le *Lambert étendu* qui recouvre les quatre zones avec toutefois des valeurs différentes..., et la plupart des récepteurs GPS ne permettent pas de sélectionner le système géodésique avec les coordonnées françaises Lambert —tu utiliseras donc dans cette situation le *WGS84*, voire parfois le *ED50 (European Datum 1950)* si tu ne peux pas faire autrement (voir le paragraphe sur le «*GPS*» en France...), quitte à convertir les valeurs ultérieurement si nécessaire avec un programme informatique adéquat. Signalons cependant que des repères de coordonnées UTM (soit dans le système géodésique *ED50* soit dans le *WGS84*) sont imprimés en bordure des cartes topo françaises de l'IGN. En remplacement du «*Lambert*», on peut (doit) donc les utiliser, mais il y a des risques de confusion et d'erreur ; c'est finalement la carte topo utilisée qui te dira quel *système géodésique* utiliser, de *ED50* ou *WGS84*. Lis plus bas le paragraphe relatif à la problématique des coordonnées (Lambert entre autres), et celui relatif à l'emploi du GPS en France !

Au pays d'origine du GPS, les cartes topo des USA au 1/24'000^{ème} sont en «*NAD27CONUS*» ou (récemment) en «*NAD83CONUS*», pour *North American Datum 1927* —respectivement *1983- CONtinental US*, le *NAD83* étant équivalent au *WGS84* !

Les cartes routières, maritimes, d'aviation, etc. utilisent en principe le système *WGS84 (pour World Geodesic System 1984)*.

Attention : comme le *WGS84* est l'option de réglage par défaut des GPS, n'oublie donc pas de modifier le système géodésique si nécessaire.

Il est du reste indiqué sur les cartes nationales suisses que la différence des coordonnées d'un point entre le système *WGS84* et *CH-1903* peut atteindre 160 mètres tant horizontalement qu'en altitude ! Si l'on communique à une autre personne la «*localisation GPS*» ou les «*coordonnées GPS*» d'un point sans indiquer quel système on a utilisé, et que l'autre personne a son GPS réglé sur un autre système, il peut y avoir une erreur de positionnement de plusieurs centaines de mètres.

Par exemple, dans le coin au Nord du Grand Canyon ou une partie des essais utilisés pour écrire ce document ont été effectués, la différence entre *NAD27* et *WGS84* est de 6 mètres Nord-Sud, et de 66 mètres Ouest-Est.

Tu entendas parler (ou peut-être liras-tu) d'autres systèmes géodésiques plus récents, en Europe ou ailleurs ; à part le *ED50* que tu devras peut-être utiliser en France (voir le paragraphe sur le «*GPS*» en France), n'essaye pas par un modernisme outrancier et tout à la fois désuet de te lancer dans des calculs compliqués de conversions que tu n'arriveras de toutes façons pas à maîtriser (ni personne d'autre à la SSG, rassure-toi). Ces systèmes, et il y en a de nouveaux qui sont définis chaque année, toujours plus affinés, sont réservés à des applications ultra-professionnelles, scientifiques, géophysiques, etc. ; ils font par exemple la différence entre le centre géométrique et le centre gravimétrique de la Terre, donc des «*verticales*» différentes... etc. etc. Reste-en absolument et impérativement au(x) système(s) géodésique(s) mentionné(s) sur les cartes topo. Et si par hasard un pays décidait de changer de système et de modifier ses cartes en conséquence, ce sera toujours assez tôt pour effectuer les conversions de localisation de points, et l'on peut supposer que les cartes mentionneront les valeurs de correction à appliquer.

A tout hasard, sache aussi que l'indication «*coordonnées GPS*» figurant hélas souvent dans des

rapports d'expéditions ou des publications est un pur non-sens (!), les coordonnées d'un point ne dépendant pas de la méthode utilisée pour les déterminer. Il serait plus judicieux d'ajouter, après les valeurs des coordonnées, une indication du genre « *syst. géod. CH-1903 ; mesuré par GPS : précision 28 m, moyenne de 35 mesures* » par exemple, ce qui donne au lecteur une information quand à la validité/ précision des coordonnées. Du reste, l'indication du système géodésique devrait systématiquement figurer, également lorsque les coordonnées ont été déterminées plus traditionnellement au moyen de la carte et de la boussole.

Tu trouveras aussi quelques informations générales intéressantes au sujet des systèmes géodésiques, des coordonnées, etc., sur le site de l'IGN, dont les références figurent en fin de cet article.

- **UNITÉS DE MESURE** : Choisi bien les **unités** de mesure ou « **format de position** » (d'une façon générale en <degrés/ minutes/ secondes> (*hddd°mm'ss.s"*), ou <degrés/ minutes. millièmes de minute> (*hddd°mm.mmm'*)...ou, beaucoup plus pratique, les **coordonnées kilométriques** suisses en Suisse, ou, dans les autres pays, les **coordonnées UTM** (Universal Transverse Mercator) –une grille kilométrique facile à utiliser, plus facile que les longitudes-latitudes.

Dans les pays à l'Ouest du méridien de Greenwich, l'utilisation d'une grille de coordonnées kilométriques est de toutes facons plus simple que les longitudes / latitudes, car les valeurs de longitude augmentent d'Est en Ouest («à l'envers» de droite à gauche sur la carte), ce qui peut causer des confusions.

« **Navigation** » : les systèmes de navigation grand public, tels ceux installés dans des voitures haut de gamme, ou dans certains gadgets onéreux, qui indiquent même parfois où il faut tourner pour atteindre une certaine adresse, un cinéma, un restaurant, etc, utilisent le *WGS84*, avec comme *unité de mesure* les longitudes / latitudes exprimées en <degrés / minutes.millièmes de minutes> (par exemple 45°27.325' N) ; si ton GPS a une carte routière intégrée et que tu veuilles l'employer, il y a de fortes chances que tu doives utiliser également le *WGS84* ; tu t'en rendras compte du reste rapidement : si ton tracé est parallèle à la route, «à côté de la route», ce n'est pas que tu roules dans les champs, tu t'en serais rendu compte, mais c'est que tu n'es pas en *WGS84*. D'autre part, la position de lieux (restaurants...) publiée dans certains guides touristiques, pour que l'utilisateur les injecte dans le système de navigation de sa voiture, en <degrés, minutes.millièmes de minutes>, sont définitivement en *WGS84*. Si tu as besoin de ces positions, il t'est possible de reporter (péniblement...) ces valeurs sur une carte topo suisse en utilisant pour ce faire les repères bleus de longitude / latitude *WGS84* figurant en bordure de la carte. C'est la seule fois où tu utiliseras vraiment le *WGS84* avec ta carte topo suisse.

Tu trouveras plus bas, dans le paragraphe relatif aux coordonnées, un truc pratique pour convertir les longitudes / latitudes *WGS84* en coordonnées suisses (en *CH-1903*) ou *UTM (WGS84)* à l'étranger, truc qui marche avec la plupart des GPS récents..

Tu ne peux par contre pas utiliser les coordonnées kilométriques *UTM* sur une carte topo suisse, car cette dernière ne comporte pas les repères kilométriques nécessaires pour cette grille ; l'Office fédéral de la topographie tient à nos chères coordonnées helvétiques basées sur *CH-1903*! Donc, lorsque tu termines de « naviguer » avec la carte routière intégrée de ton GPS (par exemple une fois arrivé au parking...), pour commencer le travail spéléo sérieux (accès à l'orifice de la grotte ou du gouffre, prospection), n'oublie surtout pas de re-régler ton GPS sur *CH-1903* si nécessaire (ou *WGS84* — voire ED50 avec *UTM* en France...).

- **INFOS UTILES AU SUJET DES COORDONNÉES**

La problématique du *système géodésique* peut être traitée relativement facilement, et comme tu l'as vu plus haut, il suffit de suivre quelques instructions simples pour régler correctement ton GPS avec le bon système. Pour les **coordonnées**, c'est un peu plus complexes, car tu devras les triturer et travailler directement avec elles pour déterminer la localisation précise d'un point, ou de le retrouver dans le terrain. Donc, même si comme cela a été indiqué au début, ce texte n'a pas la prétention et ne veut pas être un cours, tu va trouver ici quelques informations relativement détaillées au sujet des coordonnées ; cela devrait te permettre de bien comprendre ce domaine et de te sentir à l'aise avec ces groupes de nombres qui représentent des entrées de grottes, gouffres, etc.

Dans les systèmes géodésiques usuels, la mesure élémentaire de la position d'un point peut être définie par la longitude (valeur Ouest / Est) et la latitude (valeur Sud / Nord). Mais on peut aussi associer une grille orthogonale de coordonnées kilométrique à toute projection d'un système

géodésique, ce qui facilite la lecture. *En parlant coordonnées, il est souvent question des valeurs X, Y et Z. Sache que X est la valeur lue sur l'axe horizontal Ouest-Est, la valeur Y est celle lue sur l'axe vertical Sud-Nord, et la valeur Z représente l'altitude.*

Les coordonnées suisses : la grille kilométrique est placée sur une *projection cylindrique conforme à axe oblique* dont la ligne de contact (pseudo Est-Ouest) entre le cylindre et l'ellipsoïde (représentant la Terre) passe par Berne ; un cylindre peut facilement être découpé selon une génératrice pour être déroulé et « mis à plat ». C'est à l'observatoire de Berne qu'a été défini un point dont les coordonnées ont les valeurs 600 / 200 (X= 600 Est, Y= 200 Nord), ces nombres correspondant à des valeurs en kilomètres.

De par les dimensions de la Suisse, même si l'utilisateur inverse l'ordre de lecture, il ne peut y avoir qu'un seul point sur le territoire national correspondant à cette paire de nombres. Cela n'aurait pas été le cas si l'on avait eu une origine des X et Y (point zéro-zéro) positionnée par exemple au S-SW de Genève pour avoir uniquement des valeurs positives. Les valeurs X (Ouest-Est) de la grille suisse sont comprises entre 480 (km) juste à l'Ouest de Genève et 865 à l'Est des Grisons, alors que les valeurs Sud-Nord sont comprises entre 62 au Sud de Chiasso, au Tessin, et 302 au Nord de Shaffouse. La grille des coordonnées suisses est absolument parfaite pour les utilisations en Suisse, mais elle ne pourrait pas être étendue au reste de l'Europe, car elle s'éloignerait trop des conditions valables en Suisse et deviendrait imprécise. La grille de coordonnées suisses est de plus impérativement liée au système géodésique CH-1903.

Par contre, on pourrait utiliser le système géodésique CH-1903 avec les valeurs de longitude / latitude exprimés en degrés et sous-multiples en lieu et place de la grille de coordonnées, mais c'est plus compliqué pour le travail sur la carte ; les longitudes / latitudes du système géodésique CH-1903 sont indiquées par un liseré alternativement noir et blanc — par intervalles de une minute- (en fait une alternance de très fines doubles et triples lignes) et un repère noir toutes les 10 minutes, alors que les repères bleus sont ceux de WGS84 ; les chiffres bleus des longitudes / latitudes, en degrés et minutes (ex. 46°20') sont valables pour les deux systèmes, vu qu'ils sont à côté tant d'un repère noir que d'un bleu. Une mesure approximative effectuée sur une carte topo au 1/ 50'000 de Suisse romande montre que les valeurs du WGS sont à quelques 75 m plus à l'Est et 125 m plus au Nord que les valeurs du CH-1903, correspondant à une différence d'environ 146 m si l'on se trompe de système géodésique. Cette mesure, bien qu'assez imprécise, confirme l'indication imprimée sur les cartes mentionnant une différence pouvant atteindre 160 mètres.

Il est intéressant de constater que les cartes topo suisses n'indiquent pas la direction du Nord géographique, elles se contentent d'indiquer la déclinaison magnétique par rapport au Nord de la grille au centre de la carte.

Les coordonnées UTM (Universal Transverse Mercator) : il s'agit sans doute du système de coordonnées le plus répandu (hors de Suisse) ; il a été adopté par l'US Army et l'OTAN dès 1947. Il peut être appliqué à tout système géodésique, donc même lorsque l'on utilise les coordonnées UTM il faut vérifier que le système géodésique que l'on utilise soit le bon. Le site WEB de l'IGN (l'Institut géographique national, qui édite les cartes topo françaises) donne l'exemple d'un point au Nord de la France où la différence de valeur entre les *coordonnées UTM* dans les systèmes géodésiques WGS84 et ED50 (Europe Datum 50) est de 82 m W-E et de 221 m S-N, soit donc une différence totale de 236 m !!!

UTM ?: Le système de *coordonnées UTM* fournit une représentation plane (plate!) du monde avec une grille orthogonale kilométrique de repérage. Pour ce faire, le monde est divisé en **60 zones de 6 degrés de longitude** chacune, s'étendant de 80° de latitude Sud à 84° de latitude Nord ; les régions polaires sont exclues, pour ces dernières, c'est le système UPS (Universal Polar Stereographic) qui est utilisé (les GPS affichent du reste UTM UPS). La première zone UTM débute sur le méridien international de changement de date (changement de jour) de 180°W à 174°W, centrée sur 177°W, et les autres zones (numérotation croissante) suivent en direction Est. Chaque zone est divisée en **bandes de 8° de latitude**, identifiées par des lettres de l'alphabet, commençant à 80°Sud par la lettre C et se terminant avec la lettre X à 84°Nord ; les lettres I et O ne sont pas utilisées, pour éviter une confusion possible avec les chiffres 1 et 0. La bande identifiée par la lettre X couvre 12° de latitude. L'équateur est entre les bandes M et N. [Certains pays ont de plus des lettres supplémentaires pour identifier des carrés de 100 km x 100 km.]

Si l'on se représente un fuseau du globe d'une largeur de 6° à l'équateur, on voit bien que les côtés du fuseau, les méridiens, ne sont pas parallèles, mais sont des courbes convergeant vers le Pôle Nord (ou vers le Sud dans l'hémisphère Sud...). La zone UTM, elle, par définition, est limitée par des droites parallèles au méridien du milieu de la zone, à l'extérieur de la surface du fuseau proprement dit. On voit donc que le Nord de la grille est différent du Nord géographique, sauf sur le méridien central de la zone où les deux «Nord» se superposent. A l'Ouest du méridien central, le Nord de la grille sera à l'Ouest du Nord géographique, et à l'Est, à l'Est. Pratiquement, il est indiqué de régler la déclinaison de la boussole de telle façon qu'elle indique le Nord de la grille de coordonnées. en additionnant la déclinaison magnétique à la déclinaison de la grille, en tenant compte du signe (E & W) de chacune. Ces valeurs sont en principe toujours indiquées sur la légende de chaque carte topo.

La valeur X (Ouest-Est) du méridien central d'une zone a été fixée à 500'000 mètres (500 kilomètres) ; de ce fait, la valeur X ne sera jamais négative, car 6° de longitude représentent environ 667'000 mètres à l'équateur (valeur maximum) ; les valeurs X à l'intérieur d'une zone seront donc toujours comprises entre 166'666 et 833'333 mètres.

La valeur Y représente la distance depuis l'équateur, ce dernier ayant la valeur 0 pour l'hémisphère Nord. Pour les valeurs de l'hémisphère Sud, l'équateur a une valeur de 10'000'000 mètres Nord, ceci afin d'éviter d'avoir des valeurs négatives. Tout ceci peut créer une confusion, c'est pourquoi la lettre désignant la bande est utile, elle permet d'éviter des erreurs, les lettres C à M

étant par définition au Sud de l'équateur !

On comprend vite que plus on s'éloigne de l'équateur, plus il va y avoir un chevauchement des grilles de coordonnées de deux zones adjacentes en bordure de ces dernières, chevauchement formant un angle aigu, pointé vers le Nord dans notre hémisphère, entre les verticales (ou les grilles) des deux zones. Il importe dans cette situation de définir les coordonnées UTM dans la bonne zone.

Truc de terrain : Si le GPS ne permet pas de sélectionner la zone UTM de travail et qu'il affiche la «mauvaise» zone par rapport à la carte, et à défaut de disposer d'un logiciel de conversion, il faut passer en mode (*unités de mesure*) «longitude / latitude» (*hddd°mm.mmm'*) pour enregistrer la localisation de points dans le terrain, puis, plus tard ou de retour à la maison, le récepteur GPS restant allumé, sélectionner «GPS off» (donc le récepteur reste allumé, mais il ne reçoit plus les signaux des satellites), en principe en appelant le menu depuis la page «satellites» ; changer les «unités de mesure» en sélectionnant *UTM*, et rappeler un à un les «points de passage» ; le GPS devrait afficher les valeurs avec la zone correcte. Si ce n'est pas le cas, ça devient plus laborieux : il faut revenir sur les longitudes / latitude (*hddd°mm.mmm'*) dans les «unités de mesure», lire les valeurs des points, les reporter (péniblement) sur la carte au moyen des repères de longitude / latitude, et définir ensuite manuellement les coordonnées UTM selon la grille (et la zone) de la carte, avec l'imprécision que cette méthode graphique introduit. On peut ensuite modifier dans la mémoire du GPS les valeurs enregistrées de longitude / latitude avec ces valeurs de coordonnées déterminées manuellement. Si ces manipulations sont possibles, c'est qu'un point, dont les coordonnées sont différentes d'une zone à l'autre (quand deux zones se chevauchent dans le même système géodésique), n'a qu'une paire unique de valeurs de longitude / latitude dans un système géodésique donné. Et où peut-on avoir ce genre de problème insidieux ? La région en France juste à l'Ouest de Genève est plus ou moins à cheval entre les zones 31 et 32... Annemasse est dans la zone 32T.

La lecture des *coordonnées UTM* est semblable à celle des coordonnées suisses, on lit d'abord la valeur X, puis la valeur Y, avec comme différence qu'en UTM, les nombres sont plus grands, et sont précédés de l'indication de la zone/ bande avant les valeurs X et Y.

Comme cela a été signalé plus haut, les repères de la *grille kilométrique UTM* (en *ED50* ou *WGS84*) figurent en bordure des cartes topo françaises, en plus des coordonnées Lambert, dont l'utilisation est difficile avec un GPS. De plus en plus d'utilisateurs abandonnent du reste l'emploi des coordonnées Lambert au profit des *coordonnées UTM*. Tu devrais faire de même ; mais lis d'abord le paragraphe «GPS en France».

Les coordonnées Lambert (France) : Les coordonnées Lambert semblent avoir leur origine en Angleterre pendant la première guerre mondiale, c'est une histoire intéressante que tu trouveras sur un des sites WEB mentionnés à la fin de cet article ; la France a ensuite repris à son compte ces coordonnées, après les avoir modifiées et améliorées. La surface des cartes topo française est basée sur la projection conique. Dans une projection conique, la surface de la Terre (ou plutôt de l'ellipsoïde qui la symbolise) est projetée sur un cône. En coupant un cône selon une génératrice, on peut le dérouler et le mettre à plat (regarde comment sont construits la plupart des abat-jours de lampes d'appartement...), on peut donc imprimer à plat une carte figurant sur un cône... On peut avoir plusieurs types de cônes : cône tangent à la Terre selon un petit cercle de latitude, cône sécant passant «à l'intérieur de la Terre» recoupant cette dernière selon deux petits cercles de latitude, etc. Trêve de détails. La France ayant une relativement grande extension Nord-Sud, elle a été divisée en 4 zones (3 pour la France continentale, et une 4^{ème} pour la Corse), chacune ayant un cône de projection différent, pour éviter les trop grandes distorsions et déformations qui auraient eu lieu avec un seul cône sur les cartes topo détaillées. Pour la zone la plus au Nord, le cône est plus aplati que pour la zone centrale, et le cône de cette dernière est plus aplati que celui de la zone Sud. Il y aurait encore des subdivisions (100 km x 100 km) dont il faudrait tenir compte...

Pour certaines applications, on utilise un cône «moyen» où tout le pays y est projeté, c'est le Lambert II étendu, avec l'inconvénient qu'en s'éloignant de la zone II, il y a une altération linéaire croissante vers le Nord et vers le Sud, et les coordonnées d'un point sur cette projection en dehors de la zone II seront différentes des coordonnées de ce même point exprimées dans la zone particulière détaillée à laquelle il appartient (zone I, III ou IV mentionnée précédemment).

Normalement, la logique veut que l'on mentionne systématiquement quelle est la zone Lambert utilisée lorsque l'on relève ou publie la localisation d'un point en coordonnées Lambert ; ceci est obtenu en ajoutant le chiffre de la zone devant la valeur Y (axe Sud-Nord), 1 pour la zone I, 2 pour la zone II, etc. ; cela «ajoute» artificiellement 1'000, 2'000, 3'000 ou 4'000 km à la valeur Y ; on appellera cette valeur le «Lambert carto».

Si indiquer les coordonnées Lambert sur la base d'une carte topo était relativement facile localement, le fait qu'il faille maintenant être très précis et complet pour que les cavités puissent être répertoriées globalement (au niveau national ou continental) demande que les coordonnées soient complètes ; dans les régions à cheval entre les zones Lambert, ça devient franchement compliqué. Et l'Institut géographique national (français) annonce la venue d'un nouveau Lambert, basé sur le *système géodésique RGF93*, plus récent que celui utilisé actuellement, qui a certainement ses avantages pour l'utilisation légale et professionnelle, mais qui va certainement encore augmenter la confusion pour l'utilisateur moyen (spéléo, alpiniste, promeneur...)

Ne t'affole pas, ceci te concernera de moins en moins, car, comme cela a été signalé précédemment, la plupart des GPS ne reconnaissent pas les *coordonnées Lambert* et ces dernières deviennent donc désuètes, remplacées par les *coordonnées UTM* avec *WGS84*. Mais attention, il y a des cartes françaises avec des *coordonnées UTM* non pas en *WGS84*, mais en *ED50*... (plus de 200 mètres d'écart !). Vive l'Aspirine !!!

Pour localiser des cavités en France, lis donc ci-dessous le paragraphe «GPS en France».

On peut trouver sur le WEB des logiciels de conversion de coordonnées pour passer de Lambert à *UTM-WGS84* et vice-versa, etc.

- **Truc pratique de Conversion de longitudes / latitudes en coordonnées ou vice-versa et ou passage d'un système géodésique à un autre** : La plupart des GPS récents permettent d'effectuer les conversions suivantes :
 - Dans le même système géodésique, conversion des *coordonnées kilométriques* en *longitudes / latitudes* ou vice-versa.
 - Conversion des *coordonnées* ou des *longitudes / latitudes* d'un système géodésique en *coordonnées* ou *longitudes / latitudes* dans un autre système géodésique.Exemples : en *WGS84* passage *longitude / latitude* (format *hddd°mm.mmm'* par ex.) vers >> *UTM* ou vice-versa ; en *CH-1903*, passage des *coordonnées suisses* vers >> *longitudes / latitudes* «suisses» (format *hddd°mm.mmm'* par ex.) ou vice-versa ; en *WGS84* avec *longitudes / latitudes*, passage en *CH-1903* avec *coordonnées suisses* ou vice-versa.

Procédure à suivre : Si le point n'est pas déjà enregistré dans ton GPS, enregistre-le manuellement avec le système géodésique et les unités de mesure ad hoc. Puis modifie le système géodésique et les unités de mesure du GPS selon tes besoins. Rappelle ensuite sur l'affichage du GPS le point considéré ; sa position sera affichée avec les nouveaux paramètres, le GPS s'étant chargé d'effectuer la conversion.

Ces conversions, à quoi ça sert ? Eh bien, imagine que tu prospectes dans la région des Portes du Soleil, Morgins-Avoriaz, et que tu utilises à la fois des cartes topo suisses et françaises. La méthode décrite ci-dessus te permettra d'effectuer les conversions pour avoir les localisations tant en *CH-1903* et *coordonnées suisses* qu'en *WGS84* et *UTM*.

Ou bien les indications que tu as trouvées dans une publication pour atteindre une grotte ont été déterminées avec un système de navigation automobile, tu veux convertir ces indications pour les reporter sur ta carte topo suisse sans te casser la tête...

Ou bien tu as des coordonnées *UTM-ED50* d'une ancienne carte française que tu veux convertir en *UTM-WGS84* pour les placer sur une nouvelle carte topo IGN «compatible GPS»...

- **«GPS» EN FRANCE...**

Comme tu l'as lu plus haut, les GPS courant ne permettent pas d'utiliser les *coordonnées Lambert* en *NTF*. Ces dernières sont assez complexes, et à vrai dire pas très pratiques. Elles sont de plus basées sur des *longitudes / latitudes* exprimées en grades (°), donc 400° pour un tour complet ; un grade est divisé décimalement. Et le méridien de base (méridien zéro) est celui de... Paris.

Ces *longitudes / latitudes* «parisiennes» sont celles qui figurent sur les cartes topo de l'IGN, avec les *coordonnées Lambert*.

Les cartes françaises ont aussi, en plus des *coordonnées Lambert*, des repères kilométriques de *coordonnées UTM*. Initialement, ces *coordonnées UTM* étaient associées au système géodésique *ED50*, dont les *longitudes / latitudes* sont exprimées, elles, en degrés (°), un degré étant subdivisé en 60 minutes (') et une minute en 60 secondes ("), donc 360° pour un tour complet. Et le méridien de base est celui, international, dit de Greenwich, près de Londres.

Avec l'arrivée des GPS et la vulgarisation des systèmes de navigation, l'IGN a remplacé les *coordonnées UTM* en *ED50* par les *coordonnées UTM* basées sur *WGS84*. Comment s'y retrouver entre *ED50* et *WGS84*, tous les deux utilisant *UTM* ? Les cartes topo avec les coordonnées UTM en WGS84 mentionnent : «Compatible GPS».

Donc, si tu utilise ton GPS en France, voici comment procéder : si ta carte topo n'a pas la mention

«*Compatible GPS*», règle ton GPS sur le système géodésique *ED50* et sur les *coordonnées UTM*. Tu pourras ainsi reporter les valeurs *UTM-ED50* du GPS sur ta carte topo.

Si ta carte topo indique «**Compatible GPS**», règle ton GPS sur le système géodésique *WGS84* et sur les *coordonnées UTM*. Tu pourras ainsi reporter les valeurs *UTM-WGS84* du GPS sur ta carte topo.

Et s'il te faut avoir toutes les coordonnées en *UTM-WGS84* ou en *UTM-ED50*, pour un rapport, publication ou autre (transfert sur une autre carte avec l'autre système), tu peux facilement les convertir sur ton GPS au moyen du truc expliqué un peu plus haut.

L'exemple d'une différence dans les *coordonnées UTM* entre *ED50* et *WGS84* (selon l'IGN) avait déjà été donné dans un paragraphe sur les *coordonnées UTM* plus haut (82 m W-E, 221 m S-N, $r = 234$ m). Dans un autre exemple pour un point à l'Est de la France l'IGN montre des valeurs *UTM-EN50* situées 82 m plus à l'Ouest, 221 m plus au Nord, correspondant à un écart total de 217 m, par rapport à la localisation *UTM-WGS84*. Faut donc pas se fier dedans avec le choix du système géodésique !

- **ALTITUDE** : l'«altitude» donnée par un GPS non équipé d'un capteur barométrique n'est hélas pas l'altitude réelle !, c'est en fait la «*hauteur ellipsoïdale*», qui est la hauteur du point en dessus de la surface du «modèle mathématique» de la Terre, hauteur qui peut différer fortement, selon l'endroit, de l'altitude réelle telle qu'indiquée sur la carte topo avec son altimétrie. Ne l'utilise donc pas ! Ceci sans même considérer la précision verticale intrinsèque du GPS, qui n'est que de l'ordre de 46 mètres en utilisation courante... Il semble du reste que ces différences sont nettement plus marquées en Europe qu'en Amérique.

Si tu utilises un GPS avec capteur barométrique, les précautions d'utilisation d'un altimètre classique s'appliquent. Même si l'altimètre a une résolution à un mètre près, la valeur réelle de l'altitude sera souvent seulement à +/- 10 mètres près (même avec le fameux \$\$\$ altimètre Thommen des alpinistes !); de plus, les changements de temps vont de pair avec des variations barométriques ; et le chaud, le froid, le taux d'humidité, un fort vent, font que l'atmosphère n'est souvent pas «*standard*», amenant des imprécisions dans l'altitude indiquée ; pour compenser ces causes d'erreur, le mieux est, chaque fois que tu atteins un point dont l'altitude est indiquée de façon précise sur la carte topo, que tu réajustes l'altitude sur l'altimètre (intégré au GPS ou non...). L'Office fédéral de la topographie recommande du reste (voir les infos au recto des cartes topo) de réajuster l'altimètre toutes les heures !

Et si tu veux déterminer les coordonnées complètes d'un point précis (toujours cet orifice de grotte ou de gouffre au milieu de cette dense forêt...), pour en indiquer l'altitude, le mieux est que tu détermine les coordonnées X et Y avec le GPS (méthode de la moyenne d'une série de mesures), puis que tu reportes le point sur la carte topo, et que tu détermine (lises) l'altitude sur la carte en interpolant entre les courbes de niveau, puis que tu enregistres cette valeur pour ce point [«*point intermédiaire*» («*way-point*»), entrée de grotte ou gouffre, etc.] considéré. Pas d'accord ? et bien dis-toi que la probabilité qu'un spéléo se trompe dans sa mesure de l'altitude dans le terrain est très très nettement supérieure à la probabilité d'une erreur dans l'établissement de la carte et de ses courbes de niveau par un service topographique national.

- **LE(les) «NORD(s)»** : Quand tu utilises un GPS sans capteur magnétique (boussole), ton GPS ne te montre pas où est le Nord (par exemple sur la «page» du tracé) lorsque tu es à l'arrêt ou si tu te déplaces très lentement. C'est que le GPS utilise les positions successives qu'il mesure en continu pour déterminer où est le Nord. Tu peux immédiatement te rendre compte que si tu te déplaces lentement, la direction du Nord sera assez imprécise, car les positions mesurées par le GPS le sont avec une certaine marge d'erreur (imprécision); si les points de mesure, qui sont pris à intervalles de temps réguliers, sont plus espacés, de par une vitesse plus élevée, ça diminuera l'imprécision angulaire relative, donc une indication du Nord plus précise. Si ton GPS a un capteur magnétique (boussole), il t'indiquera le Nord même à l'arrêt, à quelques degrés près. Mais il te faudra au préalable étalonner cette boussole-GPS. Depuis le «menu», ton GPS te demandera de tourner lentement sur lui-même le GPS tenu à plat, pour au moins un tour complet horizontalement. Cela permettra au capteur magnétique de mesurer et repérer la direction du plus fort magnétisme, et de ce fait de situer le Nord. Ça vaut la peine d'étalonner le Nord au début de chaque sortie. La précision est toutefois inférieure à celle d'une boussole classique, mais c'est largement

suffisant et utile pour se déplacer dans le terrain. Les GPS avec capteur magnétique déterminent le Nord grâce au capteur lorsque tu es à l'arrêt ou que tu te déplaces lentement ; mais dès que tu atteins une certaine vitesse de déplacement, le GPS change de mode et se met à utiliser la succession de ses mesures de position du tracé pour déterminer le Nord. Il est possible de modifier les paramètres de ce changement de mode ; les valeurs «par défaut» typiques pouvant être lorsque l'on se déplace à plus de 15 km/h pendant plus de 60 secondes.

Tu dois aussi être conscient que le GPS peut indiquer plusieurs «Nord» différents:

Le *Nord vrai* (= le Nord géographique), le *Nord magnétique*, le *Nord grille* (de la grille de coordonnées, par exemple en Suisse), ou un *Nord utilisateur* (déterminé par l'utilisateur, cas particuliers...).

Pour chacun de ces Nord(s), le GPS en déduit la direction par les positions des points du tracé qu'il mesure en continu. Comme il connaît sa position, il peut aller chercher dans une table la valeur de la déclinaison magnétique pour ce point, donc pas besoin d'ajuster la déclinaison magnétique, ça se fait «tout seul», du moins pour l'utilisateur ; quant au Nord de la grille de coordonnées, le GPS connaissant le type de grille, le système géodésique, et la position au moment donné, rien n'est plus facile pour lui que de déterminer ce Nord de la grille de coordonnées.

Le mieux pour toi est d'utiliser le le Nord grille (de la grille de coordonnées), qui correspond au Nord que tu utilises sur ta carte topo.

- «**ÉTALONNAGE**» : Il peut être utile que tu **vérifies** de temps en temps (par exemple au parking d'accès pour la grotte ou à un endroit bien reconnaissable sur la carte) **les coordonnées indiquées par le GPS avec les coordonnées déterminées / lues sur la carte**, cela te permet de déceler une erreur de configuration / réglage du GPS avec les conséquences désagréables que cela peut avoir, surtout si tu ne t'en rends pas compte à temps. Si ton GPS est muni d'un capteur barométrique (altimètre), veille à également vérifier / ajuster l'altitude (voir plus haut le paragraphe sur la problématique de l'altitude).

PRATIQUE DU GPS

- **DÉTERMINATION DES COORDONNÉES D'UN POINT** : Au moment de déterminer les coordonnées précises d'un point (l'orifice de cette grotte, de ce gouffre peu visible au milieu d'une dense forêt ...) dans le terrain, **vérifie** sur la «page» ad hoc du GPS **que les satellites aient une bonne répartition dans le ciel**, c'est à dire qu'ils soient bien dispersés, pas de satellites trop alignés ou regroupés dans un coin, pas trop bas sur l'horizon...sinon attends 5 à 10 minutes ; puis procède à une série de mesures et fais la moyenne. Si tu veux juste marquer la position d'un *point de passage* (*waypoint*) à 20-50 mètres près, une seule mesure rapide est suffisante. Mais si tu veux retrouver **un point très précis**, par exemple l'orifice de cette grotte ou de ce gouffre dans la forêt, visible seulement dans un rayon d'une quinzaine de mètres, il est important d'en déterminer initialement la position le plus exactement possible, par **moyenne d'une série de mesures** (par exemple une trentaine de mesures, prises à une vingtaine de secondes d'intervalle), —et en utilisant le WAAS en Amérique (du Nord, centrale ou du Sud). En effet, retrouver ultérieurement un lieu dont la position est approximative tout en se déplaçant pour le localiser (donc d'office avec une certaine marge d'erreur de positionnement) devient quelque chose d'aléatoire, et, les erreurs ayant tendance à s'additionner, on risque de ne pas trouver le point recherché. Demande à tes amis qui s'adonnent au nouveau jeu de GEOCACHE, ils te confirmeront ! Pour les cavités importantes où tu te rends à plusieurs reprises, tu peux au début effectuer une série de mesures lors de chaque sortie (exactement au même endroit), et ensuite faire la moyenne avec les sorties précédentes, ça va augmenter la précision de la localisation. Quelques trucs de terrain relatifs à la position des satellites dans le ciel et au positionnement par GPS avec une mauvaise réception du signal sont décrits séparément à la fin de ce document.
- **PUBLICATION DE COORDONNÉES** : Tu l'auras déjà compris à la lecture de tout ce qui précède, si tu indiques dans une publication ou que tu communique à une tierce personne les **coordonnées** (position, way-point, etc.) d'un lieu, il te faut veiller à toujours indiquer dans quel système géodésique («datum») elles ont été déterminées. N'oublie pas de mentionner l'altitude dans les coordonnées, malgré le fait qu'elle n'a pas été déterminée par GPS (voir ci-dessus le paragraphe sur l'altitude). **Changement de système géodésique et nouvelles coordonnées** : Avec la plupart des GPS récents, comme cela a été décrit en détail plus haut, si tu introduis les valeurs des coordonnées dans

ton GPS avec le *système géodésique* correct, et que tu changes ensuite de système, et en rappelant le point sur l'affichage du GPS, tu auras alors la position de ce point dans le nouveau système (tu verras, les valeurs des coordonnées seront différentes). Il semble s'avérer hélas que les Français ont des problèmes avec leurs 4 zones de projection Lambert et coordonnées associées, non reconnues dans la plupart des GPS courants, ils doivent donc utiliser les coordonnées *UTM* en *WGS84*, voire («anciennes cartes») en *ED50*, dont les repères figurent du reste en bordure des cartes topo IGN au 1/25'000^{ième} entre autres ; pour les fanatiques, il existe ensuite des logiciels de conversion de coordonnées...

- **WAAS ou pas WAAS, EGNOS?** : En Europe, ne pas enclancher le WAAS (ou WAAS-EGNOS) pour l'instant, même si apparemment le GPS semble l'accepter (satellites N° 33 et 35 sur les GPS Garmin) ; dans le futur, on pourrait disposer, pour améliorer la localisation, de signaux de type *WAAS* par les satellites *EGNOS* couvrant l'Europe et l'Afrique. L'entrée en service d'*EGNOS*, avec des stations au sol et la transmission des données correctives par satellites géostationnaires, était prévue pour fin 2005, mais il semble qu'il y ait du retard, affaire à suivre. Les GPS capables de recevoir les signaux *WAAS* peuvent également recevoir ceux d'*EGNOS*.

Tu as peut-être aussi entendu parler d'une plus grande précision grâce au DGPS ; tu trouveras quelques indications à ce sujet un peu plus loin.

Sur le continent américain (expéditions spéléo au Mexique...), tu enclancheras le *WAAS* si tu veux une localisation très précise; mais rappelle-toi que le *WAAS* consomme plus de courant; et si tu te contentes d'une moindre précision, qui reste cependant acceptable la plupart du temps, tu peux économiser sur la durée des piles en renonçant à enclancher le *WAAS* pendant les marches d'approche, et enclancher la fonction *WAAS* juste pour une détermination précise de cavité.

PRÉCISION, ETC.

- **PRÉCISION «GPS»:** La précision indiquée par le GPS est une précision moyenne du système GPS (réseau de satellites, stations au sol, récepteur GPS, influence des perturbations dues au passage des ondes radio à travers l'ionosphère/ troposphère, réflexions, imprécision de l'horloge interne du récepteur, erreurs orbitales dues à l'irrégularité des trajectoires, position / distribution des satellites dans le ciel, *WAAS / EGNOS* branché ou non, etc.). Il ne s'agit donc pas nécessairement du rayon (d'imprécision) dans lequel on trouvera le point recherché dans le terrain. C'est pourquoi la méthode des moyennes décrite plus haut est recommandée pour déterminer la position d'un point avec la plus grande exactitude possible, méthode permettant d'augmenter la précision de la localisation bien au delà des valeurs de précision mentionnées ci-dessous.

Quelques données relatives à la précision maximum du GPS civil courant :

Précision avec dégradation SA : 100 m horizontalement et 156 m en hauteur ellipsoïdale (jusqu'au 01.05.2000) .

Précision sans SA (depuis 02.05.2000) : 25 m horizontalement et 43 m en hauteur ellipsoïdale.

Précision sans SA et avec *WAAS* : 3 m horizontalement.

Comparaison : *Précision du GPS militaire US (PSP) : 22 m horizontalement, 27.7 m en hauteur ellipsoïdale.*

Il est curieux de constater que les données relatives à la précision sont nettement plus optimistes dans la documentation des vendeurs de GPS que dans les documents officiels (sites, publications, etc.) du gouvernement des Etats-Unis (USA), par exemple un prospectus annonçant une précision de 10 à 20 mètres sans la SA alors que l'on a vu ci-dessus qu'elle est annoncée à 25 m officiellement, et de 1 à 5 mètres avec *WAAS*, contre 3 m officiellement....

- **DGPS (ou GPS différentiel), DIFFÉRENCE AVEC LE WAAS, MÉTHODE DE LA «MOYENNE»**
L'expression *DGPS* veut dire « *differential GPS* », ou «système différentiel de positionnement global» dans la langue de Molière. Le *DGPS* était assez en vogue avant la suppression de la SA et avant l'existence du *WAAS*; de nos jours, il est utilisé essentiellement par des professionnels de la topographie, des géomètres, planificateurs, etc. Le *WAAS*, lui a déjà été mentionné plus haut. Le *DGPS* et le *WAAS*, tous deux prévus pour augmenter la précision, travaillent plus ou moins selon le même principe au départ : d'une façon simplifiée, il y a des stations au sol dont les positions sont connues avec exactitude ; elles comparent leurs positions telles que déterminées par le GPS avec la position réelle, et ces différences (=correction) qui correspondent à l' «erreur» instantanée du GPS, sont retransmises en continu. Les récepteurs GPS recevant cette correction peuvent alors modifier en conséquence le calcul de la position qu'ils indiquent, dans le sens d'une précision accrue. Dans les grandes lignes, les différences entre les deux systèmes sont les suivantes :

Les stations au sol pour les corrections du WAAS sont actuellement situées uniquement sur le continent Nord-Américain/ Pacifique, de nouvelles stations y sont même en construction. Comme cela avait déjà été mentionné précédemment, le signal WAAS est retransmis aux utilisateurs par l'intermédiaire de satellites commerciaux géostationnaires (InmarsatAOR-W, et dès l'automne 2006 aussi par PanAmSat à l'Est de ce dernier), et la zone de réception couvre l'ensemble du continent américain et la zone Pacifique jusque vers Hawaï; le signal venant «d'en haut», ce n'est qu'exceptionnellement que l'on ne recevra pas de signal (fond d'un canyon...). La plupart des GPS récents peuvent recevoir le signal WAAS (en attendant EGNOS, voir plus haut), l'augmentation de la précision peut descendre jusque vers 3 mètres. Et le plus intéressant pour l'utilisateur, c'est que l'accès au signal WAAS est gratuit !. Hélas, ce signal WAAS / EGNOS n'est pas encore utilisable valablement en Europe pour l'instant, pour des raisons indiquées précédemment, même si on arrive parfois à le recevoir.

Les stations DGPS au sol transmettent la correction par des émetteurs radio au sol, généralement par ondes courtes, qui ne peuvent pas être reçues partout (grande influence du relief). Ces signaux permettent aux récepteurs GPS équipés du récepteur radio auxiliaire ad hoc d'utiliser cette valeur de correction et d'augmenter ainsi la précision de la localisation. Cette méthode est très utile en navigation maritime, des stations «différentielles» à proximité de ports importants, de voies de navigation ou de côtes dangereuses, permettant une navigation précise même de nuit ou dans le brouillard, précision accrue permettant d'éviter des collisions maritimes ou un échouage...

Pour en revenir aux besoins spéléo, le DGPS était intéressant (mais hors de prix), lorsque la précision du GPS était de l'ordre de 100 m à cause de la SA ; il y avait initialement en Suisse une station «différentielle» au sol, près de Berne, et les signaux différentiels étaient transmis par différents émetteurs onde-courte, dont un à la Dôle. L'inconvénient est que pour bénéficier des avantages du DGPS, il fallait acheter un récepteur radio spécial, le récepteur GPS devait être prévu pour pouvoir être branché sur ce récepteur radio et traiter le signal différentiel (ceci était indiqué dans les spécifications techniques des GPS), et il fallait de plus souscrire (\$\$\$\$!) un abonnement annuel (concession) pour avoir le droit de recevoir ce signal, qui était du reste «proposé» avec plusieurs degrés de précision, le plus précis étant le plus cher évidemment. De nos jours, il y a le système SWIpos-NAV, un système correctif suisse basé sur les stations au sol AGNES, et dont les signaux peuvent être obtenus «gratuitement» par NATEL/GSM... mais l'utilisateur doit, bien évidemment, payer la communication téléphonique, le récepteur GPS doit être un récepteur avec NATEL intégré, tels les récepteurs de haut de gamme Trimble Geo-Explorer, Leica GS20, etc. Le branchement d'un téléphone portable GSM séparé sur un GPS pose semble-t-il des problèmes de logiciel, d'interface, etc. On ne s'imagine pas une communication NATEL continue pendant toute une journée de prospection... Il semblerait aussi que l'on ait accès au signal par Internet...

Mais le DGPS est maintenant devenu une affaire de professionnels. En effet, avec la suppression de la SA depuis 2000 et l'arrivée prochaine de EGNOS, pour les utilisations courantes en spéléologie, tu peux fort bien te passer du DGPS (en aurais-tu du reste les moyens ?). Et **pour augmenter la précision de la localisation d'une entrée de grotte ou de gouffre, utilise systématiquement la méthode des moyennes** ; prends plusieurs séries de mesures, même lors de sorties différentes (mais en mesurant exactement au même endroit, tu verras tout de suite quelles sont les valeurs à rejeter (vois plus bas), et la moyenne des mesures donnera une position de plus en plus précise. On constate du reste qu'après un certain nombre de mesures, les nouvelles valeurs de la moyenne ont tendance à se stabiliser, à «stagner», signe que l'on a atteint une localisation des plus correctes.

- **POSITION DES SATELLITES, MAUVAISE RÉCEPTION, TRUCS DE TERRAIN...**

Lorsque tu allumes ton GPS, ce dernier t'indique généralement «acquisition de satellites». Rassure-toi, tu n'as pas besoin d'acheter un satellite, c'est encore une de ces traductions à la gomme ; en fait le GPS cherche à capter les signaux des différents satellites et à les identifier.

Il a été mentionné en début de ce document l'importance de la position des satellites dans le ciel pour avoir une bonne localisation dans le terrain. Sur la «page SATELLITE» du GPS, il y a généralement un grand cercle extérieur, qui représente l'horizon, alors que le cercle intérieur représente un cercle à 45° dans le ciel, le centre du cercle représente donc le point à ta verticale ; il y a aussi un diagramme en bâtons indiquant la force du signal reçu de chaque satellite. Lorsque l'on a des satellites dispersés uniformément dans tout le ciel, de préférence à proximité et à l'intérieur du cercle intérieur, on a de bonnes conditions pour une localisation précise.

Tu peux du reste vérifier en passant sur la «page CARTE», là où le GPS affiche le «tracé» (track) de ton déplacement : même si tu es à l'arrêt, le tracé bouge constamment (zoome sur le grossissement maximum) ; si le tracé oscille peu autour d'un même point, les conditions sont favorables pour faire une série de mesures précises de localisation . Par contre, si le tracé montre des pics de grande amplitude un peu dans tous les sens, méfie-toi, cela indique généralement que les satellites ne sont pas disposés de façon optimales dans le ciel, il vaut donc mieux attendre une dizaine de minutes, pour laisser aux satellites le temps de se déplacer dans le ciel, avant de commencer une série de mesures

pour une localisation précise d'une entrée de grotte ou de gouffre. Tu arriveras du reste évaluer les errances de ces pics en mètres grâce à l'échelle figurant généralement sur la «page CARTE» ; des divagations de plusieurs dizaines de mètres deviennent problématiques. Si tu te trouves dans une forêt dense, tu pourras aussi avoir quelques difficultés; là, s'il n'y a pas d'amélioration même après une dizaine de minutes, le mieux est de faire plusieurs grandes séries de mesures, dont la moyenne devrait permettre de réduire l'effet de ces pics de grande amplitude.

Si le tracé montre des pics dans deux directions seulement, opposées de 180° (et en étant à l'arrêt), c'est probablement que les satellites sont plus ou moins alignés (défavorable), et les pics sont plus ou moins perpendiculaires à l'alignement des satellites. Une autre raison peut aussi être que tu es dans un vallon encaissé ou à proximité d'une falaise qui masque une partie du ciel ; de ce fait, les signaux ne peuvent provenir des satellites que selon l'axe de la vallée, une situation semblable à celle de satellites alignés, ou d'une partie du ciel seulement.

Dans ces situations de **mauvaise réception**, où une portion du ciel n'est pas visible (la portion correspondant à une zone légèrement plus grande que le cercle intérieur des 45° de la «page SATELLITE»), au fond d'un vallon, à proximité d'une falaise, au lieu de vouloir à tout prix mesurer les coordonnées à l'emplacement même de l'entrée de la grotte ou du gouffre, il est nettement préférable de procéder comme suit : tu recherches à proximité un endroit d'où tu as une bonne réception et où tu peux déterminer précisément ta position (point auxiliaire). Puis tu fais une visée à la boussole en direction de l'entrée de la grotte ou du gouffre, et tu mesures la distance jusqu'à cette entrée. En reportant ensuite les coordonnées du point auxiliaire et de la visée à la boussole avec la distance sur du papier quadrillé (millimétré), tu peux aisément calculer précisément les coordonnées de la cavité, et si tu sais manier la trigonométrie, tu peux simplement faire le calcul... Les coordonnées ainsi obtenues seront plus précises que si tu essayes de les mesurer directement avec le GPS depuis l'entrée de la cavité.

LIENS WEB

Intéressé par plus de détails sur le GPS ? ? ? voici quelques sites WEB, quelques uns en français, et pour les autres, il faut pouvoir lire l'américain (l'anglais peut aussi faire l'affaire ;-)) ...

<http://gps.faa.gov> informations générales sur le GPS (FAA, gouvernement USA).

<http://www.nstb.tc.faa.gov/npa.html> carte de dilution de la précision du GPS (gouvernement USA).

<http://www.esa.int> site de l'Agence spatiale européenne (pour EGNOS et GALILEO) ; chercher aussi sur ce site les pages relatives à la «navigation».

<http://www.swisstopo.ch> Office fédéral de la topographie CH (GPS, DGPS, AGNES, SWIpos-NAV, etc.). informations sur les cartes, les produits numériques, etc. Site bien documenté, mais parfois trop éloigné de l'utilisateur lambda.

<http://www.swissgeo.ch> extraits de cartes topo, vente de GPS et accessoires...

www.echodelta.net/mbs/fr-principe.php L'histoire et le développement des coordonnées Lambert pendant la première guerre mondiale. Très intéressant, surtout comparé au niveau de la cartographie suisse à l'époque.

<http://www.ign.fr> Site de l'Institut géographique national (France). Très riche, beaucoup d'informations, parfois on s'y perd, parfois un brin pédant...

Sur la page initiale de ce site, sélectionner <Développer vos connaissances>, et là, sélectionner <Comprendre la géodésie> ; il y a quatre «fiches» qui peuvent être téléchargées en <.pdf>, et qui peuvent aussi être imprimées, dont, entre autres, une sur les «systèmes de projection». Ces fiches contiennent de nombreuses informations utiles, il y a d'excellents croquis explicatifs, qui permettent de comprendre visuellement le concept de système géodésique, de hauteur ellipsoïdale, etc. ; mais si après la quatrième lecture, tu ne comprends toujours pas le 75% de ce qu'il disent, pas de soucis, c'est la même chose pour tout le monde... mais ça vaut quand même la peine de lire ces fiches, ne serait-ce que pour les 25% compréhensibles. Il y a aussi des éléments intéressants, à ne toutefois pas prendre forcément à la lettre, à partir de <Développer vos connaissances> dans <Lire la carte et s'orienter>.

COMMENTAIRE FINAL

Les trucs (recommandations) ci-dessus ont été mis au point et écrits après de nombreuses et intenses séries d'essais, des séries de mesures en un même point toutes les 30 secondes pendant plusieurs heures, à différents moments de la journée, ainsi que par des parcours répétitifs dans le terrain tout en mesurant systématiquement les points, etc. ainsi que par l'utilisation en routine quotidienne du GPS.

Si tu trouves des imprécisions ou des erreurs dans ce document, ou que tu as des informations plus à jour que celles y figurant, ou que tu as des questions non traitées ici, n'hésite pas à envoyer un message au WEBMASTER, ceci permettra de mettre ce document à jour. Merci.

© 2006, SSG (*Société spéléologique genevoise*)

André M. GAUTIER (Kanab, Utah), *membre d'honneur de la SSG*
avec l'aimable collaboration à Genève d'Alain QUIQUEREZ, *membre ordinaire de la SSG*
Mars 2006

CHECK LIST GPS

Il est assumé que les réglages de convenance ont déjà été effectués initialement (langue, durée et intensité du rétroéclairage de l'écran jour / nuit, etc.), conformément au mode d'emploi du GPS.

- Préliminaire : pour les GPS avec mémoire intégrée ou avec *memory cards* pour cartes topo et way-points : vérifier avant de partir que les bases topo chargées couvrent bien la région où l'on se rend !!!

- C.** Préparation : vérifier les piles (% utilisé, prévoir une réserve), réglage du type de piles dans GPS (si disponible). Ne pas oublier la carte topo et la boussole traditionnelle.
- D.** Réglage des paramètres (peut aussi être fait pendant le ¼ d'heure de "chauffage") :
Système géodésique (Datum); format de position (choix de la grille de coordonnées ou format de longitude / latitude); unités de distance en km! (ou mile...); altitude en m (ou ft...); "Nord grille" (ou N magnétique...); pression atmosphérique en millibars...; vérifier / désactiver WAAS/EGNOS en Europe.
- E.** Si le GPS a les capteurs ad hoc intégrés, régler et/ou étalonner boussole et altimètre (avec la carte ou un point connu).
- F.** Laisser "chauffer" le GPS au moins ¼ d'heure avant les premières mesures.
- G.** Localisation précise d'un point : vérifier la position des satellites, puis faire la moyenne d'une série de mesures successives.
- H.** En cours d'emploi, vérifier régulièrement le niveau de charge des piles, vérifier la position sur des points connus, idem avec l'altitude (si altimètre intégré au GPS).

BONNE CHANCE

©2006, SSG (*Société spéléologique genevoise*)

André Gautier, Mars 2006