

GPS GARMIN ALTIMÈTRE ET BAROMÈTRE

L'ALTIMÈTRE DU GPS

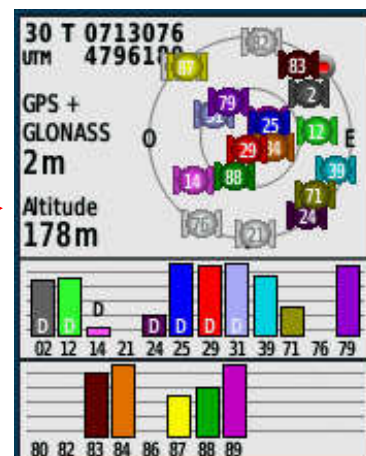
Les GPS Garmin Etrex Vista HCX, Etrex 30 et 30x intègrent deux outils de mesure de l'altitude.

L'ÉLÉVATION (OU ALTITUDE GPS)

Il s'agit d'une estimation à partir des données fournies par les satellites, quand les conditions de réception sont bonnes : en théorie, au moins 4 satellites, mais si possible une bonne dizaine. L'imprécision de cette mesure est environ le double de l'imprécision dans le plan horizontal. Si le GPS affiche une « précision » de 3 m (il s'agit d'un rayon, donc 6 m au total), l'imprécision verticale sera de $6 + 6 = 12$ m.

L'altitude « GPS » est l'élévation du récepteur par rapport à l'ellipsoïde. Pour pouvoir la comparer à l'altitude « IGN », le calculateur du GPS applique automatiquement une correction correspondant à l'ondulation du géoïde (différence de niveau entre géoïde et ellipsoïde) qui, en France, est de l'ordre de 45 à 50 m (cf. le tutoriel du CDRP 64 sur la géodésie).

Cette élévation GPS est affichée sur la page *Satellite* du récepteur sous l'appellation *Altitude*.

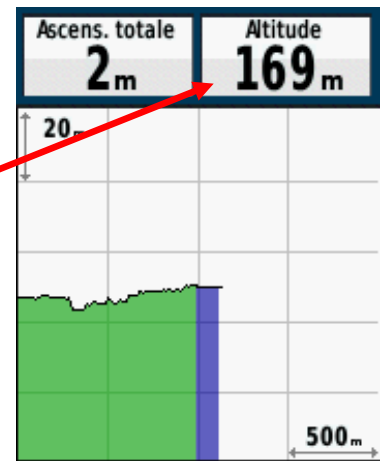


L'ALTITUDE BAROMÉTRIQUE

Cette indication est fournie à partir d'un pressostat embarqué (un baromètre électronique qui mesure la pression atmosphérique) : c'est « l'altitude », au sens traditionnelle du terme, celle qui doit – ou devrait – correspondre aux points cotés sur les cartes IGN et aux courbes de niveau.

Cette altitude correspond à la mesure de la hauteur du récepteur par rapport au géoïde, qui lui-même correspond au niveau moyen de la mer à Marseille.

Nota : comme tout altimètre barométrique traditionnel, l'altimètre du GPS doit être réétalonné dès que possible, c'est-à-dire dès qu'on passe à proximité d'un point coté sur la carte IGN.



On peut lire cette altitude sur la page Profil d'altitude si celle-ci a été paramétrée conformément à nos indications (cf. le tutoriel du CDRP 64 : *Etrex 30 - Paramétrage rapide*).

DIFFÉRENCE ENTRE LES DEUX MESURES D'ALTITUDE

Les deux moyens de mesure expliqués ci-dessus donnent rarement les mêmes résultats ! Ceci peut s'expliquer par l'imprécision de l'altimètre GPS, qui tient à la qualité de la réception des signaux satellites et à la forme du géoïde et par celle de l'altimètre barométrique qui est due à la variation de la pression liée à l'évolution de la météo et de la température.

En gros, on dira que l'altitude GPS est moins précise à l'instant T mais plus fiable dans la durée, alors que l'altitude barométrique est plus fiable à un instant précis (surtout quand on vient de réétalonner l'altimètre), mais devient imprécise à long terme, même au cours d'une journée.

Toutefois, grâce à ces différences de caractéristiques, il est possible de « jouer sur les deux tableaux » et de demander à l'Etrex de corriger, progressivement, les indications de l'altimètre barométrique grâce aux données fournies par l'altimètre GPS. C'est le paramétrage que nous recommandons et qu'on appelle l'*étalonnage automatique*.

L'ÉTALONNAGE AUTOMATIQUE

Ce réglage se fait via le *Menu principal* > *Options* > *Altimètre* > *Étalonnage automatique*.

Le paramétrage de l'altimètre sur *Étalonnage automatique* permet de compenser, dans une certaine mesure, la marge d'erreur de l'altimètre barométrique grâce aux données de l'altimètre GPS. Cette opération se fait de manière transparente et peut demander 20 à 30 minutes.

L'altitude GPS est correcte à long terme, au contraire de l'altitude barométrique qui subit une dérive liée aux changements de temps, de température, etc.

Le GPS est capable de combiner les résultats de ces 2 instruments pour donner une estimation relativement satisfaisante de l'altitude. Mais en aucun cas la précision ne sera absolue !

LE BAROMÈTRE DU GPS

Le GPS fournit, sur la page *Tableau de bord*, deux mesures :

- 1) une mesure appelée *Baromètre*, c'est la pression réduite au niveau de la mer ;
- 2) et une autre appelée *Pression atmosphérique*, c'est la pression absolue.

Nota : pour afficher ces deux mesures, il peut être nécessaire de paramétrer les champs de la page *Tableau de bord*.

Ces deux mesures ne fournissent pas les mêmes résultats, nous allons voir pourquoi.

REMARQUES SUR LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

La pression atmosphérique est mesurée en hPa (hectopascal) ou en mbar (millibar). Ces deux unités ont la même valeur.

La pression atmosphérique varie en fonction de plusieurs facteurs : l'altitude, les changements de conditions météorologiques, la température...

Altitude

La pression qui résulte du poids de l'atmosphère diminue avec l'altitude. La diminution est de 1 hectopascal (hPa) par 8,5 m d'altitude environ jusqu'à 500 m, elle est plus forte au-dessus, comme le montre le tableau ci-dessous (nota : il s'agit de valeurs approchées qui ne tiennent pas compte de la température).

Altitude en m	Pression en hPa	Valeur de l'élévation en m pour une diminution de 1 hPa	Diminution de la pression en hPa pour 10 m d'élévation
0	1013,25 (*)		
500	954,61	8,527	1,173
1000	898,76	8,953	1,117
1500	845,58	9,402	1,064
2000	794,98	9,881	1,012
2500	746,86	10,391	0,962
3000	701,12	10,931	0,915

(*) Il s'agit de la pression atmosphérique moyenne au niveau de la mer.

Météo

La pression augmente avec le beau temps (anticyclone, au-dessus de 1 015 hPa) et diminue avec le mauvais temps (dépression).

Température

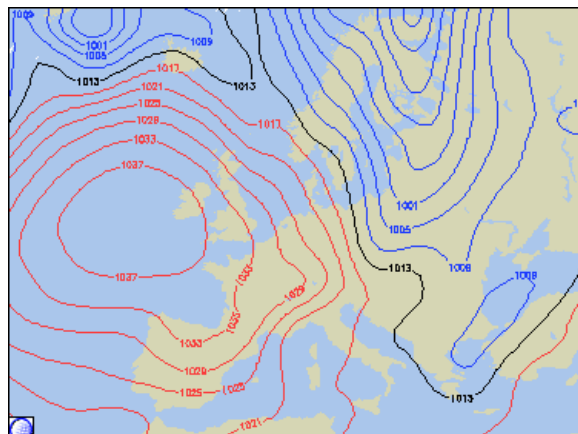
La pression atmosphérique diminue aussi avec la hausse de température.

LA PRESSION ABSOLUE

C'est la pression mesurée par un baromètre, sans aucune correction liée à l'altitude. Imaginons que le sud-ouest de la France soit couvert par un vaste anticyclone stable. À Bayonne, on mesurera par exemple une pression atmosphérique absolue de 1 035 hPa. Au même moment, au sommet de la Rhune, à 905 m, le baromètre indiquera une pression absolue de $1\ 035 - (905 / 8,5) \approx 928$ hPa, alors que le temps est le même.

LA PRESSION RÉDUITE AU NIVEAU DE LA MER

Pour pouvoir comparer ce qui est comparable, les services de Météo France fournissent une indication de pression atmosphérique qui est corrigée des effets de l'altitude, ce qu'on appelle la « pression réduite au niveau de la mer » (PNM). Elle permet d'établir les cartes de pression atmosphérique, avec des courbes qui sont des isobares.



Exemple

Examinons un exemple.

Le 1^{er} avril 2016 à 16 h, la station Météo France de Pau-Uzein (alt. 183 m) affiche une pression de 1 019 hPa. À la même heure, à Gelos (même altitude, à 11 km à vol d'oiseau), le GPS indique une pression atmosphérique absolue (non réduite au niveau de la mer) de 998 hPa.

La valeur de 1 019 hPa annoncée par Météo France Pau-Uzein correspond à une pression réduite au niveau de la mer (PNM), autrement dit c'est la pression qui serait constatée si le baromètre, au lieu d'être à 183 m était à 0 m, au niveau de la mer.

De son côté, le baromètre du GPS, à Gelos et à 180 m d'altitude, constate une pression de 998 hPa.

Différence entre les deux affichages : $1\ 019 - 998 = 21$.

Ce qui correspond effectivement à $180\text{ m} / 8,5$ (valeur trouvée dans le tableau ci-dessus) ≈ 21 .

Autrement dit, à une altitude de 180 m, une pression réduite au niveau de la mer de 1 019 hPa est équivalente à une pression absolue de 998 hPa¹

RÉGLAGE DU GPS SUR ALTITUDE FIXE OU ALTITUDE VARIABLE

Ce réglage se fait via le *Menu principal* > *Réglages* > *Altimètre* > *Mode baromètre*.

Lorsqu'on règle le GPS sur *Altitude fixe*, il considère que les variations de pression atmosphérique ne mesurent pas un changement d'altitude, mais un changement de temps (météo). Ce paramétrage se justifie en cas d'arrêt prolongé (nuit au refuge...). La différence de pression entre le soir et le matin donne une indication sur l'évolution future de la météo.

Comme disent les montagnards : quand l'altimètre monte (c'est-à-dire nous situe plus haut que nous sommes, ce qui veut dire que la pression baisse), il vaut mieux descendre !

Lorsqu'on règle le GPS sur *Altitude variable*, il considère que les variations de pression mesurent un changement d'altitude. Ce paramétrage est à utiliser en randonnée lorsqu'on progresse sur un terrain accidenté. Cependant, comme la pression ramenée au niveau de la mer n'est pas réellement fixe (changements de temps), il est nécessaire de réétalonner l'altimètre du GPS assez souvent, à chaque fois que l'on sait, grâce à la carte, à quelle altitude on est.

COMPLÉMENT

Trouvé sur le forum de GPS Passion, message de Cret du 14 juillet 2008 à 22 h 35.

http://www.gpspassion.com/forumsen/topic.asp?TOPIC_ID=51529&whichpage=21

Concernant l'altitude, sur le GPS, elle est déterminée conjointement par un capteur de pression (un pressostat ou baromètre) et, lorsque la réception est optimale, par la position GPS donnée par les satellites.

Un altimètre barométrique utilise le fait que la pression atmosphérique diminue avec l'altitude pour justement estimer celle-ci. Il faut pour cela un point de calibration d'altitude connu dont l'appareil prend la pression comme référence. L'altitude est ensuite déterminée relativement à cette pression référence. L'inconvénient de tels altimètres provient du fait que l'altitude n'est pas le seul paramètre qui modifie la pression atmosphérique. En effet de nombreux phénomènes physiques et climatiques (vents, arrivée d'une dépression...) modifient bien plus l'atmosphère que ne le fait le changement d'altitude.

Ce phénomène est bien connu des alpinistes qui utilisent des altimètres barométriques simples (mais efficaces) dont ils savent utiliser les erreurs d'estimation de l'altitude comme une indication d'évolution des conditions atmosphériques.

¹ Pour des calculs encore plus précis, consulter la page : <http://zpag.tripod.com/Meteo/Presredu.htm>.

L'avantage du GPS est qu'il peut faire aussi une estimation de l'altitude quand la géométrie des satellites est propice. Cette estimation est moins précise que celle permise par un pressostat mais a l'avantage de ne pas être influencée par les conditions atmosphériques (uniquement par la qualité de la réception).

L'idée géniale des GPS GARMIN munis de l'altimètre est donc d'utiliser simultanément les deux moyens pour estimer l'altitude : le pressostat permet une estimation précise (~ métrique) mais influencée par les changements atmosphériques et le GPS donne une mesure moins précise (+/- 20 m) mais non influencée par les conditions atmosphériques.

L'option « étalonnage automatique » (menu Réglage / altimètre) sert à autoriser l'utilisation de l'altitude GPS pour corriger (au bout de plusieurs dizaines de minutes) l'altitude estimée d'après le pressostat. En mettant cette option sur ON, on utilise donc conjointement et astucieusement les deux moyens pour déterminer l'altitude. C'est donc le réglage qui convient à la majorité des utilisations.

Cependant, comme je l'ai dit, les alpinistes ont pris l'habitude d'utiliser un altimètre barométrique simple (mais efficace). Or quand le GPS corrige l'estimation de l'altitude, il n'est plus possible d'utiliser les écarts d'altitude comme ils en ont pris l'habitude (tous les guides de haute montagne ont été spécifiquement formés et emporte un altimètre qu'ils confient à l'un des clients). Ils connaissent par cœur la montagne et ressentent l'altitude grâce à leurs nombreux sixièmes sens. L'altimètre est bien là pour servir de baromètre et annoncer l'arrivée du mauvais temps ! L'option peut ainsi être désactivée afin de mimer le comportement d'un altimètre simple (mais efficace), le GPS contenant alors deux instruments indépendants : un GPS et un altimètre barométrique.

L'option « altitude variable / altitude fixe » : c'est la fonction principale des altimètres de qualité qui ont tous deux positions.

- *une position ALTI (cette position correspond dans le GPS à l'option « altitude variable ») : l'altimètre utilise les variations de la pression atmosphérique pour estimer l'altitude. C'est le mode qui est utilisé en déplacement où l'on considère que les variations de pression proviennent des dénivelées parcourues. Dans ce mode, le GPS estime l'altitude (avec ou sans assistance GPS via l'étalonnage automatique), enregistre le profil altimétrique, cumule les montées et les descentes.*
- *une position BARO (cette position correspond dans le GPS à l'option « altitude fixe ») : l'altimètre fixe l'altitude et affiche les variations de pression atmosphérique. Il fonctionne donc exactement comme un baromètre domestique. L'altitude restant fixe, le profil altimétrique n'est plus enregistré, les cumuls de montées et descentes restent identiques malgré les variations barométriques. C'est la position qui correspond à un arrêt, en général à la fin de l'étape, au refuge ou au gîte. On reste immobile, l'altitude est mémorisée mais bien sûr pendant la nuit, la pression atmosphérique évolue. L'altitude étant mémorisée, il suffira le lendemain de ne pas oublier de remettre sur « altitude variable » lorsque l'on reprend sa course et il ne sera alors pas nécessaire de re-calibrer l'altimètre au départ.*

En règle générale je n'utilise pas mon eTrex de cette façon, je suis le plus souvent en plaine et n'effectue que trop rarement des courses en haute montagne. Je le laisse donc (pour ne pas oublier) toujours réglé « altitude variable » et donc pendant les arrêts ou les étapes, il modifie l'altitude bien que je sois à l'arrêt. C'est pour cela que j'ai pris l'habitude de calibrer l'altitude au départ de chaque randonnée et à la fin de chaque pause.

C. Ret

Patrice Bellanger, vice-président du CDRP 64, formateur fédéral, le 02/04/2016.