



Création et édition de fichiers GPX

BERNARD PERROT

Couvre la version v2-50601
du 1er juin 2025

Mode d'emploi

v2.50603

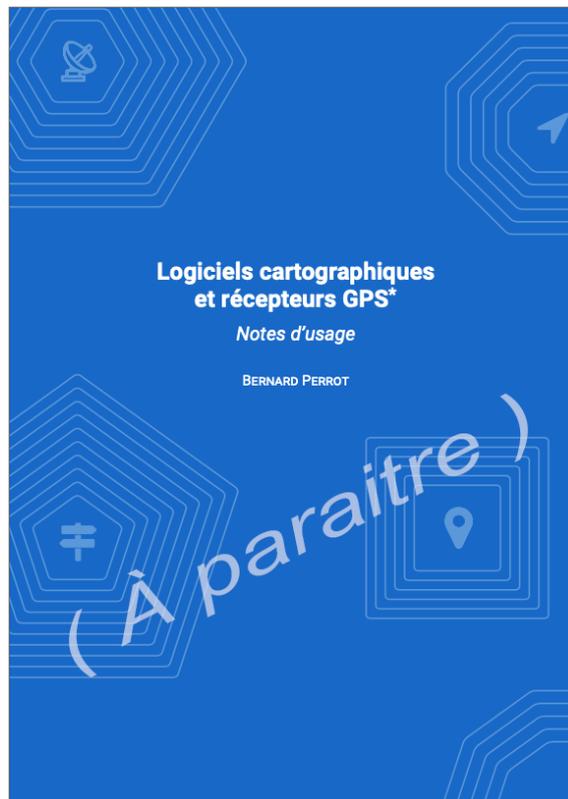
Copyright © 2023+ Bernard Perrot

PUBLIÉ PAR : (*AUTOPUBLICATION*)

Version : v2.50603

Notes de publication

*Ce manuel est un extrait d'un ouvrage plus complet.
(en cours de rédaction, à paraître)*



Ceci explique pourquoi ce manuel comporte une partie unique numérotée « I », qui ne correspond pas à sa numérotation définitive dans l'ouvrage complet.

Pour la même raison, quelques renvois vers d'autres chapitres peuvent ne pas être correctement référencés, et apparaître avec la numérotation « ?? ».

Version pour écran ou recto simple

Vous avez en main un exemplaire dont la mise en page le destine à être lu sur écran ou imprimé en recto simple. Le site de diffusion de **GpxSwK** propose également une version imprimable dont la mise en page est recto verso.

Table des matières

Introduction à cet ouvrage	6
Typographie, icônes, mise en page	8

I

GpxSwK

I.1	Introduction	12
I.1.1	Présentation	12
I.1.2	Avertissement	13
I.1.3	Fichiers Twonav TRK	14
I.1.4	Fichiers NMEA	14
I.1.5	<i>gpx.studio</i>	14
I.1.6	Sources de données	15
I.1.7	Géoplateforme IGN	15
I.1.8	Numérotage des versions	16
I.1.9	Soutien	16
I.2	Manuel de référence	17
I.2.1	Format de fichier GPX	17
I.2.2	Lancement de l'application	20
I.2.3	Présentation générale	22
I.2.4	Menu supérieur	23
I.2.5	Menu cartes	26
I.2.6	Fonds de cartes	27
I.2.7	Réticule	33
I.2.8	Mesure de distances	34
I.2.9	Géosignets	35
I.2.10	Paramètres	36
I.2.11	Bandeau inférieur	40
I.2.12	Outils d'édition de trace	45
I.2.13	Waypoints et carnets de route (roadbooks)	75

I.2.14	Mémoire d'état, collections, géosignets et paramètres	81
I.2.15	Impression (capture d'écran)	83
I.2.16	En cas d'incidents	83
I.2.17	Raccourcis clavier	85
I.2.18	À propos de la cartographie OSM	86
I.3	Mode embarqué	87
I.3.1	Intégration sur un site	87
I.3.2	Comment faire	88
I.3.3	Outil d'aide en ligne	92
I.3.4	Contenu du cadre	94
I.3.5	Conditions d'utilisation	95
I.4	Tutoriaux	96

II

Annexe

A	À propos des dénivelés	98
	À propos des dénivelés	98
A.1	Introduction	98
A.2	Considérations générales	99
A.3	Le calcul du dénivelé cumulé	102
A.4	Outil comparatif de ces algorithmes	110
B	Typographie, icônes, mise en page	116
	Typographie, icônes, mise en page	116
C	Notes personnelles	119
	Notes personnelles	119



Introduction à cet ouvrage

J'ai commencé à utiliser un récepteur *GPS* au milieu des années 90. Puis par la suite, d'autres récepteurs *GNSS* (voir *ci-après*), et en conséquence de plus en plus des logiciels soit liés à la cartographie, soit étant eux-mêmes des applications de navigation sur smartphone.

Cela m'a donné un peu d'expérience sur le sujet, que j'ai voulu rassembler au mieux dans cet ouvrage, pour la partager, et aussi afin de me servir de document de référence et aide-mémoire afin de retrouver plus rapidement moi-même certains détails que j'aurais pu oublier, ou que je risque d'oublier.

Il va être question ici, sans ordre particulier, des logiciels et applications suivant :

- Locus Map Classic;
- Cartograph Map 3;
- Mobile Atlas Creator (MOBAC);
- QMapShack;
- BRouter;
- GPStest;
- GPS Logger;
- OpenTopoMap;
- gpx.studio;
- RouteConverter;
- (*liste à compléter*).

Parmi les critères de choix de la plupart de ces logiciels : gratuité (ou faible coût), open-source, absence de publicités, non-intrusifs.

Une particularité également qui motive mon choix le plus souvent : c'est la possibilité d'utiliser soit ma propre cartographie (créée avec MOBAC en particulier), soit la possibilité d'utiliser une cartographie en ligne si possible paramétrable.

Ces logiciels sont en général documenté (plus ou moins bien) uniquement via Internet sans version imprimable, et en anglais seulement. D'où l'intérêt de les documenter en français.

J'utilise couramment un GPS de marque *TwoNav* (j'en possède deux, un *Anima* et un *Cross*, mon premier était un *Sportiva*¹). J'aborde donc l'usage de ces matériels,

1. que j'ai cassé sur une de mes côtes, cassée elle-aussi, lors d'une chute

et du logiciel compagnon du même constructeur *TwoNav Land*, mais uniquement pour des points particuliers, en général pas documenté, étant donné qu'il existe des manuels en français très complet.

A contrario, je n'ai pas l'expérience des GPS de marque *Garmin*², je n'en parle donc pas, sauf pour les citer.

De même, je n'utilise que des smartphones *Android*. N'ayant pas d'expérience avec les smartphones *Apple iOS (iPhone)*, je ne suis pas en mesure de les traiter si ce n'est pour les citer quand besoin est.

Certains points particuliers et communs à plusieurs logiciels sont traités en annexe, comme par exemple des précisions concernant le système de fichier d'*Android*.

Le premier livre traite de connaissances générales, pré-requises pour bien comprendre le reste de l'ouvrage.

Mon usage des GPS et de ces logiciels est très essentiellement destiné à ma pratique de la randonnée pédestre, cela oriente forcément ma façon de traiter de ceux-ci. Les aspects très spécifiques par exemple du VTT sont en dehors de mon champ de compétence.

Si, par moment, vous avez l'impression de retrouver des portions empruntées à un site Internet, tel que celui de chacun des logiciels cités, ou bien *Wikipedia* par exemple, vous avez peut-être raison. En particulier, très souvent, les logiciels que je traite ici ne disposent pas d'une notice en français, et je me suis aidé alors de la notice anglaise après traduction de ma part (en l'enrichissant bien sûr!). Je cite alors ma source si tel est le cas.

2. mon plus récent était un modèle *GPS 12*, qui était le premier GPS de randonnée de *Garmin*, sans cartographie, juste les coordonnées



Typographie, icônes, mise en page

Typographie

Il est d'usage traditionnel pour les livres et ouvrages en français de faire un retrait de la première ligne des paragraphes (avec une exception parfois pour le premier paragraphe d'un chapitre). Conjointement, il n'y a pas d'interligne entre les paragraphes. Concernant la police de caractères, en français, on utilise plus couramment une police avec empattement.

Pour cet ouvrage, destiné aussi bien à être imprimé que lu sur un écran, j'ai préféré ne pas suivre cette convention, en étant plus proche de la typographie anglo-saxonne, et aussi de celle plus courante sur Internet. À savoir que la première ligne des paragraphes n'est pas indentée, et qu'il y a, pour bien les distinguer, un interligne entre ceux-ci. Ceci dans le but de rendre ce document plus lisible à l'écran en particulier.

Pour la même raison de lisibilité, j'ai préféré une police de caractères sans empattements, la police *Roboto* spécialement conçue pour une lisibilité optimale sur écran.

Il y a sans doute aussi d'autres entorses aux règles strictes de typographie française, toujours pour la même raison de lisibilité sur écran, merci aux puristes de ne pas m'en tenir rigueur.

Blocs spéciaux

Pour inclure une portion de fichier, du code de programmation, le texte de lignes de commande, le contenu d'un fichier de configuration, etc., le texte est affiché sur fond grisé, avec une police de caractères dite « télétype » :

```
Texte du programme "Hello World" en shell :

#!/bin/bash
echo "Hello World !"
exit 0
```

Dans un tel bloc, le texte est affiché tel qu'il est, en particulier, sans modification de la mise en page. Ceci est indispensable quand il s'agit par exemple de lignes de code de programmation ou configuration dans un fichier. Cependant, cela peut amener à des lignes trop longues pour être correctement affichées. Dans ce cas, elles sont coupées, la suite apparaissant sur la ligne suivante indentée.

Pour bien indiquer que la ligne a subi une césure, le symbole ¶ est ajouté au lieu de la césure, et le symbole ¶ en début de ligne à suivre. Il faut donc comprendre que pour reconstituer la ligne originale, il suffit de supprimer la césure en considérant la (ou les) ligne(s) suivante(s), et bien entendu supprimer les symboles.

```
Ligne bien trop longue coupée en cinq :

<url>http://wxs.ign.fr/experts/wmts?SERVICE=WMTS&¶
  ¶VERSION=1.0&¶REQUEST=GetTile&¶LAYER=¶
  ¶GEOGRAPHICALGRIDSYSTEMS.SLOPES.MOUNTAIN&¶FORMAT¶
  ¶=image/png&¶TILEMATRIXSET=PM&¶TILEMATRIX={z¶
  ¶}&¶TILEROW={y}&¶TILECOL={x}</url>
```

Icônes

Certains blocs de texte apparaissent légèrement en retrait, annoncés par un symbole dédié indiquant la nature particulière de ce paragraphe :



Le texte de ce paragraphe est une remarque, un développement, une précision, trop long pour être déporté dans une note de bas de page (*bordure bleue*).



Le texte de ce paragraphe attire l'attention sur un point particulier important (*bordure rouge*).



Le texte de ce paragraphe indique une astuce, un «truc» utile à connaître et retenir (*bordure verte*).



Le texte de ce paragraphe est un passage plus technique, éventuellement plus difficile à comprendre pour le lecteur (*bordure brune*).



Le texte de ce paragraphe est une mise à jour intervenue depuis la rédaction initiale du chapitre (*bordure noire*).

Liens Internet

Les liens Internet (*hyperliens* ou *liens hypertextes*) insérés dans ce livre sont *cliquables* dans la version PDF (et colorés pour être mieux distingués). Ce livre étant aussi bien destiné à être imprimé qu'à être lu sur un écran, afin de faciliter la recherche et l'accès aux sites référencés via la version papier, les liens sont doublés d'un renvoi en bas de page avec l'URL complet du site. Par exemple, ceci est un lien vers la définition de la [notion d'hyperlien](https://fr.wikipedia.org/wiki/Hyperlien)ⁱ.

Ces renvois sont numérotés en chiffres romains plutôt que arabes, afin de les distinguer des autres notes de bas de page⁴.

Making Off

Ce livre a été produit avec [L^AT_EX](https://www.latex-project.org/latex/)ⁱⁱ, sur un MacBook et une installation [T_EXLive](https://www.tug.org/texlive/)ⁱⁱⁱ, et principalement avec l'environnement [TeXstudio](https://www.texstudio.org/)^{iv} pour la rédaction.

Le style utilisé est une classe dérivée de la classe [LegrandOrangeBook](https://www.latextemplates.com/template/legrand-orange-book)^v, adaptation réalisée par mes soins pour mon usage propre.

i. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Hyperlien>

4. Note de bas de page numérotée en chiffres arabes

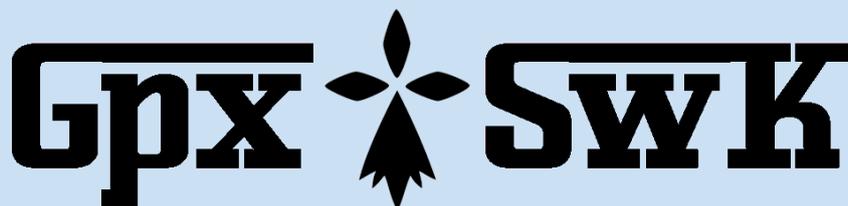
ii. <https://fr.wikipedia.org/wiki/LaTeX>

iii. https://fr.wikipedia.org/wiki/TeX_Live

iv. <https://www.texstudio.org>

v. <https://www.latextemplates.com/template/legrand-orange-book>

I.1	Introduction	12
I.1.1	Présentation	12
I.1.2	Avertissement	13
I.1.3	Fichiers Twonav TRK	14
I.1.4	Fichiers NMEA	14
I.1.5	<i>gpx.studio</i>	14
I.1.6	Sources de données	15
I.1.7	Géoplateforme IGN	15
I.1.8	Numérotage des versions	16
I.1.9	Soutien	16
I.2	Manuel de référence	17
I.2.1	Format de fichier GPX	17
I.2.2	Lancement de l'application	20
I.2.3	Présentation générale	22
I.2.4	Menu supérieur	23
I.2.5	Menu cartes	26
I.2.6	Fonds de cartes	27
I.2.7	Réticule	33
I.2.8	Mesure de distances	34
I.2.9	Géosignets	35
I.2.10	Paramètres	36
I.2.11	Bandeau inférieur	40
I.2.12	Outils d'édition de trace	45
I.2.13	Waypoints et carnets de route (roadbooks)	75
I.2.14	Mémoire d'état, collections, géosignets et paramètres	81
I.2.15	Impression (capture d'écran)	83
I.2.16	En cas d'incidents	83
I.2.17	Raccourcis clavier	85
I.2.18	À propos de la cartographie OSM	86
I.3	Mode embarqué	87
I.3.1	Intégration sur un site	87
I.3.2	Comment faire	88
I.3.3	Outil d'aide en ligne	92
I.3.4	Contenu du cadre	94
I.3.5	Conditions d'utilisation	95
I.4	Tutoriaux	96



I.1 - Introduction

I.1.1 Présentation

L'application **GpxSwk**¹ est une application de traitement de fichiers au format « universel » GPX².

Elle a été créée par l'auteur de cet ouvrage.

C'est une application « en ligne », qui est utilisée à l'aide d'un navigateur Internet, il n'y a donc rien à installer sur le poste client.

Les navigateurs recommandés sont *Firefox*, *Chrome* et *Safari*. *JavaScript* ne doit pas être interdit dans le paramétrage du navigateur.

Elle est destinée à traiter des fichiers GPX enregistrés avec un récepteur GPS, et aussi à préparer des tracés préalablement à leur utilisation, par exemple dans un dispositif GPS.

Elle est destinée à être utilisée sur un ordinateur de bureau (desktop) ou un portable. Son ergonomie et le travail nécessairement à la souris ne la destine pas à un usage sur un smartphone. Il est possible d'utiliser une tablette, mais pour pouvoir accéder à toutes les fonctionnalités, un stylet avec bouton de « clic » sera nécessaire.

Parmi les fonctionnalités qui vont être décrites en détail ci-après, citons :

- visualiser plusieurs traces en différentes couleurs grâce à de nombreuses cartes (vélo, randonnée, satellite, etc.), dont celles de l'IGN France ;
- visualiser le profil altimétrique des traces, et calculer les dénivelés cumulés ;
- éditer les traces en ajoutant, insérant, déplaçant ou supprimant des points ;
- tracer automatiquement des traces à partir du service de routage de l'IGN France (ou *BRouter* au besoin sur base OSM) ;
- ajouter ou modifier les données temporelles d'une trace ;
- visualiser, ajouter, modifier et supprimer des points d'intérêt (waypoints) ;
- lier des photos aux points d'intérêt ;
- réduire le nombre de points de la trace (simplification du tracé) ;

1. **GpxSwk** pour « **Gpx Swiss Knife** », c'est à dire, modestement, un « couteau suisse » pour le traitement des fichiers GPX.

2. **GpxSwk** accepte aussi le format *TwoNav* TRK en lecture, avec un support minimal : une seule trace par fichier, sans support des laps (segments) ni variantes, ainsi que les fichiers au format NMEA pour y lire les points de trace.

- visualiser et retravailler la structure d'un fichier;
- ajouter les données d'altitude aux traces si elles sont absentes, ou recalculer les données d'altitude des traces (données IGN France);
- fusionner plusieurs traces, en étendant les données de temps, fréquence cardiaque, cadence, puissance et température si nécessaire;
- extraire les segments des traces et utiliser tous les autres outils en respectant les segments contenus dans les fichiers;
- créer des géosignets;
- gestion avancée des métadonnées des fichiers GPX;
- sauvegarde sur disque et restauration des paramètres, des géosignets et de collections de traces;
- enregistrer le résultat sur votre ordinateur.

Comme **GpxSwk** fonctionne à travers un navigateur Internet, il est utilisable sur toutes les plateformes fixes, portables ou mobiles. Cependant, pour l'utiliser sur un smartphone ou une tablette, un stylet sera utile, car il est moins pratique de positionner précisément le curseur sur les appareils mobiles. Étant écrit entièrement en *JavaScript*, il est nécessaire d'utiliser un navigateur « moderne » et mis à jour afin d'assurer une parfaite compatibilité (le « vieil » *Internet Explorer* n'est probablement pas adéquat).

I.1.2 Avertissement

I.1.2.1 Propriété intellectuelle des fichiers lus

GpxSwk est une application « en ligne » écrite entièrement en *JavaScript*. Cela veut dire qu'elle s'exécute exclusivement sur le poste de l'utilisateur qui en se connectant au site télécharge l'application dans son navigateur Internet. Tous les fichiers traités sont sous le contrôle exclusif de l'utilisateur, depuis et sur son poste de travail.

Cela implique que l'utilisation de **GpxSwk** est sous l'entière responsabilité de l'utilisateur, en particulier en ce qui concerne le respect de l'éventuelle propriété intellectuelle et du copyright des fichiers GPX traités.

En conséquence, l'utilisateur de **GpxSwk** est particulièrement averti qu'il doit disposer des autorisations nécessaires avant de traiter un fichier GPX qui est protégé par un droit d'auteur et de propriété intellectuelle (copie, usage, modification, reproduction, ...).

GpxSwk et son créateur ne pourraient nullement être tenus responsables d'un usage inapproprié en violation avec les droits afférents aux fichiers traités.

I.1.2.2 Propriété des fichiers exportés

Les fichiers exportés par l'application **GpxSwk** sont propriété de l'utilisateur.

Le préambule d'un fichier GPX comporte le nom de l'application qui l'a créé dans le champ « `Creator` » : ceci est une obligation de par la normalisation des fichiers GPX. C'est une indication requise indiquant le logiciel qui a produit le fichier pour pouvoir éventuellement vérifier la conformité au schéma XML du fichier GPX. Ce champ « `Creator` » n'est donc pas transmissible quand un fichier est réécrit par une application après l'avoir lu et traité. En conséquence, les fichiers exportés

par **GpxSwk** comportent le lien Internet de **GpxSwk**. Cela ne constitue pas une appropriation, mais une obligation de conformité à la norme, et sans relation avec les éventuels droits concernant les données du fichier.

I.1.2.3 Conditions d'utilisation

Cet avertissement est constitutif des conditions d'utilisation de **GpxSwk**.

I.1.3 Fichiers Twonav TRK

GpxSwk est capable de lire les fichiers de traces au format *TwoNav* TRK. Cependant, le support de ce format est incomplet, en particulier car ces fichiers contiennent des informations qui ont objet à n'être prises en compte qu'avec les logiciels et matériels *TwoNav*, ou non transposables au format GPX

En l'état, **GpxSwk** ne peut traiter que les fichiers TRK dont le codage est *UTF-8*, dont les coordonnées sont au *Datum WGS84*, sous forme longitude/latitude en degrés décimaux.

Les points de passages (roadbooks) sont traités, mais sans support des « associations » (sons, ...), ni des « informations enrichies ».

GpxSwk ne peut pas sauvegarder les traces au format TRK, seulement GPX.

I.1.4 Fichiers NMEA

GpxSwk est capable de lire les fichiers au format NMEA pour en extraire une trace. Ces fichiers doivent obligatoirement porter l'extension « .nmea » dans leur nom de fichier.

Seules les deux phrases suivantes sont traitées :

- \$GNGGA ou \$GPGGA : pour en extraire les coordonnées, l'altitude au dessus du géoïde et l'horodatage;
- \$GNRMC ou \$GPRMC : pour extraire la date.

GpxSwk sauvegardera par la suite la trace constituée au format GPX, et peut donc être utilisé, même sans transformation, pour convertir une suite de « FIX » contenus dans un fichier NMEA en trace GPX.

I.1.5 gpx.studio

En l'état actuel, cette application **GpxSwk** est dérivée³ de l'application **gpx.studio**ⁱ.

Parmi les motivations ayant amené à ce « fork », citons :

- privilégier les services de l'IGN France pour le routage, l'altimétrie et la cartographie;
- rendre l'application indépendante des services payants, en particulier de *Mapbox*, pour n'utiliser que des services ouverts et gratuits;

³. un informaticien dirait un « fork »

ⁱ. <https://gpx.studio>

- ajouter des fonctionnalités originales ;
- prioritairement, en faire l'application qui m'est le plus utile à moi, nécessaire et suffisante !

GpxSwK reprend l'architecture et l'ergonomie générale de *gpx.studio*, mais diffère sur de nombreux points concernant les fonctionnalités. Il est destiné à évoluer dans sa propre direction.

Compte tenu des transformations apportées, **GpxSwK** est essentiellement voué à un usage pour le territoire français (car dépendante des services de l'IGN). En conséquence, l'interface n'est pas traduite, pas plus que ce manuel utilisateur. Pour tout autre usage, il convient d'utiliser *gpx.studio* si **GpxSwK** ne convient pas, sans oublier de soutenir activement cette application comme son auteur le demande.

I.1.6 Sources de données

GpxSwK utilise plusieurs sources de données selon les besoins :

Pour la cartographie : en priorité, l'*IGN France*, mais aussi *OpenStreetMap*, *Open-TopoMap*, *CycloSM*, *SwissTopo*, *IGN Espagne*, *Ordonance Survey (UK)*, *Statkart (Norvège)*, *LantMateriet (Suède)*, *Maanmittauslaito (Finland)*, *ArcGIS*, etc.

Pour le routage : *IGN France* pour les tracés en France, *BRouter* sinon.

Pour l'altimétrie : En France, *IGN France* pour tous les outils, *BRouter* partout si ce moteur de routage est utilisé, et *Open Topo Data* (autorisation gratuite et gracieuse) en dehors de la France pour les waypoints et le réticule. A noter que *Open Topo Data* fournit les altitudes, mais aussi la bathymétrie pour les mers et océans. L'altimétrie *IGN France* est la plus précise pour **GpxSwK**.

Pour les vues en situation : *Google Street View*.

Pour la recherche de lieux : diverses sources procurées par le plugin « *Leaflet Control Geocoder* ».

I.1.7 Géoplateforme IGN

GpxSwK est très dépendant des services de la *Géoplateforme* de l'IGN⁵. En conséquence, si celle-ci est indisponible, partiellement ou totalement, **GpxSwK** ne peut pas fonctionner correctement.

Il est possible de consulter le site <https://stats.uptimerobot.com/28xBxu6Q9>ⁱⁱ ou <https://status.uptrends.com/aa35b49e519e4f90866dc6bfc0a797a9>ⁱⁱⁱ pour connaître la disponibilité des services de l'IGN.

5. **GpxSwK** a été adapté à cette nouvelle plateforme de l'IGN fin 2023 en remplacement de *Géoservices*

ii. <https://stats.uptimerobot.com/28xBxu6Q9>

iii. <https://status.uptrends.com/aa35b49e519e4f90866dc6bfc0a797a9>

I.1.8 Numérotage des versions

La structure du numéro de version (affiché à droite de la barre de menu supérieure) est la suivante : "vX-nnnnn", où :

- X = numéro de version majeur ;
- nnnnn = numéro mineur : il s'agit en fait de la date de publication de cette version, où le premier chiffre est celui de l'année , puis le mois sur deux chiffres et le jour sur deux chiffres ;
- par exemple, v1.30710 = version 1, avancement au 10 juillet 2023).

Concernant les versions « majeures » :

- v0 : versions de test ;
- v1 : première version publiée. Le code source de *gpx.studio* a été adapté pour que le fonctionnement initial corresponde à ce qui était désiré, mais "a minima". La dépendance envers *Mapbox* n'est pas totalement éliminée ;
- v2 (version en ligne actuelle) : mise au propre du code source, dépendances aux services en ligne non libres supprimées ;
- v3 (version desktop actuelle) : similaire aux version 2.x, mais application « desktop », multi-plateformes (*Windows*, *macOS* et *Linux*). Cette version permet en plus de la version en ligne l'accès aux fichiers et ressources locales.

Si le numéro de version comporte un suffixe de la forme « -rc »⁸, c'est qu'il s'agit d'une (nouvelle) version en cours de validation. Le suffixe « -dev » indique une version de développement, vous ne devriez jamais le rencontrer, sauf erreur de l'auteur...



Ne pas confondre les numéros de versions de **GpxSwK** et ceux de ce manuel : ils obéissent à la même logique de nommage, mais peuvent être différents. Normalement, ils sont proches, et a priori, le numéro de version du manuel est postérieur à celui de **GpxSwK** (le temps de mettre le manuel à jour après la finalisation d'une version du logiciel...).

I.1.9 Soutien

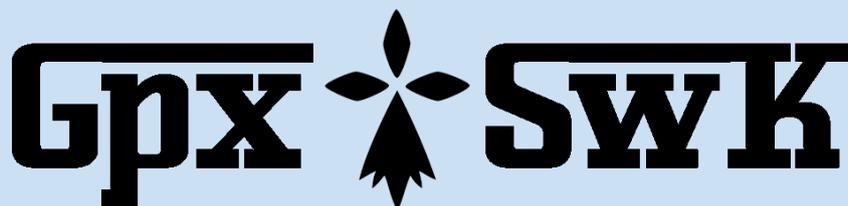
Cette application est libre, gratuite, open source. Mais cela ne veut pas dire qu'elle n'a rien coûté, ne coûte rien, et ne coûtera rien pour continuer d'exister ! La rédaction de ce manuel est un gros travail et demande du temps et des moyens.

L'auteur du logiciel, qui est aussi celui de ce mode d'emploi (votre serviteur) doit payer l'hébergement du site (il est hébergé chez le prestataire *Infomaniak*), et faire face à différents frais inhérents à tous les développeurs.

En conséquence, si vous souhaitez apporter un soutien, même modeste, au développement et à l'évolution de **GpxSwK**, vous êtes invités à cliquer sur le lien « Soutien » sur la barre de menu supérieure, qui va vous rediriger vers un site de soutien aux créateurs, et suivre les instructions.

Merci d'avance !

8. « rc » pour « *release candidate* », terminologie anglo-saxonne.



I.2 - Manuel de référence

I.2.1 Format de fichier GPX

L'objectif de cette section n'est pas de perturber le lecteur avec des notions internes compliquées concernant les fichiers GPX qu'il va manipuler en toute transparence, mais juste de permettre de bien appréhender les notions sous-jacentes dues à son contenu. Tout comme pour un traitement de texte, il n'est pas nécessaire de connaître le contenu du fichier, il est cependant utile de savoir ce qu'est un chapitre et un paragraphe afin de l'utiliser au mieux.

Pour bien comprendre le fonctionnement de **GpxSwK** en ce qui concerne la gestion des fichiers GPX, il est nécessaire de revenir sur la structure interne et le contenu d'un tel fichier (l'annexe ?? est plus détaillée que ce paragraphe, le lecteur pourra s'y reporter au besoin).

GPX (GPs eXchange Format) est un format de fichier permettant l'échange de coordonnées GPS. Ce format permet de décrire une collection de points utilisables sous forme de points de cheminement (waypoints), traces (tracks) ou itinéraires (routes). Ce format basé sur XML, est ouvert à des extensions. Certains constructeurs usent et abusent de cette possibilité d'extensions, ce qui leur permet d'ajouter des fonctionnalités propres à leur matériel, mais nuit à l'interchangeabilité des fichiers GPX¹.

Le format GPX est devenu un « standard » de fait pour l'échange de fichiers GPS, mais ce n'est pas le seul format disponible².

Un fichier GPX est un fichier texte (il est lisible et modifiable avec un simple éditeur de texte) au format XML (eXtensible Markup Language), c'est-à-dire qu'il utilise un langage de balisage dont les mots clés sont encadrés par des chevrons « < » et « > » (HTML, pour écrire des pages Web est aussi basé sur XML).

1. sur ce point, *Garmin* (leader sur le marché des GPS à usage grand public) n'est pas en reste, et a à son actif des dizaines d'extensions, ce qui ne facilite pas les échanges entre les fichiers en provenance de ses matériels et les autres.

2. et de loin... l'utilitaire de conversion d'un format vers un autre, *GPSTabel*, en gère plus de soixante!

Le contenu général d'un fichier GPX est de la forme :

```
<?xml version="1.1"
encoding="UTF-8"
standalone="no"
?>
<gpx>
<!-- Métadonnées -->
<metadata>
...
</metadata>
<!-- Waypoint -->
<wpt>
...
</wpt>
<!-- Route -->
<rte>
...
</rte>
<!-- Trace -->
<trk>
...
</trk>
</gpx>
```

Le prologue (`<?xml...?>`) et les attributs de la balise `<gpx>` comportent en particulier les indications concernant les extensions. Elles sont plus ou moins longues, mais nous n'y agissons pas directement.

La section contenant les métadonnées (`<metadata>...</metadata>`) est celle qui va contenir diverses informations, telles que le nom du fichier, sa description, l'éventuel copyright, ... Nous n'agissons pas directement dessus, sauf à travers l'application utilisée qui en renseigne les données.

Les sections suivantes concernent les points d'intérêt (waypoints), les routes et les traces. Un « waypoint » est l'indication géographique d'un lieu, auquel on peut adjoindre des informations diverses (altitude, nom, ...). Une route est un ensemble ordonné de points décrivant un parcours, a priori, à effectuer. Une trace est un ensemble de points, ordonnés, enregistrés avec un récepteur GPS, correspondant donc à un parcours effectué. Cependant, l'usage a tendance à considérer la notion de route désuète, et on parle le plus souvent de « trace », que ce soit en termes de préparation de parcours ou termes d'enregistrement de parcours.

GpxSwk ne fait pas le distinguo entre route et trace, et n'utilise donc pas de section `<rte>...</rte>` (il les lit et les traite ensuite comme une trace `<trk>`).

Dans un fichier GPX, le nombre de points d'intérêt (waypoint, `<wpt></wpt>`) est en nombre variable, ce peut n'être aucun, ou un très grand nombre. Ceux-ci sont normalement en tête du fichier, avant les traces.

Une trace est située entre les balises `<trk>...</trk>`. C'est le **premier point important à connaître : un fichier GPX peut contenir plusieurs traces distinctes**. Dans ce cas, elles pourront avoir des noms différents si elles sont nommées (mais ce n'est pas une obligation). La structure interne aux balises de trace est la suivante :

```
<trk>
  <name> ... </name>
  <trkseg>
    <trkpt lat="..." lon="...">
      <ele> ... </ele>
      <time> ... </time>
    </trkpt>
    ...
    <trkpt lat="..." lon="...">
      ...
    </trkpt>
  </trkseg>
</trk>
```

Donc, la structure (dans l'ordre) est :

Une balise `<trk>` qui indique qu'on a affaire à une trace, qui peut être nommée (balise `<name>`, suivie d'une balise `<trkseg>` qui démarre un segment, et ce segment de trace contient des `<trkpt>`, c'est à dire des points de trace. Tout cela est ordonné, et c'est cet ordre qui détermine la forme du parcours. Un point de trace doit comporter au minimum des coordonnées, éventuellement une altitude, et si c'est un enregistrement, le plus souvent au moins une date. **Le deuxième point important à retenir de cette structure, c'est qu'une trace peut contenir plusieurs segments** `<trkseg>`.

Ainsi donc, **il faut retenir de cela qu'un fichier GPX peut contenir (ou pas) des points d'intérêt (waypoints), une ou des traces, et que chacune des traces peut contenir un ou plusieurs segments de trace**.

Si les points d'intérêt sont documentés entre les balises `<wpt>...</wpt>`, il faut savoir que tous les champs de données possibles pour les waypoints le sont également pour les points de la trace (balises `<trkpt>...</trkpt>`). La différence essentielle est que les waypoints sont associés à la trace de par le seul fait qu'ils figurent dans le même fichier. Mais ils peuvent être géolocalisés n'importe où. Les `<trkpt>` sont ordonnés et constituent le tracé. Ainsi, si un point de trace contient des données (telles que nom, description, commentaire, lien, ...), elles sont forcément géolocalisées sur le point en question, et donc dépendantes du tracé a priori.

Le comportement des applications sur la base de ces notions peut varier. Par exemple, certains logiciels, lorsqu'ils dessinent une trace, font la jonction entre les points de trace, mais aussi entre les segments (au besoin en traçant une ligne droite si le dernier point d'un segment n'est pas jointif avec le premier du segment suivant).

GpxSwk, laisse une séparation entre les segments tant qu'ils ne sont pas fusion-

nés).

Et les Roadbooks ?

Il n'existe aucun standard, même de fait, concernant la représentation d'un roadbook à l'intérieur d'un fichier GPX³. En conséquence, chaque application, chaque GPS, utilise un peu indifféremment soit les <wpt>, soit les <trkpt> pour les créer, et pas toujours les mêmes métadonnées (nom, description, commentaire, ...) pour les documenter. Malheureusement, si les roadbooks sont très utiles, ils sont très peu interchangeables d'une application ou d'un GPS à l'autre via les fichiers GPX.

I.2.2 Lancement de l'application

Pour utiliser **GpxSwK**, il suffit, avec son navigateur Internet préféré, d'ouvrir le lien :

<https://gpx.tybern.fr>

Il vous est demandé si vous autorisez l'application à utiliser votre position actuelle : en acceptant, cela permet un centrage initial de la carte sur votre position actuelle. Cela n'engage pas la confidentialité de votre lieu actuel, l'application n'enregistre rien. Mais si vous doutez, vous pouvez refuser, cela ne perturbera pas la suite, excepté qu'il vous sera impossible de centrer automatiquement la carte sur votre position estimée⁴.

Au premier lancement, la vue est centrée sur la France, ou bien votre position si vous avez accepté qu'elle soit utilisée. Par la suite, l'état du travail qui était en cours lors de la précédente fermeture de l'application a été sauvegardé, et l'affichage au lancement doit correspondre à cet état préalable (mêmes cartes, mêmes traces, etc.).

Si une ou des traces étaient en cours d'édition lors de la fermeture de la précédente session, une fenêtre s'ouvre et propose de les recharger ou non : répondre en fonction de son souhait (continuation du travail en cours, ou bien session vierge).

L'état précédent est sauvegardé dans une zone mémoire de votre navigateur (« *local-Storage* ») et n'est pas enregistré sur le serveur de l'application. **GpxSwK** n'enregistre aucun cookie, et n'enregistre ni ne transmet aucune information personnelle. C'est une application « client seul », et est donc parfaitement conforme au RGPD⁵ de fait sans qu'il soit nécessaire d'afficher une notice d'information qui est sans objet.

S'il y a eu une mise à jour de **GpxSwK**, une fenêtre s'affiche pour vous informer sur les changements (*changelog*). Si vous ne voulez pas que cette fenêtre se réaffiche jusqu'à la prochaine mise à jour, cochez la case « *Ne plus afficher* » ;

3. cette fonctionnalité est dévolue aux fichiers TCX ou FIT pour de nombreuses applications dédiées

4. estimée seulement, car sur un ordinateur fixe ou un portable, dépourvu de puce GPS, la position est une estimation fonction de la connectivité à un réseau WiFi ou mobile. Si vous êtes connecté par exemple via un VPN, cela ne fonctionnera pas de toute façon.

5. RGPD : Règlement Général sur la Protection des Données

Mode « Plein écran » :

Il est possible d'utiliser **GpxSwK** en mode « plein écran » : cela permet d'avoir un affichage qui utilise toute la surface d'affichage disponible, sans être encombré par les diverses barres de menus et d'informations du navigateur.

Pour cela il suffit de cliquer sur le bouton  en haut à droite. Lorsque l'on est dans ce mode plein écran, pour revenir à l'affichage fenêtré, il faut cliquer le même bouton en haut à droite, dont l'aspect a été transformé en .

La touche d'échappement  permet aussi de sortir de ce mode.



Le mode « plein écran » est annulé lors d'une opération de lecture de fichier trace, d'écriture de fichier trace ou d'enregistrement de capture d'écran. C'est le comportement normal du navigateur, il suffit de recliquer le bouton  pour revenir au mode « plein écran ».

I.2.3 Présentation générale

L'aspect général de l'affichage de **GpxSwk** est le suivant (*image I.2.1*) :

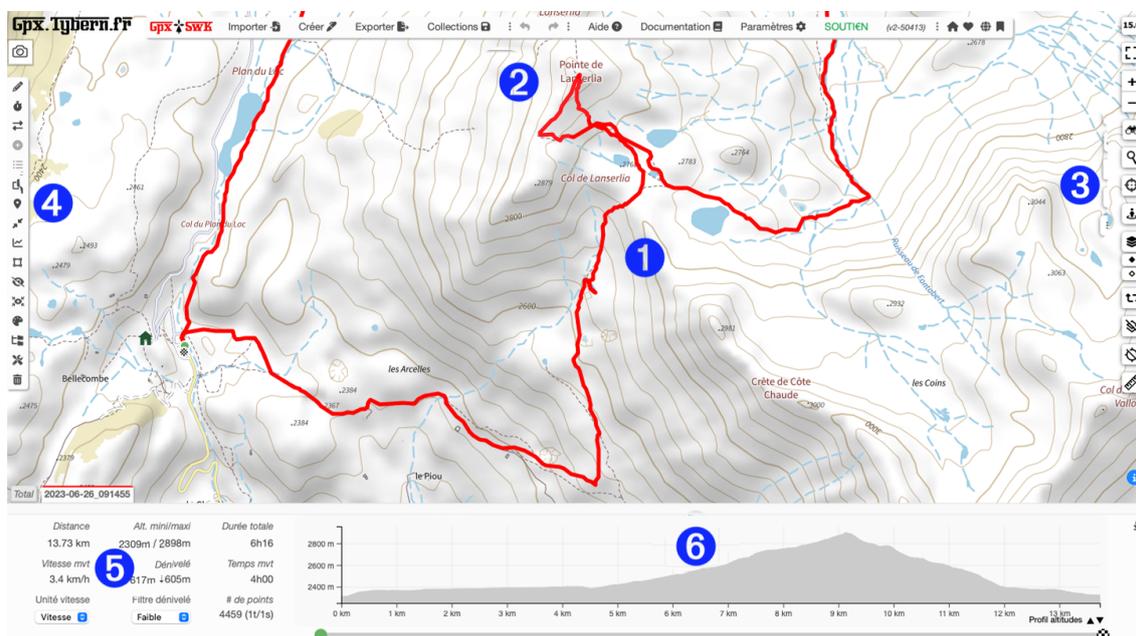


Image I.2.1 – **GpxSwk** : vue générale

Les zones principales de l'interface sont :

- ❶ : la partie centrale, qui affiche le fond de carte choisi, ainsi que la ou les traces en cours ;
- ❷ : la barre de menu supérieure, destinée aux opérations sur les fichiers (import, export), et à l'affichage des aides et autres informations ;
- ❸ : la barre d'icônes droite, qui concerne les opérations sur les cartes ;
- ❹ : la barre d'icônes gauche, qui concerne les opérations sur les traces ;
- ❺ : la partie inférieure gauche, qui affiche les données statistiques principales concernant la trace sélectionnée ;
- ❻ : la partie inférieure droite, qui affiche le profil de la trace sélectionnée.

La partie inférieure comporte des onglets qui permettent de sélectionner la trace sur laquelle travailler : celui le plus à gauche (*Total*) est celui concernant l'ensemble des traces chargées, et les autres les différentes traces chargées avec leurs noms.

Sur la barre de gauche, les icônes sont grisées lorsque la fonction n'est pas disponible (en fonction du contexte).

Les icônes des fonctions actives sont affichées en rouge tant qu'il y a lieu de continuer et terminer l'action en cours.

I.2.4 Menu supérieur

La barre de menu supérieure se présente ainsi (*image I.2.2*) :



Image I.2.2 – **GpxSwk** : menu supérieur

où :

- ❶ **Importer** : pour importer un fichier GPX ou TwoNav TRK depuis votre ordinateur. Il est aussi possible de déposer le fichier trace par simple glisser-déposer depuis votre explorateur de fichiers vers la carte affichée.
Les données biologiques, fréquence cardiaque, cadence, puissance, température, sont importées si elles sont présentes dans le fichier, et seront conservées jusqu'à exportation. Mais elles ne font l'objet d'aucun traitement spécifique dans **GpxSwk** ;
Si elles sont absentes, les altitudes des waypoints présents dans le fichier seront calculées et automatiquement ajoutées.
- ❷ **Créer** : cliquez cette option pour démarrer la création d'une nouvelle trace ;
- ❸ **Exporter** : pour télécharger (enregistrer) les fichiers sur votre ordinateur. Les données de temps, fréquence cardiaque, cadence, puissance et température sont conservées si voulu (options à cocher ou à décocher).
Sur option, on peut fusionner tous les fichiers dans l'ordre choisi. Il est possible également de faire un glisser-déposer d'un onglet directement sur le bureau de l'ordinateur pour télécharger le fichier ;
- ❹ **Collections** : pour sauvegarder ou restaurer des collections de traces (I.2.14) ;
- ❺ **↶ ↷** : deux boutons qui permettent d'annuler ou refaire l'action précédente en mode édition ;
- ❻ **Aide** : affiche un écran d'aide explicitant les boutons et actions de l'interface. Cliquer à nouveau pour fermer la fenêtre ;
- ❼ **Documentation** : ouvre une nouvelle fenêtre avec un lecteur PDF permettant de consulter ce présent manuel tout en utilisant **GpxSwk** ;
- ❽ **Paramètres** : paramétrages divers et effacement du contenu de la mémoire d'état (voir sections I.2.10 et I.2.14 pour détails) ;
- ❾ **Soutien** : redirige vers un site vous permettant d'apporter votre contribution au fonctionnement de l'application et son hébergement ;
- ❿ Boutons **🏠 📍 🏠** : géosignets (voir section I.2.9) ;

vX.nnnnn : numéro de version de **GpxSwk**.

I.2.4.1 Ouverture d'un fichier (d'une trace)

Pour ouvrir un fichier GPX (ou TRK), il faut cliquer sur le bouton « *Importer* » du menu supérieur. La fenêtre suivante est affichée (*image I.2.3*) :



Image I.2.3 – **GpxSwK** : importer une trace

En cliquant sur « *Depuis l'ordinateur* », cela a pour effet d'ouvrir une fenêtre de dialogue de l'explorateur de fichier du système d'exploitation via lequel on choisit le (ou les) fichier(s) à importer.

Il est également possible d'ouvrir une trace par simple glisser-déposer d'un fichier depuis une autre fenêtre (explorateur de fichiers par exemple) du système.

En cliquant sur « *Depuis un site Internet référencé* », une seconde fenêtre de dialogue est affichée (*image I.2.4*) :



Image I.2.4 – **GpxSwK** : importer depuis un site

Cette fonctionnalité permet de charger une trace directement depuis un site Internet connu de l'application. Contacter l'auteur pour des compléments concernant cette fonctionnalité si vous pensez ou souhaitez pouvoir ainsi charger des traces depuis votre site favori.

Avertissement de Copyright

Si lors de l'ouverture d'un fichier GPX l'application détecte la présence d'une mention de copyright (balise <copyright> des métadonnées), la fenêtre suivante s'affiche (*image I.2.5*) :



Image I.2.5 – **GpxSwK** : avertissement de copyright

Le lien concernant le texte de la licence est cliquable. L'utilisateur est vivement invité à consulter les conditions de cette licence, et à en respecter les obligations. **GpxSwK** et son créateur ne pourraient nullement être tenus responsables d'un usage inapproprié en violation avec les droits afférents aux fichiers traités.

I.2.5 Menu cartes

Ce menu est constitué d'une rangée de boutons à droite de l'affichage.

Le rôle de ces boutons, de haut et bas :

-  13 Affichage du niveau de zoom de la carte;
-  Mode « plein écran »;
-  Pour augmenter ...
-  ... ou diminuer le niveau de zoom de la carte.
Cette action est également réalisable avec la molette de la souris;⁶
-  Permet de zoomer rapidement sur la zone sélectionnée à la souris;
-  Recherche d'un lieu par son nom, son adresse, ses coordonnées, ...
S'il est trouvé, permet de centrer la carte sur cette position;
-  Centrer sur ma position. La position est maintenue et suivie jusqu'à deuxième clic. Un clic sur le cercle de position indique la précision;
-  Permet d'ouvrir une fenêtre « *Street View* » à la position choisie. Pour indiquer la position, après avoir cliqué sur ce bouton (qui passe alors en rouge), le pointeur se transforme en croix, qu'il faut amener sur le lieu voulu et cliquer. Cette fonction reste active jusqu'à ce que l'on clique à nouveau sur le bouton;⁷
-  Ce bouton permet de choisir le fond de carte à afficher et la ou les couches à superposer. Le détail de l'action de ce bouton est donné ci-après;
-  Gestion de l'opacité de la carte principale;
-  Gestion de l'opacité des surcouches;
-  Permet d'alterner entre les fonds de carte précédent et courant;
-  Permet de masquer ou afficher les fonds de cartes superposés;
-  Affichage/masquage du réticule;
-  Outil permettant de mesurer des distances;
-  Informations concernant les copyrights de cartes et logiciels utilisés.

6. Lorsque l'on zoom à l'aide des boutons, le zooming est centré par rapport au milieu de la carte, tandis que si l'on zoome à la souris, il est centré sur la position du curseur.

7. À savoir pour se repérer sur la vue affichée par *StreetView* au début est qu'elle est orientée au nord par défaut, c'est à dire la même orientation initiale que la carte de la fenêtre **GpxSwK**.

I.2.6 Fonds de cartes

Lorsque l'on passe le pointeur sur le bouton , un sous-menu s'affiche, semblable à celui-ci (tel que préconfiguré dans l'application) (*image I.2.6*) :



Image I.2.6 – **GpxSwK** : bouton choix de cartes

Cette nouvelle fenêtre affiche une liste de cartes disponibles, ordonnée de la façon suivante : en premier, les cartes à couverture mondiale, puis ensuite, les cartes à couvertures nationales. On clique sur les options pour dérouler ou replier les options. Au niveau le plus bas de chaque option, s'affiche la liste des cartes disponibles, cochez le bouton de la carte voulue.

L'aspect initial de cette fenêtre entièrement développée est tel que (*image I.2.7*) :

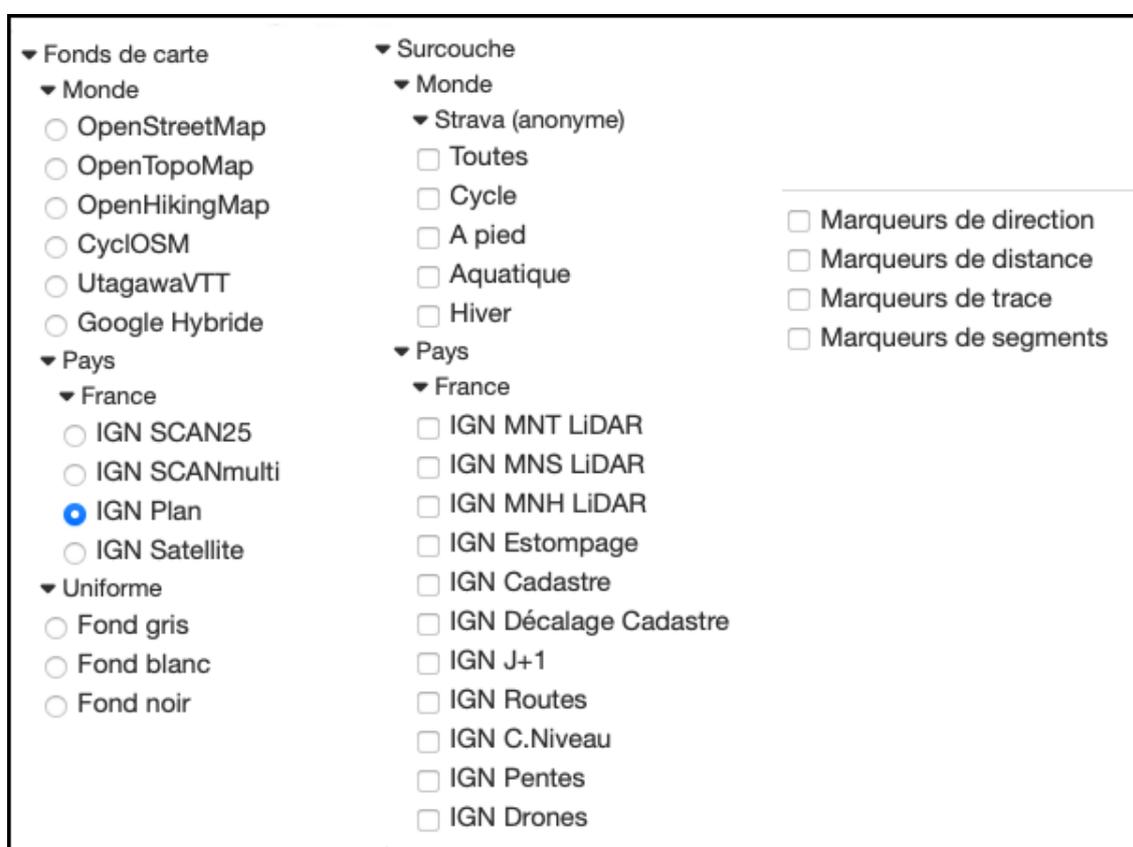


Image I.2.7 – **GpxSwK** : menu choix de cartes développé

Les fonds de cartes dont le choix est préconfiguré sont :

- **OpenStreetMap** : carte de base du projet OSM (*OpenStreetMap*);
- **OpenTopoMap** : une excellente carte topographique sur la base des données OSM;
- **OpenHikingMap** : une carte sur base OSM, assez similaire à OpenTopoMap, avec une mise en valeur des sentiers pédestres;
- **OpenCycloSM** : une carte sur base OSM, assez similaire à OpenTopoMap, avec une mise en valeur des itinéraires vélo;
- **UtagawaVTT** : une carte sur base OSM, française, ciblée VTT;
- **Google Hybride** : carte Google aérienne avec voies et toponymies;

Cartographie IGN France :

- **IGN SCAN25** : « la » carte SCAN 25 de l'IGN;
- **IGN SCANmulti** : carte SCAN multicouches de l'IGN (au niveau de zoom 15 et 16, il s'agit de la SCAN25);
- **IGN Plan** : carte IGN Plan. Cartographie moins « topographique » que le SCAN25, mais plus à jour;
- **IGN Satellite** : carte orthographique (vues aériennes) de l'IGN.

La rubrique « uniforme » propose trois fonds unis : gris, blanc et noir. Ces fonds peuvent être utiles par exemple si l'on veut isoler les traces seules, ou bien ne voir que certaines sous-couches, ...

Les superpositions dont le choix est préconfiguré sont :

- **Strava (anonyme)** : surcouche Strava Heatmap (couverture mondiale); (accès en mode anonyme, zoom 12 maximum)

Cartographie IGN France :

- **IGN MNT LiDAR** : Modèle Numérique de Terrain (LiDAR);
- **IGN MNS LiDAR** : Modèle Numérique de Surface (LiDAR);
- **IGN MNH LiDAR** : Modèle Numérique de Hauteur (LiDAR);
- **IGN Estompage** : Estompage (ombrage);
- **IGN Cadastre** : plan cadastral;
- **IGN Décalage Cadastre** : décalage du plan cadastral (codes couleurs);
- **IGN J+1** : carte IGN avec les routes et sentiers mis à jour en permanence;
- **IGN Routes** : réseau routier;
- **IGN C.Niveau** : courbes de niveau IGN;
- **IGN Pentés** : carte de pentes (supérieures à 30°, avec codes couleur);
- **IGN drones** : restrictions de vols;

En bas de cette fenêtre, on dispose également de trois options (boutons à cocher ou à décocher) permettant de superposer des marqueurs sur la trace en cours :

- **Marqueurs de direction** : un symbole (flèche) est superposé à la trace pour visualiser la direction de celle-ci. Fonction accessible également à l'aide de la touche **F4**;
- **Marqueurs de distance** : un marqueur est affiché tous les kilomètres. Fonction accessible également à l'aide de la touche **F5**;
- **Marqueurs de trace** : des marqueurs sont affichés le long de la trace, comportant l'indication de distance depuis le début, et si la trace comporte des données de temps, l'heure de passage à ce point. Fonction accessible également à l'aide de la touche **F6**.
- **Marqueurs de segments** : des marqueurs sont affichés aux extrémités des segments. Cela permet de mieux distinguer leurs limites lorsqu'en particulier les segments sont jointifs.

Le nombre des marqueurs de direction, distance et trace affichés dépend du niveau de zoom.

Différents aspects de marqueurs :

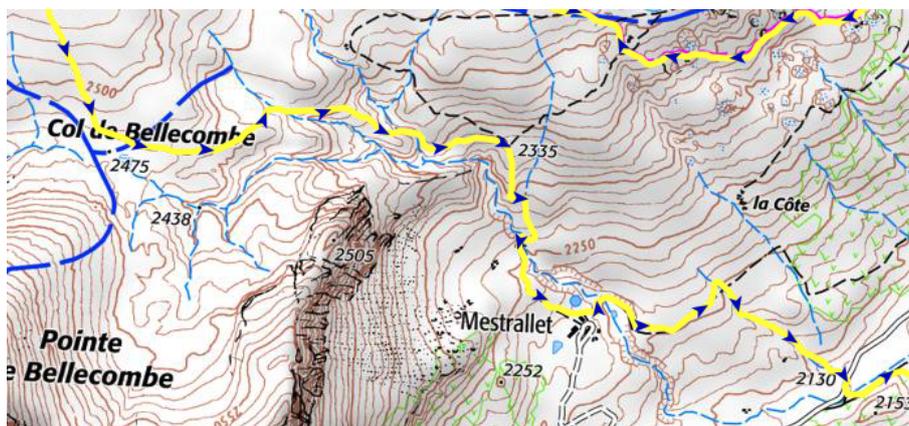


Image I.2.8 – GpxSwK : marqueurs de direction

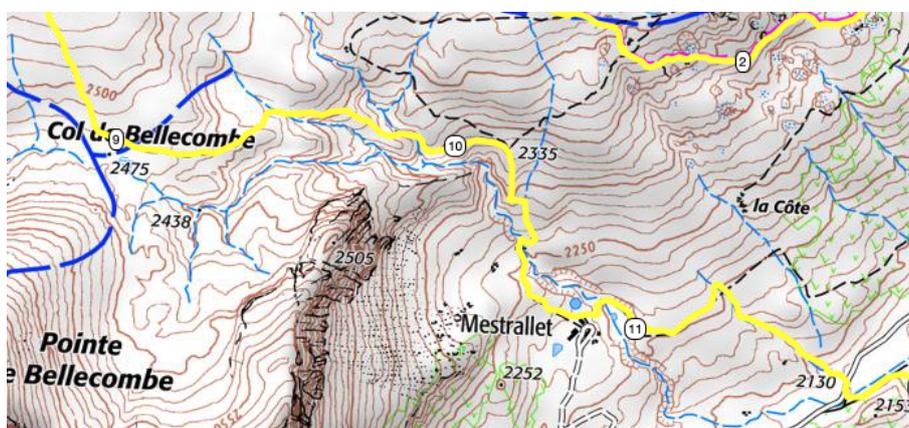


Image I.2.9 – GpxSwK : marqueurs de distance

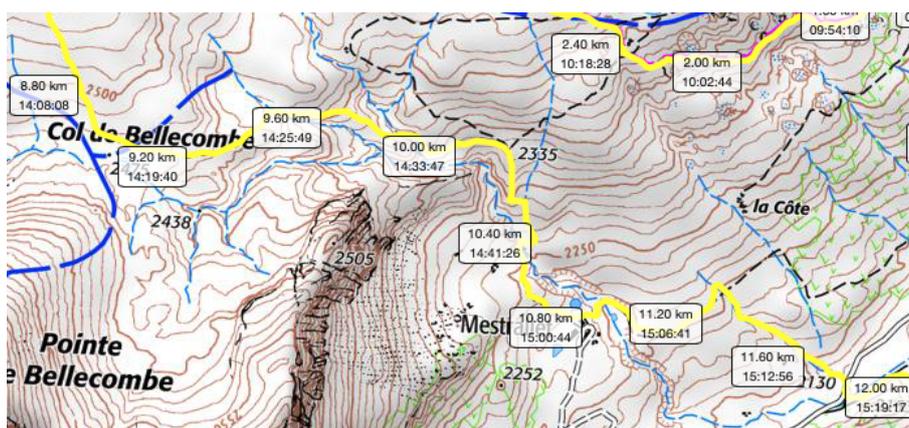


Image I.2.10 – GpxSwK : marqueurs de points de trace

Modification de la liste de cartes affichées au menu :

Il est possible via le menu « Paramètres » (bandeau supérieur) d'accéder à une nouvelle fenêtre permettant de configurer la liste des cartes disponibles, et en ajouter au besoin (cartes tuilées WMTS). Cette nouvelle fenêtre se présente ainsi (image I.2.11) :



Image I.2.11 – GpxSwk : configuration des cartes

La partie droite de cette fenêtre offre un menu arborescent permettant d'ajouter des cartes et superpositions qui seront alors proposées dans le menu bouton-carte. Pour dérouler une rubrique, il faut cliquer sur le petit triangle de celle-ci. Ensuite, on coche ou décoche les cartes que l'on veut voir apparaître ou ne pas apparaître dans le menu cartes.



La partie gauche permet d'ajouter ses propres fonds de carte. Il faut en particulier en connaître parfaitement le mécanisme d'accès (en particulier, l'URL d'accès en mode tuilé raster WMTS). Si la configuration est correcte et fonctionnelle, la fenêtre de prévisualisation permet de contrôler le résultat. Les cartes (ou surcouches) ajoutées ainsi apparaîtront sous la rubrique « Personnalisé » dans le menu bouton-carte.

On y indique le nom choisi pour la nouvelle carte, on entre son URL d'accès, on indique le niveau de zoom maximum supporté par cette carte, et enfin s'il s'agit d'une carte de base ou d'une sur-couche. Si les paramètres sont corrects, la fenêtre d'aperçu prévisualisera un résultat d'affichage.

Les définitions des cartes personnalisées sont enregistrées dans la mémoire d'état liée à l'application : si celle-ci est réinitialisée, la configuration des cartes personnalisées est à refaire.

Essayez par exemple avec les données suivantes ^a :

```
Nom de la couche : SCAN historique 1950
URL des tuiles : https://wxs.ign.fr/
┆cartes/geoportail/wmts?SERVICE=WMTS&
┆REQUEST=GetTile&VERSION=1.0.0&
┆TileMatrixSet=PM&TILEMATRIX={z}&
┆TILEROW={y}&TILECOL={x}&Layer=
┆GEOGRAPHICALGRIDSYSTEMS.MAPS.SCAN50
┆.1950&FORMAT=image/jpeg&Style=normal
Niveau de zoom maximum : 16
Type de couche : Carte de base
```

a. **Attention** : si vous faites un copier-coller, penser à retirer les symboles «**┆**» et «**┆**» affichés ici pour symboliser la continuation de ligne (l'URL est une chaîne de caractères d'une seule ligne, très longue...).

Cartes marines Litto3D :

Dans la liste des pays disponibles, l'un d'eux est particulier, il est nommé « *Marine* ». Il s'agit de cartes marines pour la France, regroupées sous cette section. Celles proposées sont les cartes côtières *Litto3D* du *SHOM*, très utile pour évaluer la praticabilité d'un parcours sur l'estran. Il faut choisir celle correspondant à la région où l'on est.

Opacité des couches

Les boutons  et  affichent des curseurs permettant de faire varier l'opacité respectivement de la carte principale et celle des surcouches.

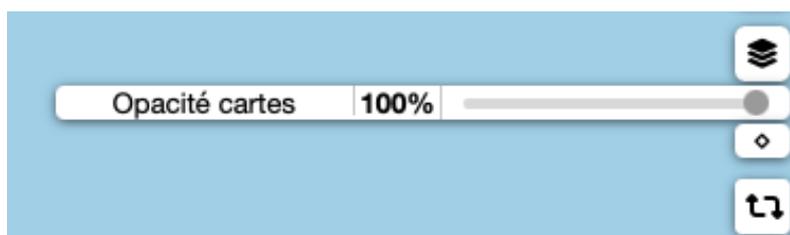


Image I.2.12 – **GpxSwK** : opacité carte principale

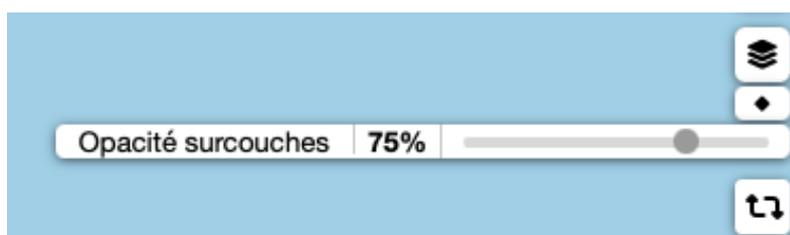


Image I.2.13 – **GpxSwK** : opacité surcouches

I.2.7 Réticule

Le bouton  affiche un réticule en superposition de la carte (*image I.2.14*) :

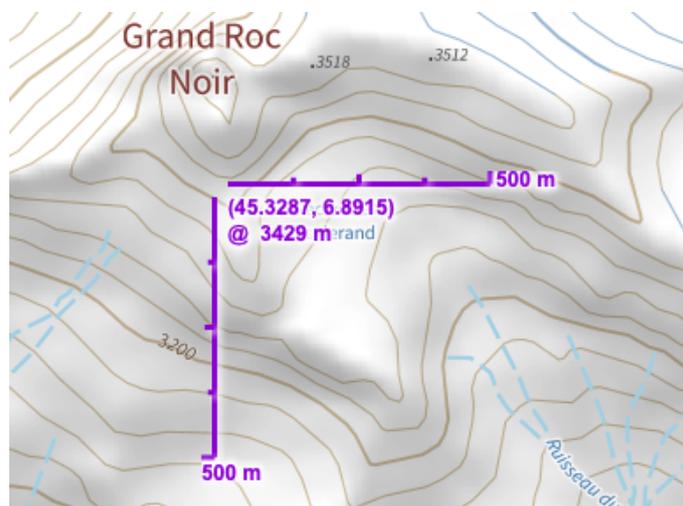


Image I.2.14 – **GpxSwK** : réticule

Ce réticule comporte une échelle horizontale, une échelle verticale, les coordonnées du point central, ainsi que l'altitude (ou la bathymétrie) de ce point si elle est disponible. Ces échelles (longueurs et graduations) s'adaptent en fonction du niveau de zoom.⁸

Il suffit de cliquer une seconde fois sur ce bouton pour que le réticule soit masqué.

Si la valeur de l'altitude est précédée du symbole « @ », l'origine est IGN, précise.
Si la valeur de l'altitude est précédée du symbole « ≈ », l'origine est OpenTopoData, moindre précision (il est possible de constater des valeurs aberrantes à la limite de l'estran et la haute mer).

⁸ le réticule n'est pas placé au centre de la carte, mais décalé de 10% vers le Nord. Cela est volontaire, pour raisons esthétique et ergonomique.

I.2.8 Mesure de distances

Le bouton  ouvre un outil qui permet de mesurer des distances et des directions (azimuts) grâce à des tracés rectilignes (*image I.2.15*) :

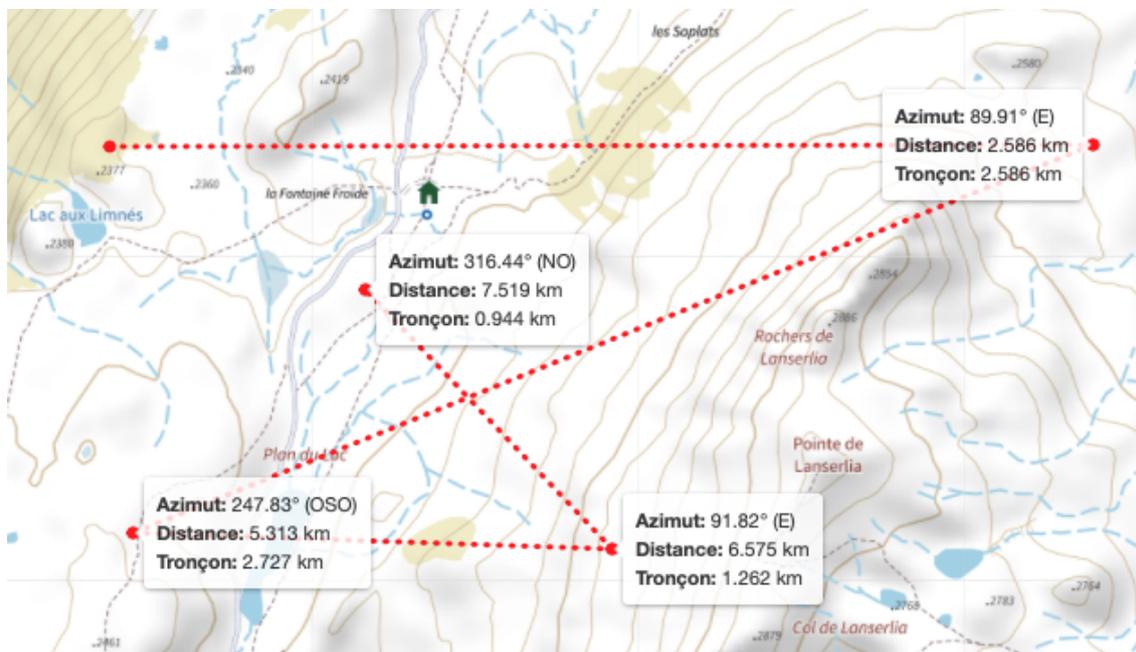


Image I.2.15 – **GpxSwK** : mesure de distance

Lorsque l'outil est activé, le curseur se transforme en croix. Un premier clic positionne le point de départ, puis en déplaçant la souris, la longueur du segment est affichée simultanément. Un deuxième clic positionne un point intermédiaire, et ainsi de suite. Pour stopper la mesure de ce tracé, il appuier sur la barre d'espace du clavier.

Tant que l'outil reste activé (le bouton est en rouge), il est possible d'effectuer d'autres mesures.

Pour fermer l'outil, il y a deux façons de faire :

- en cliquant sur le bouton . Dans ce cas, les tracés effectués restent affichés.
- en appuyant sur la touche d'échappement  : Dans ce cas, l'outil est fermé et les tracés sont effacés.

Si l'on a fermé en laissant les tracés affichés (parce que le travail en cours le demandait), pour les effacer lorsque l'on en a plus besoin, il suffit de relancer l'outil mesure, et sortir immédiatement avec la touche d'échappement.

À chacun des points intermédiaires du tracés, sont affichés dans une fenêtre :

- l'azimut⁹ par rapport au point précédent ;
- la distance totale depuis le début du tracé ;
- la longueur du dernier tronçon.

9. il s'agit de l'azimut « vrai », c'est à dire par rapport au Nord géographique, pas par rapport au Nord magnétique affichée sur une boussole non compensée (on parle alors de « relèvement »).

I.2.9 Géosignets

Dans un navigateur Internet, un signet (ou marque-page, ou « bookmark ») permet à l'utilisateur de mémoriser l'adresse d'une page, d'un site web, pour pouvoir y revenir rapidement via une liste enregistrée.

Par extension, un « géosignet » permet de mémoriser des coordonnées sur une carte, avec un niveau de zoom donné, afin de pouvoir repositionner rapidement la vue de cette carte à l'endroit voulu.

GpxSwK permet de définir et utiliser de tels géosignets. Trois boutons sont dédiés à cet usage, à l'extrémité droite du menu supérieur.

Ce sont les boutons 🏠, ❤️, 🌐 et 📌.

- 🏠 : ce bouton permet de centrer la carte sur la position définie par le géosignet nommé « \$HOME » (voir ci-après comment procéder pour le créer);
- ❤️ : ce bouton permet de centrer la carte sur la position définie par le géosignet nommé « \$PREF » (voir ci-après comment procéder pour le créer);
- 🌐 : ce bouton centre la carte sur la vue générale de la France (c'est à dire la vue par défaut au démarrage si l'utilisateur n'est pas géolocalisé et s'il n'y a pas de trace chargée);
- 📌 : ce bouton affiche une fenêtre avec la liste des géosignets définis, permet d'en créer de nouveaux, ou d'en supprimer.



Image I.2.16 – **GpxSwK** : fenêtre géosignets

Via cette fenêtre, on peut :

- cliquer un géosignet : la carte se centre sur celui-ci;
- cocher la case « Cocher pour supprimer le signet », puis cliquer un géosignet : celui-ci sera effacé de la liste;
- cliquer « Ajouter un nouveau géosignet » : pour en ajouter un à la liste.

Pour créer le nouveau géosignet, il suffit de lui donner un nom à l'invite, puis confirmer la création. La liste des signets est automatiquement triée par ordre alphabétique. Les caractères spéciaux sont filtrés (supprimés) dans le nom, ainsi que les caractères accentués (dont l'accent est supprimé). Les caractères point « . », tiret « - » et dollar « \$ » sont admis. Le signet dénommé « \$HOME » a une fonction spéciale (voir ci-dessus).



Image I.2.17 – **GpxSwK** : Création d'un géosignet

I.2.10 Paramètres

Via le bouton « Paramètres » du menu supérieur, il est possible d'effectuer certaines configurations qui seront sauvegardées dans la mémoire locale du navigateur. Le menu concernant les paramètres est le suivant (image I.2.18) :



Image I.2.18 – **GpxSwK** : menu paramètres

Les choix possibles sont :

- **Ajouter une couche personnalisée**, et **Configuration des fonds de cartes** : permet de configurer la liste des cartes proposées au menu « cartes », et d'ajouter des cartes ou couches personnalisées. Cela est détaillé ci-dessus (section I.2.6);
- **Vitesse du zoom** : cette option permet de régler la vitesse du zoom sur les cartes. On dispose de quatre valeurs prédéterminées :



Image I.2.19 – **GpxSwK** : vitesse du zoom

- *Très lent (0.1)* : par incréments de 0.1;
 - *Lent (0.2)* : par incréments de 0.2;
 - *Moyen (0.5)* : par incréments de 0.5 (valeur par défaut);
 - *Rapide (1.0)* : par incréments entiers.
- **Format des coordonnées** : cette option permet choisir le format d'affichage préféré pour les coordonnées géographiques. On peut choisir parmi trois formats prédéterminés :

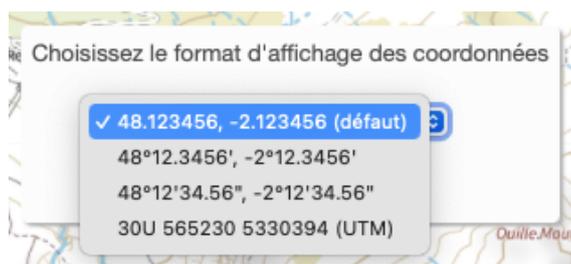


Image I.2.20 – **GpxSwK** : format coordonnées

- *48.123456, -2.123456* : degrés décimaux (option par défaut);
- *48°12,3456', -2°12.3456'* : degrés et minutes décimales;
- *48°12'34.56'', -2°12'34.56'''* : degrés, minutes et secondes;
- *30U 565230 5330394 (UTM)* : coordonnées UTM WGS84¹⁰.

¹⁰. Notez bien que les coordonnées exprimées en degrés sont dans l'ordre « Latitude, Longitude », alors que les coordonnées UTM sont en ordre inverse (abscisse avant ordonnée). C'est normal et normalisé.

- **Couleur Strava** : cette option permet de choisir la couleur de la surcouche Strava Heatmap :

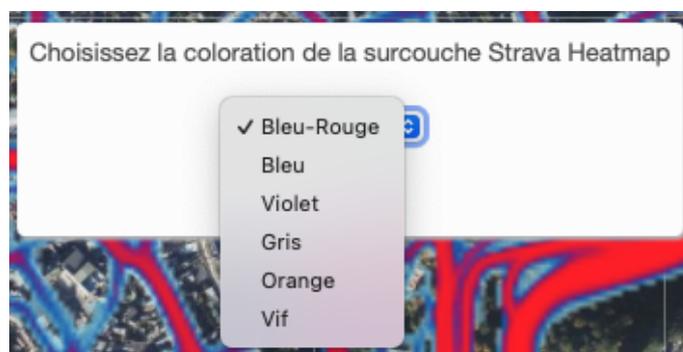


Image I.2.21 – **GpxSwK** : couleur Strava

- *Bleu-Rouge* ;
 - *Bleu* ;
 - *Violet* ;
 - *Gris* ;
 - *Orange* ;
 - *Vif* .
-
- **Métadonnées** :



Image I.2.22 – **GpxSwK** : métadonnées utilisateurs

Cette option permet à l'utilisateur de définir les métadonnées le caractérisant et qui seront (ou non, au choix au moment de l'export) écrites dans les fichiers GPX exportés.

Par défaut, les trois champs concernant l'auteur sont vides, et ceux concernant le copyright affichent un copyright *Creative Common de type BY-NC-SA*^{iv}. Le lecteur est invité à consulter la page Internet explicative de cette licence libre.¹²

Faire attention à ce que les champs « *Site de l'auteur* » et « *Copyright Licence* » doivent obligatoirement être des liens Internet valides.

- **Sauvegarder les paramètres**, et
Restaurer les paramètres : ces options permettent de sauvegarder (respectivement restaurer) les paramètres en cours (c'est à dire le contenu de la mémoire d'état). Cela permet, en particulier, des les partager ou transférer la configuration entre deux navigateurs différents d'une même machine, ou entre machines différentes (voir section I.2.10 pour détails).
- **Sauvegarder les géosignets**, et
Restaurer les géosignets : ces options permettent de sauvegarder (respectivement restaurer) les géosignets définis. Cela permet, en particulier, des les partager ou transférer la configuration entre deux navigateurs différents d'une même machine, ou entre machines différentes (voir section I.2.10 pour détails), ou bien avoir à disposition plusieurs jeux de géosignets en fonction de l'usage.
- **Effacer la mémoire d'état** : les paramètres qui sont sauvegardés d'une session à l'autre sont enregistrés dans une zone mémoire¹³ du navigateur Internet (appelée « *localStorage* »). Cette option permet d'effacer complètement la configuration sauvegardée, et réinitialiser **GpxSwK** à sa configuration d'origine. Cela peut être utile entre autres en cas de dysfonctionnement pour revenir à un état stable;
- **Fonctions expérimentales** : cette option débloque l'accès à des fonctionnalités en cours de développement. Cette option est « réservée » au développeur et aux testeurs. Pour un usage courant, ne pas activer cette option qui peut entraîner une instabilité de l'application.

iv. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

12. Cette licence permet un usage libre et gratuit, mais interdit en particulier une réutilisation commerciale et ne doit pas être dégradée en licence plus permissive.

13. Cette mémoire est interne au navigateur Internet, la configuration enregistrée dépend donc uniquement du navigateur utilisé, pas de la personne qui l'utilise si ce navigateur est partagé à plusieurs.

I.2.11 Bandeau inférieur

I.2.11.1 Partie gauche (données)

Cette partie à gauche du bandeau inférieur comporte des données et statistiques concernant la trace sélectionnée. Au-dessus de la fenêtre, il y a une rangée d'onglets, portant les noms des traces chargées. On sélectionne une trace en cliquant son onglet. L'onglet « Total » permet d'avoir un affichage de données concernant l'ensemble des traces (*image I.2.23*).

On peut renommer les traces en faisant un « double-clic » sur l'onglet correspondant (c'est la façon la plus pratique et rapide de les renommer).



Total		
2023-06-26_091455	2023-07-06_091234	
Distance	Alt. mini/maxi	Durée totale
24.65 km	117m / 267m	7h07
Vitesse mvt	Dénivelé	Temps mvt
4.4 km/h	↑499m ↓500m	5h37
Unité vitesse	Filtre dénivelé	# de points
Vitesse	Faible	7293 (1t/1s)

Image I.2.23 – GpxSwK : fenêtre données

Les données affichées sont :

- la distance totale;
- la vitesse moyenne en mouvement (à la condition que la trace contienne des données de temps);
- on peut choisir d'afficher plutôt l'allure que la vitesse (menu en dessous);
- les altitudes minimale et maximale;
- les dénivelés montants et descendants cumulés (voir ci-dessous);
- la durée totale;
- le temps en mouvement;
- le nombre de points de la trace (ou de la section sélectionnée avec le curseur du graphique).

L'indication du nombre de points comporte trois données :

- le nombre de points du fichier;
- le nombre de trace(s) interne(s) (suffixe « t »);
- le nombre de segment(s) total (étant entendu qu'une trace vaut pour au moins un segment) (suffixe « s »).

Les écarts de temps entre segments n'entrent pas dans le calcul des statistiques. Si un fichier comporte plusieurs segments (dans une seule ou plusieurs traces), la durée en mouvement est le cumul des durées de chacun des segments, sans tenir compte de l'écart de temps entre eux.

Si l'on visualise sur un écran de faibles dimensions (smartphone par exemple), cette fenêtre limite le nombre de données disponibles.



Si la barre d'onglets est trop grande pour être affichée entièrement (beaucoup de traces, ou nombreux noms très longs), pour parcourir l'ensemble, il faut positionner la souris sur la barre (sur un des onglets) et faire défiler dans un sens ou dans l'autre à l'aide de la molette de la souris.

À propos des dénivelés cumulés : cette notion est une notion « floue », c'est à dire qu'elle peut être calculée de différentes façons et interprétée de différentes façons. Pour détails, se reporter à l'article plus complet (*annexe A*) de cet ouvrage.

Étant compris que le calcul de dénivelé cumulé peut se faire avec différents niveaux de filtrage, il est possible de paramétrer ce filtrage à l'aide de l'outil en bas de la fenêtre, sur une échelle de 1 à 10. Celui-ci est préconfiguré à la valeur « *Faible (3)* », qui est une valeur adaptée à la randonnée pédestre (dans l'esprit de l'association du dénivelé cumulé à l'effort produit ou à produire). Pour une activité cyclo, il est possible d'augmenter la valeur du filtre. On peut également calculer le dénivelé « *brut* » en mettant le curseur sur « *Aucun* ».



La valeur indiquée pour le niveau de filtrage, de 0 à 10, correspond en fait (et à peu près) au seuil utilisé pour considérer s'il faut cumuler la différence d'altitude entre un point et son suivant (seuil exprimé en mètres). Ainsi par exemple, si l'on indique un seuil de « *7 (Fort)* », cela veut dire que ne seront pris en compte les ascensions (ou descentes) de plus de 7 mètres, les plus petites variations étant filtrées (ignorées). D'un point de vue effort, on comprend bien que par exemple à vélo, profitant de l'élan de la descente précédente éventuelle, une « petite » variation de moins de 7 mètres est peu importante, mais pour un randonneur, c'est déjà important. Ainsi, il est utile d'adapter le seuil de dénivelé cumulé à son activité si l'on souhaite le rapprocher de la notion d'effort. Il faut bien alors indiquer lorsque l'on communique ce dénivelé comment il a été adapté, avec quelle ampleur de filtrage, sous peine de comparaison impossible avec les valeurs données par un autre pratiquant de la même activité.

I.2.11.2 Partie droite (graphique)

La partie droite du bandeau inférieur affiche un graphique de l'altitude de la trace, avec la distance en abscisse et l'altitude en ordonnée.

Par défaut, le profil est affiché simplement en gris (*image I.2.24*) :

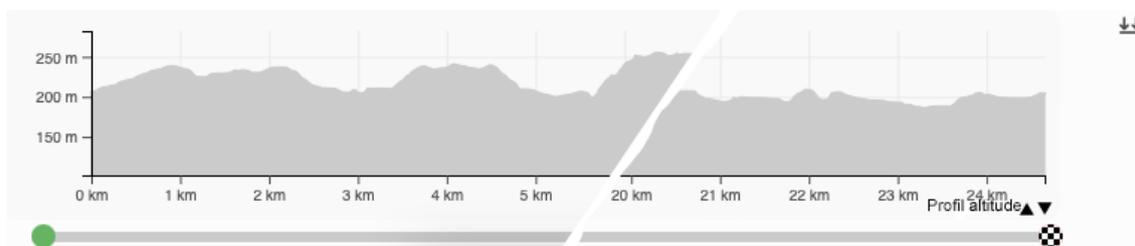


Image I.2.24 – GpxSwK : fenêtre du graphique

Si l'on clique sur l'un des deux petits triangles en bas à droite, la vue commute avec le profil coloré symbolisant la pente (jaune au rouge plus la pente est montante, vert clair à foncé plus elle est descendante) (*image I.2.25*) :



Image I.2.25 – GpxSwk : fenêtre du graphique avec codage de la pente

Si l'on déplace le pointeur sur le graphique, une fenêtre affiche les valeurs de distance (depuis le début de la trace), d'altitude du point, la longueur de la section courante et une indication d'information (« Info »). Ce champ « Info » n'affiche rien de particulier lorsqu'on est en affichage du profil d'altitude grisé (prévu normalement pour afficher la nature de la surface, mais celle-ci n'est pas prise en charge dans *GpxSwk*¹⁴ (*image I.2.26*).



Image I.2.26 – GpxSwk : fenêtre du graphique, sous le curseur

Dans le mode d'affichage des pentes, ce champ indique le pourcentage du point courant (chiffre positif pour une montée, chiffre négatif pour une descente (*image I.2.27*)). La longueur de la section affichée correspond à la longueur du passage ayant la pente indiquée.

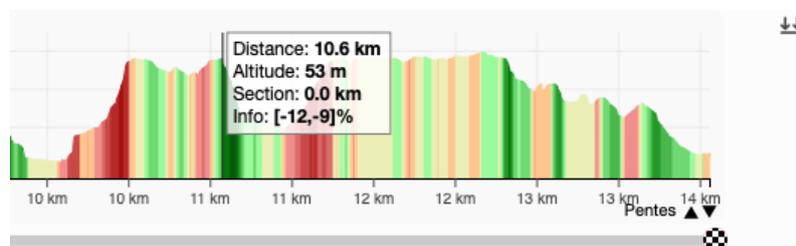


Image I.2.27 – GpxSwk : graphique, descente entre 12% et 9% sur moins de 100m

Simultanément au déplacement du pointeur sur le graphique, le point en cours est affiché sur la trace, cerclé bleu clair.

Il est possible de déplacer les curseurs de début et fin de trace sous le graphique, et cela permet de réaliser une sélection pour restreindre les données statistiques affichées sur la gauche (*image I.2.29*).

14. non prise en charge volontairement, car cette donnée retournée éventuellement par les moteurs de routage est très, trop, fréquemment non pertinente.

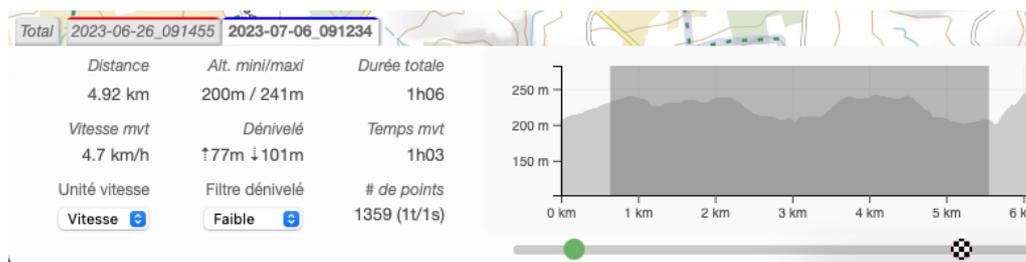


Image I.2.28 – GpxSwk : fenêtre du graphique avec sélection

On peut également replier tout le bandeau inférieur : pour cela, il faut cliquer en haut à droite de cette fenêtre de graphique, le bandeau est replié, et seules les données essentielles de la trace restent affichées. Il suffit de cliquer sur le symbole  en bas à droite pour déplier à nouveau le bandeau inférieur (image I.2.29).

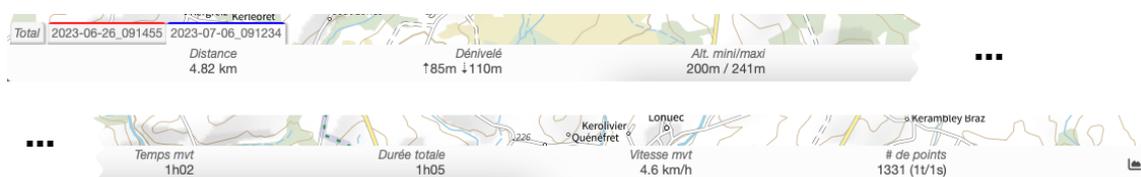


Image I.2.29 – GpxSwk : bandeau inférieur replié

1.2.11.3 Rognage de la trace

Par le déplacement des curseurs de début et/ou de fin, il est possible d'effectuer une sélection pour rogner la trace à la portion comprise entre les deux positions indiquées par les marqueurs de début et fin. Pour effectuer cette opération, il faut (après positionnement des curseurs) cliquer sur le symbole  situé en bas à droite (image I.2.30) :

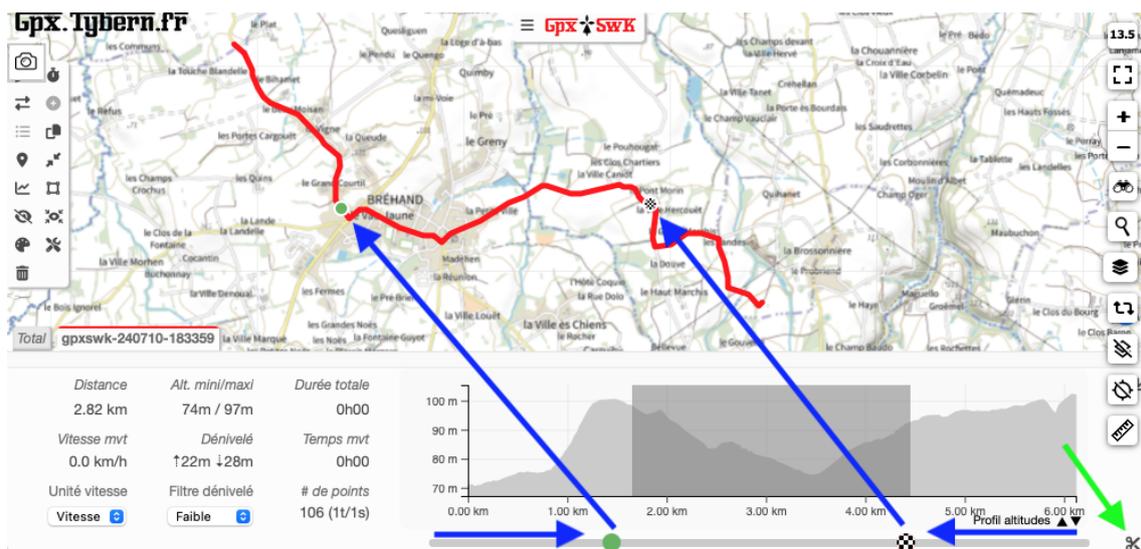


Image I.2.30 – GpxSwk : curseurs pour rognage

Après avoir cliqué sur ce bouton, la fenêtre de dialogue suivante s'affiche (image I.2.31) :



Image I.2.31 – **GpxSwk** : fenêtre de rognage

Une option est proposée pour conserver (ou pas) la ou les parties rognées dans des nouveaux fichiers trace.

La figure suivante présente le résultat après rognage du début et de la fin de la trace, avec conservation des deux portions éliminées (image I.2.32) :

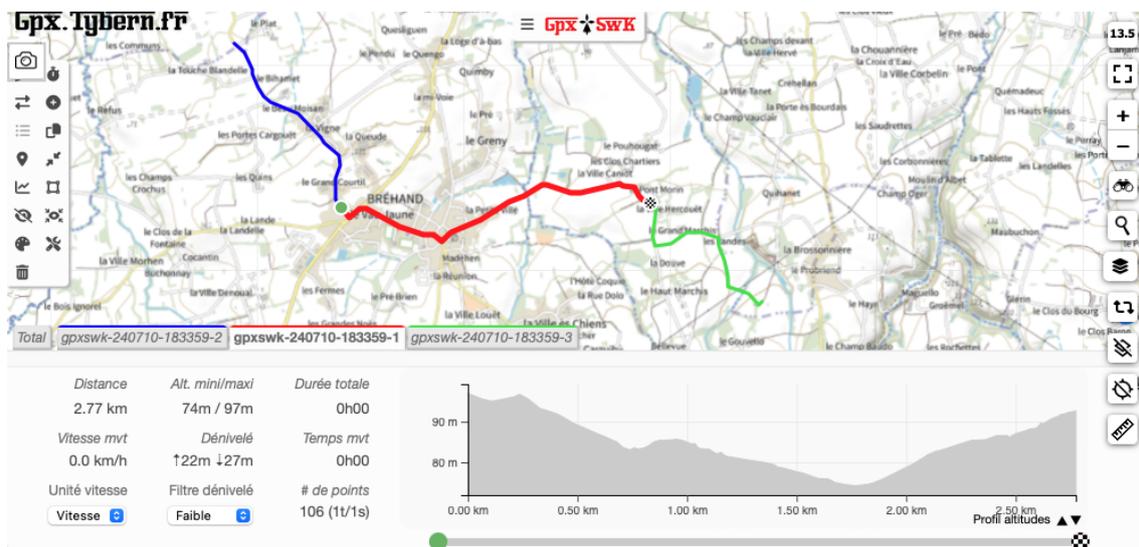


Image I.2.32 – **GpxSwk** : rognage effectué

On peut s'aider de la partie statistique à gauche du graphique pour affiner la longueur de la portion sélectionnée.

La ou les nouvelles traces ainsi créées sont renommées (suffixes -1, -2, -3) afin de faciliter la future sauvegarde sans écraser le fichier d'origine.

I.2.12 Outils d'édition de trace

Ces outils sont disposés sur la barre de boutons à gauche de l'écran.

On y trouve :

-  Entrer en mode d'édition de la trace sélectionnée, ou bien arrêter l'édition (sous-menu) ¹⁵;
-  Créer ou modifier les données de temps (sous-menu);
-  Inverser le sens de la trace;
-  Fusionner avec une autre trace (sous-menu);
-  Extraire traces ou segments (sous-menu);
-  Dupliquer la trace. La nouvelle trace prendra le même nom avec l'ajout du suffixe « -dup »;
-  Ajouter un point d'intérêt (waypoint);
-  Réduire le nombre de points de la trace (simplification de celle-ci) (sous-menu);
-  Ajout ou recalcul de l'altitude des points de trace (sous-menu);
-  Supprimer des points de trace à l'intérieur ou à l'extérieur d'un rectangle de sélection (sous-menu);
-  Masquer la trace sélectionnée (ou  démasquer la trace masquée);
-  Centrer la vue sur la trace sélectionnée;
-  Changer la couleur, l'opacité ou l'épaisseur de la trace ou de toutes les traces (sous-menu);
-  Gérer la structure du fichier de la trace (sous-menu);
-  Outils divers (métadonnées, code source du fichier, ...);
-  Supprimer la trace sélectionnée (ou toutes les traces si *Total* est sélectionné).

15. La mention « sous-menu » indique que l'action sur ce bouton ouvre une fenêtre complémentaire pour continuer l'action.

I.2.12.1 Mode édition

Cet outil est celui qui va permettre de gérer la création de traces ou l'édition d'une trace existante.

Pour une trace existante, il faut cliquer sur le bouton pour activer le mode édition. S'il s'agit d'une nouvelle trace (créée avec le bouton « Créer » du bandeau supérieur, le menu de ce bouton s'ouvre automatiquement (*image I.2.33*) et affiche le menu « Activité ».

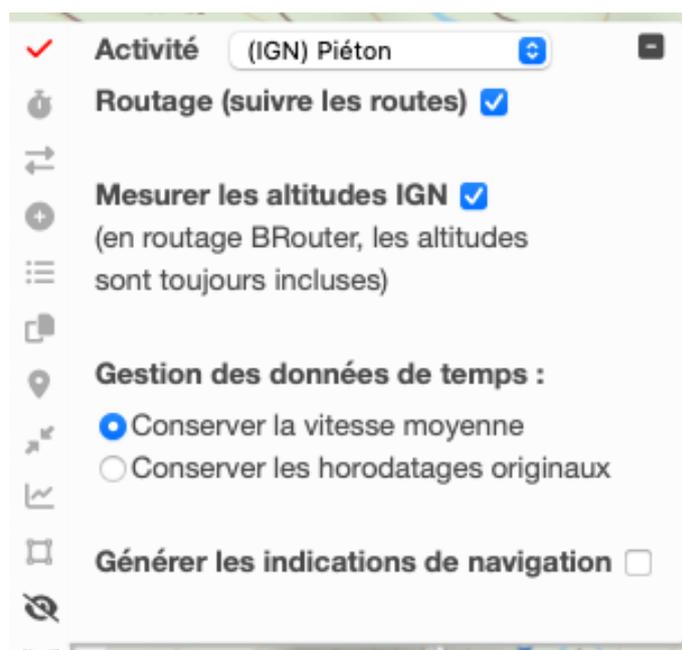


Image I.2.33 – GpxSwK : onglet « activité » déplié

Une fois le mode édition activé, le pointeur se transforme en croix (réticule), et chaque clic sur la carte va créer un nouveau point de trace. Le raccordement de ce point au précédent dépend de différents choix.

En premier lieu, il faut indiquer si l'on veut un routage ou non. Le routage consiste à utiliser les services d'un « moteur » de routage, c'est à dire ici, un service Internet fourni soit par *BRouter*, soit par l'*IGN* (France). *BRouter* utilise les données topographiques OSM (OpenStreetMap), et le routeur de l'*IGN* est lui conforme à la topographie des cartes IGN.

Si l'on trace sans routage, il faut disposer les points de trace au mieux, visuellement, tel qu'on souhaite où passer. Ce mode est obligé pour tracer en dehors de sentiers ou route. Voici l'aspect d'un tracé dans le mode non routé (*image I.2.34*).



Image I.2.34 – GpxSwK : tracé non routé

Il a fallu ici créer 21 points de trace, pour un tracé très imparfait.

Afin de créer un tracé avec un profil altimétrique pertinent même s'il est non routé et en ligne droite, **GpxSwk** interpole (créé) des points de trace intermédiaires entre le début et la fin du segment tracé. Ce nombre de points dépend de l'activité paramétrée : s'il s'agit d'une activité pédestre, il y a un point tous les dix mètres environ, sinon, un tous les 100 mètres, et toujours au moins trois points pour les très courts tracés.

Si l'on souhaite suivre précisément les voies et sentiers indiqués sur la carte, on peut choisir un tracé « automatique » (roulage). Il faut alors indiquer le moteur de roulage voulu, et l'activité associée parmi (*image I.2.35*) :

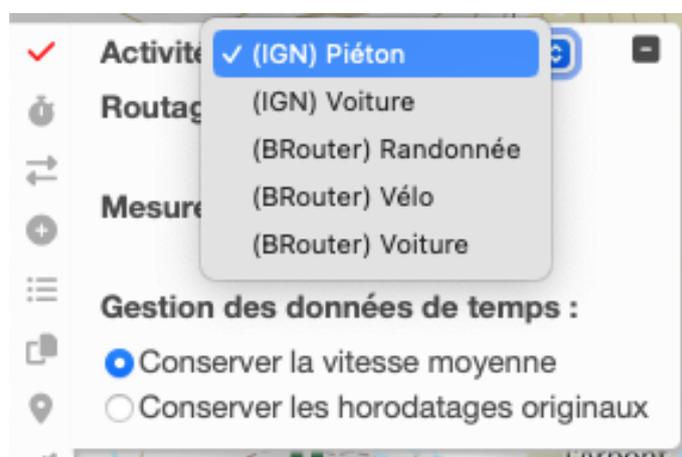


Image I.2.35 – **GpxSwk** : onglet « activité », choix du roulage

- *(IGN) Piéton* : c'est ce mode qu'il faut indiquer pour la randonnée, et éventuellement le VTT;
- *(IGN) Voiture* : pour un déplacement sur route asphaltée;
- *(BRouter) Randonnée* : (tous modes piéton en fait);
- *(BRouter) Vélo* : plutôt vélotourisme ou gravel;
- *(BRouter) Voiture* : sur route asphaltée.

Le roulage IGN ne permet pas de spécifier plus spécifiquement une activité orientée cyclisme plutôt que piéton pour les chemins cyclables.

Par comparaison avec l'exemple précédent, voici une trace routée au même endroit, il n'a fallu que deux clics (le début et la fin) en mode « (IGN) Piéton » pour créer cette trace qui colle parfaitement au sentier indiqué sur la carte IGN (*IGN Plan* ici) (*image I.2.36*).



Image I.2.36 – **GpxSwk** : tracé avec roulage IGN

Ici, seulement deux clics ont été nécessaires, pour un segment très précis de 97 points de trace.

Pendant l'édition d'un tracé, il est possible à tout moment de changer de moteur de routage, ainsi que temporairement arrêter le routage automatique (pour un passage « hors piste » par exemple).

Si on change de moteur de routage au cours d'un même tracé (de IGN à BRouter, ou l'inverse), il est possible que l'altimétrie ne soit pas parfaitement cohérente. Il est alors recommandé, lorsque le tracé sera terminé, d'utiliser la fonction de recalcul des altitudes pour rétablir un profil de qualité.

Au cours de la création, il est possible à tout moment de corriger un tracé automatique en saisissant un point intermédiaire d'un segment avec la souris, et en le déplaçant à l'endroit préféré : le routage de cette partie sera recalculé (voir également ci-après le paragraphe traitant de ces « points repères » intermédiaires).

Si le point de départ et/ou d'arrivée indiqué lors d'un tracé routé est éloigné d'une voie praticable, deux cas de figure se présentent :

- s'il s'agit d'un routage IGN, la trace sera élaborée au plus près possible via une voie praticable. Il se peut qu'elle soit (très) éloignée ;
- s'il s'agit d'un routage *BRouter*, la trace sera élaborée au plus près possible via une voie praticable si le point n'est pas trop éloigné de cette voie praticable. Sinon, le routage sera en échec, et un tracé en ligne droite sera affiché.

Dans ces deux cas, il est alors possible de défaire (↶) la dernière action, et recommencer. Ou bien passer en tracé manuel si l'on est intentionnellement « hors piste ».

Il est possible au cours d'un tracé de replier le menu d'édition en cliquant sur le symbole moins (▢) en haut à droite de la fenêtre, le bouton prend alors cet aspect (*image I.2.37*).

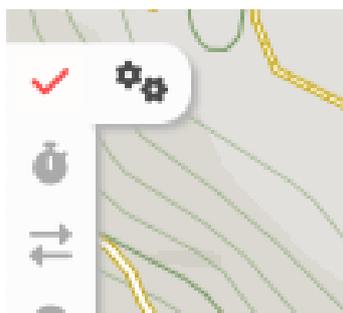


Image I.2.37 – **GpxSwk** : onglet « activité » replié mais actif

Il suffit de cliquer sur les roues dentées pour déplier à nouveau ce menu.

La modification d'une trace déjà ouverte suit le même processus. On peut soit la corriger en déplaçant des points, soit la prolonger depuis la fin. Si l'on veut la prolonger au début, il faut préalablement l'inverser (et au besoin, l'inverser à nouveau une fois le travail terminé).

Pour quitter le mode édition, il suffit de cliquer sur le symbole ✓ à gauche de la fenêtre « Activité ».

Le fait de cliquer sur « Créer » dans le menu supérieur quand une trace est en cours de création a pour effet de clore celle en cours et d'en démarrer une nouvelle, sans qu'il ne soit nécessaire de la clore préalablement.

Le sous-menu édition permet également d'indiquer si on souhaite, ou non, calculer les altitudes des tracés et des waypoints ajoutés. Par défaut, ce service est activé. Il est possible de le désactiver en décochant la mention « *Mesurer les altitudes* ». Si on le désactive, il reste possible de recalculer l'altimétrie plus tard à l'aide du bouton dédié, qui n'est pas affecté par ce réglage. Le désactiver est utile en particulier si le service correspondant le l'IGN est temporairement défaillant ou indisponible.

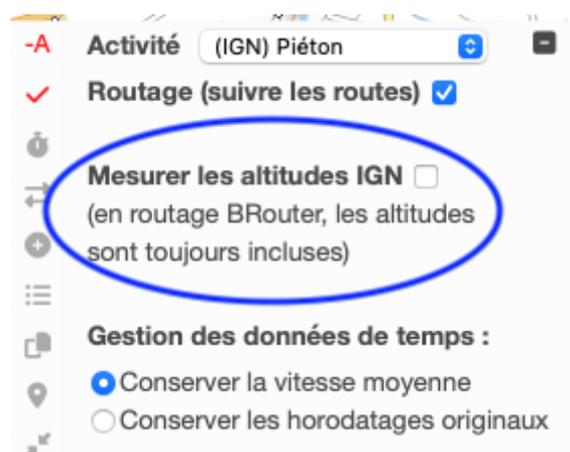


Image I.2.38 – **GpxSwk** : arrêter le calcul de l'altitude



Les réglages de routage et de calcul d'altimétrie sont persistant d'une session à l'autre.

Pour cette raison, il peut être difficile de se souvenir précisément du réglage en cours (sauf à cliquer sur le bouton d'édition et dérouler le sous-menu). Pour rappeler ce réglage, lorsque celui en cours n'est pas celui par défaut (c'est à dire routage et calcul d'altitude actifs), un indicateur est positionné au dessus du bouton d'édition. Cet indicateur peut prendre les valeurs :

- A : pour indiquer que le calcul d'altitude est désactivé ;
- R : pour indiquer que le routage est désactivé ;
- RA : pour indiquer que le routage et le calcul d'altitude sont désactivés ;

Sources des données altimétriques :

Les altitudes importées peuvent provenir de deux sources différentes :

- Si le routage est « *IGN* », l'altimétrie est également d'origine *IGN*. C'est un service indépendant du routage, c'est pourquoi une option permet de désactiver celui-ci si nécessaire ;
- Si le routage est « *BRouter* », l'altimétrie est fournie également par *BRouter*. Il n'est alors pas proposé de désactiver l'altimétrie (pas utile car cela n'impacte pas les performances).

L'altimétrie d'origine *BRouter* est de moindre qualité que celle d'origine *IGN*. En conséquence, pour un routage situé exclusivement en France, si l'on a effectué tout ou partie de celui-ci avec *BRouter*, il est conseillé pour augmenter la précision

de recalculer l'altimétrie à partir du service *IGN* (outil dédié  décrit ci-après). Pour un tracé en dehors de la France, le service *BRouter* (routage et altimétrie) est le seul disponible dans **GpxSwK**.

Points repères de trace :

En mode édition, il est possible de faire un « clic » avec la souris sur un point de trace. Dans ce cas, une nouvelle fenêtre est affichée (*image I.2.39*) :

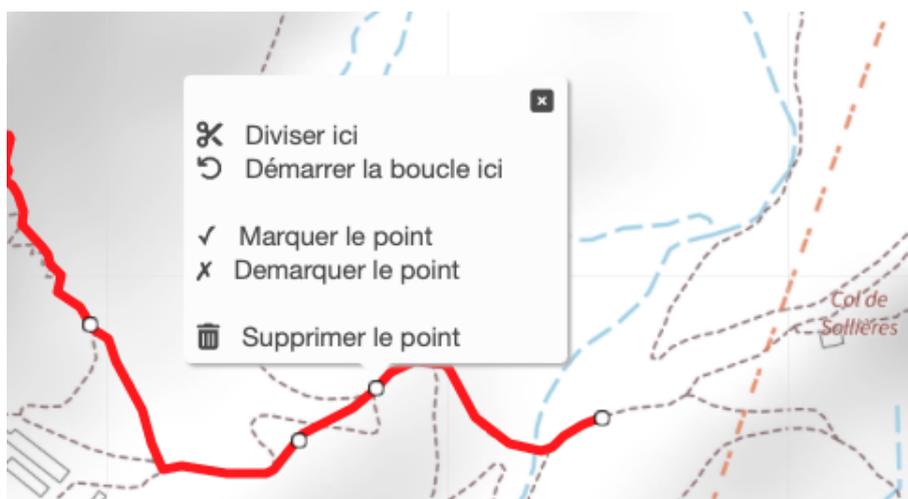


Image I.2.39 – **GpxSwK** : après clic sur un point

Cela a pour premier effet d'ajouter un marqueur (point rond blanc) qui pourra servir de repère.

On a alors le choix de l'action à mener :

- *Diviser ici* : un nouveau choix de comment il faut diviser est proposé (voir ci-dessous);
- *Démarrer la boucle ici* : pour un trajet en boucle, le point de départ (qui est aussi celui d'arrivée) est déplacé ici. Si le tracé n'est pas bouclé, il le sera (jonction des points de départ et d'arrivée) avec un résultat peut-être inadéquat;
- *Marquer le point* : voir ci-après « Remodelage ou suppression des points de trace »;
- *Démarquer le point* : voir ci-après « Remodelage ou suppression des points de trace »;
- *Supprimer le point* : voir ci-après « Remodelage ou suppression des points de trace »;
- fermer la fenêtre sans rien faire (bouton **X**) : cela ajoute un marqueur de trace (voir ci-après).

Division du tracé :

Si l'on choisit de diviser le tracé, on obtient alors (*image I.2.40*) :

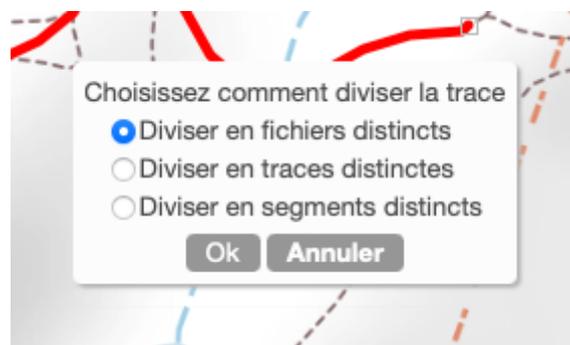


Image I.2.40 – **GpxSwK** : division d'un tracé

Il faut alors indiquer si l'on veut :

- *Diviser en fichiers distincts* : on obtiendra alors deux traces, le nom de celle d'origine étant suffixé « -1 » et « -2 » pour les distinguer;
- *Diviser en traces distinctes* : on obtiendra alors deux traces, dans le même fichier;
- *Diviser en segments distincts* : on aura alors deux segments dans la même trace.

Remodelage ou suppression d'un point de trace :

Lorsque l'on édite une trace (nouvellement créée ou non), des marqueurs spéciaux (points ronds blancs) sont superposés à la trace. Lors de la création d'une trace, ces points correspondent à la progression du tracé (emplacements « cliqués »). Après chargement d'une trace, ils sont placés automatiquement aux emplacements « remarquables » de la trace (des changements de direction en général). Il est possible de marquer de nouveaux points, ou bien de démarquer des points existants afin de correctement définir la portion de trace sur laquelle on veut opérer.

Ce sont des « repères » pour effectuer diverses actions :

- déplacer un point pour modifier le tracé : dans ce cas, on force le passage de la trace au nouvel emplacement où on dépose le point. La portion de tracé est recalculée ou non selon la configuration du routage en cours. À noter que cette action peut être réalisée en une seule opération en cliquant, glissant et déposant le point directement. Le nouveau tracé est calculé entre les deux points de traces adjacents. Il est donc important de repérer (marquer, démarquer) correctement ces points pour que l'opération produise l'effet attendu;
- supprimer le point : deux cas sont possibles :
 - le point est à l'intérieur de la trace : la portion de tracé est recalculée avec le même algorithme que celui utilisé lorsqu'on déplace un point (voir ci-dessus);
 - le point est à l'une des extrémités : la portion de trace entre l'extrémité et le premier point repère adjacent est supprimée.

Générer les indications de navigation :

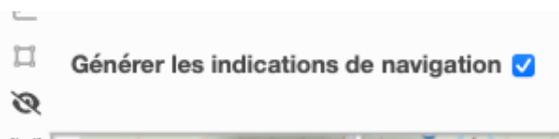


Image 1.2.41 – **GpxSwK** : génération des indications de navigation

Cette option, quand elle est cochée, permet d'ajouter (sous forme de « trackpoint ») des informations de direction à prendre aux bifurcations et intersections. Elle n'est active que si le routage choisi est IGN, et ne fonctionne pas avec le routage BRouter. Cette option et son usage sont détaillés plus loin dans ce manuel.

I.2.12.2 Données temporelles

Ce bouton permet de définir, ou redéfinir, les données de temps de la trace en cours. Après avoir cliqué dessus, la fenêtre suivante s'affiche (image 1.2.42) :



Image 1.2.42 – **GpxSwK** : réglages des données de temps

On y indique la vitesse de déplacement désirée, ainsi que les dates et heures de début.

Si on coche « Générer la vitesse en tenant compte de la pente et de l'activité choisie », l'écart de temps entre les points tiendra compte de la pente (moins vite en montant, plus vite en descente) et de l'activité. La vitesse donnée est alors la vitesse moyenne, la durée totale n'est pas modifiée.

Si l'on a choisi d'afficher l'allure plutôt que la vitesse (bandeau inférieur gauche), c'est l'allure qu'il faut indiquer au lieu de la vitesse moyenne.

Les données de temps sont inscrites séquentiellement pour tous les points du fichier, sans tenir compte des éventuels segments ou traces internes. Si on veut inscrire des temps différents pour différentes portions de trace, le plus simple consiste à diviser cette trace en plusieurs, puis après avoir enregistré les données de temps, fusionner ces traces à nouveau pour reconstituer celle d'origine.

I.2.12.3 Inverser le sens

Ce bouton permet de changer le sens de parcours de la trace.

I.2.12.4 Fusion de traces

Ce bouton permet d'effectuer des opérations de fusion de traces. Il n'est actif que s'il y a au moins deux traces chargées.

Il faut commencer par sélectionner une trace, la fenêtre suivante s'affiche (*image I.2.43*), puis avec le pointeur, on sélectionnera successivement d'autres traces, soit en cliquant sur leurs onglets, soit en cliquant directement la trace sur la carte. Bien faire attention que l'ordre des sélections est important.

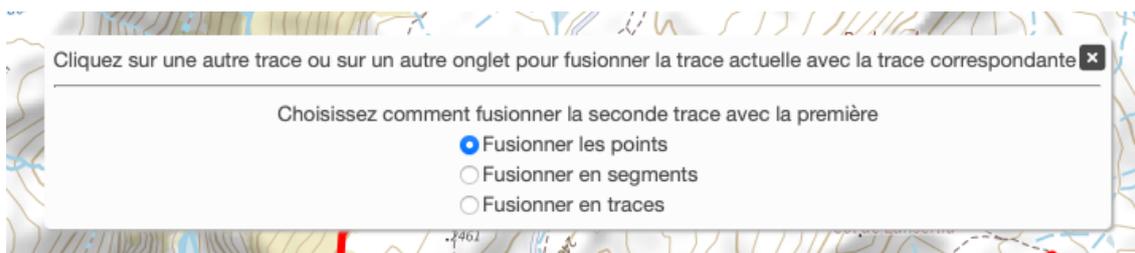


Image I.2.43 – **GpxSwK** : fusion de traces

On dispose alors de plusieurs choix (on peut en changer entre deux sélections de trace) :

- *Fusionner les points* : les points de la trace indiquée seront ajoutés à la précédente. Si elles ne sont pas jointives, un raccordement en ligne droite sera créé ;
- *Fusionner en segments* : la trace ajoutée deviendra un segment de la trace initialement sélectionnée ;
- *Fusionner en traces* : la trace ajoutée deviendra une nouvelle trace du même fichier résultant.

À chaque fusion, la trace disparaît de la rangée d'onglets, et celui-ci est mis à jour. Si l'on souhaite conserver la ou les traces d'origine, penser à les dupliquer préalablement.

I.2.12.5 Extraction de traces ou segments

Ce bouton permet d'éclater une trace en plusieurs. Il n'est actif que si la trace (fichier) sélectionnée comporte au moins deux segments et/ou deux traces.

Après avoir cliqué dessus, la fenêtre suivante s'affiche (*image I.2.44*).

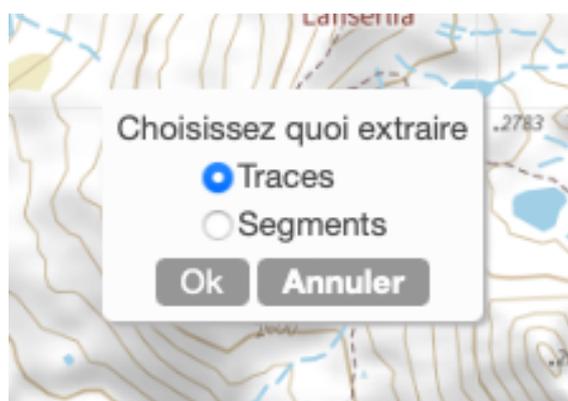


Image I.2.44 – **GpxSwK** : extraction de traces ou segments

On dispose alors de deux options :

- Extraire traces : chaque trace du fichier est extraite en une nouvelle créée ;
- Extraire segments : il est créé autant de traces (fichiers) que de segments présents (étant entendu qu'une trace seule représente aussi un segment unique).

Si la trace d'origine ne comporte que des segments, ou que des traces, alors, l'extraction se fait sans confirmation.

I.2.12.6 Duplication de trace

Ce bouton permet de dupliquer la trace sélectionnée. La nouvelle est strictement identique, son nom est celui de la trace source avec le suffixe « *-dup* » ajouté.

I.2.12.7 Ajouter un waypoint

Ce bouton permet d'ajouter des waypoints à une trace sélectionnée. Après avoir cliqué dessus, le curseur se transforme en réticule en forme de croix. Cliquer à l'emplacement voulu pour ajouter ce waypoint sur la carte, et alors, une fenêtre s'ouvre pour configurer les données de ce waypoint (*image I.2.45*) :

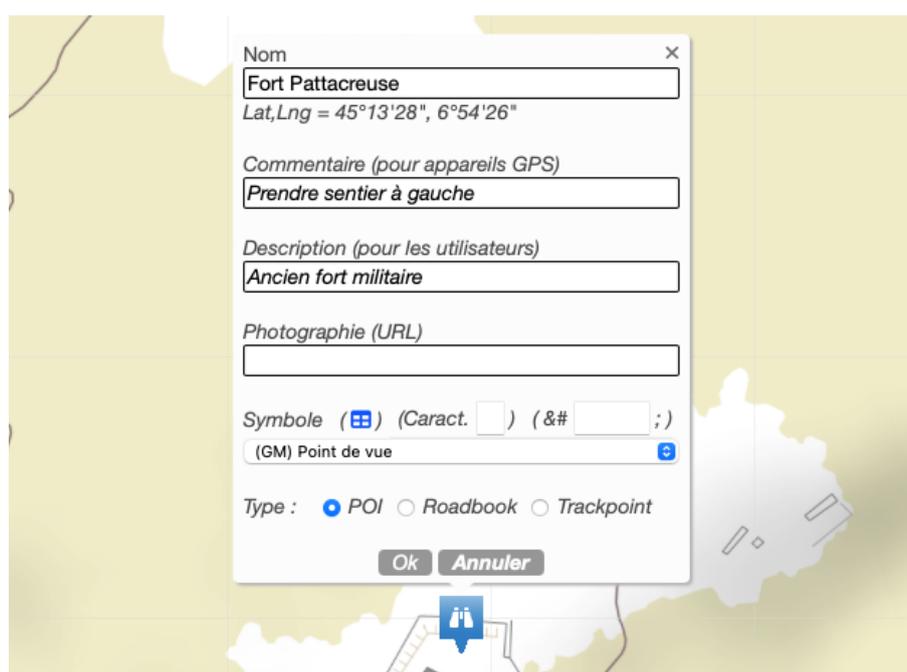


Image I.2.45 – **GpxSwK** : ajout d'un waypoint

Remplir alors le formulaire, nom, commentaire, description et symbole, qui seront associés au waypoint. Tous les champs sont facultatifs, et ignorés si vides. (*le champ « Photographie » est traité dans la section suivante de ce manuel*)

Il faut également indiquer le type de ce waypoint.

GpxSwK gère trois types de waypoints, qui sont représentés de façon différente :

- les « points d'intérêt » (*POI*) ;
- les « points de passage » (*Roadbook*) ;
- les « indications de direction » (*Trackpoint*).

Par défaut, les waypoints sont typés « POI ».

Le symbole associé peut être choisi via la liste déroulante, ou plus pratique, via un sélecteur graphique. Pour ouvrir ce sélecteur, il faut cliquer sur le symbole  situé juste à droite de la mention « Symbole » (image I.2.46).



Image I.2.46 – **GpxSwK** : sélecteur de symbole

Une fois le symbole choisi via ce sélecteur graphique, il est automatiquement typé, mais il est possible une fois revenu à la fenêtre précédente de changer ce type.

Voir ci-après les détails concernant les « roadbooks » et leur gestion, ainsi que la compatibilité des waypoints avec les autres applications et GPS (section I.2.13).



En sus des symboles prédéfinis, il est possible également de spécifier un caractère alphanumérique unique (compris entre A et Z, ou entre 0 et 9) en entrant celui-ci dans le champ « *Caract.* ».

Il est également possible via ce champ d'entrée « *Caract.* » de spécifier un monogramme de deux caractères : cela est particulièrement utile pour numéroter les waypoints (jusqu'à 99).

Autre possibilité : entrer un caractère de type entité (ou symbole, émoji, ...) HTML dont le code peut-être identifié via différentes ressources accessibles sur Internet. Il faut entrer sa valeur décimale dans le champ entre « *&#* » et « *;* ».

Voici par exemple le résultat avec le caractère « A », et les codes 128512, 9827, 8531;

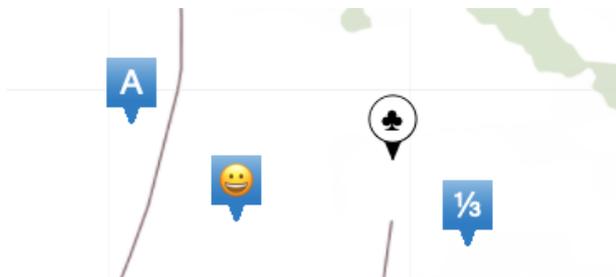


Image I.2.47 – **GpxSwK** : symboles divers...

Il est ainsi possible d'obtenir plusieurs milliers de symboles différents.

À noter que ceux-ci (ainsi que les monogrammes) ne seront reconnus que par **GpxSwK** seulement car non « standardisés »^a.

- a. En réalité, il n'y a aucune standardisation concernant les symboles associés au waypoints, seulement quelques symboles plus couramment utilisés par les fabricant de GPS tels que *Garmin* et *Twonav*.

Une fois ce formulaire rempli, faire « Ok », et le waypoint est affiché sur la carte, avec un symbole interne s'il a été indiqué. Il est possible de déplacer ce waypoint avec la souris s'il doit être repositionné.

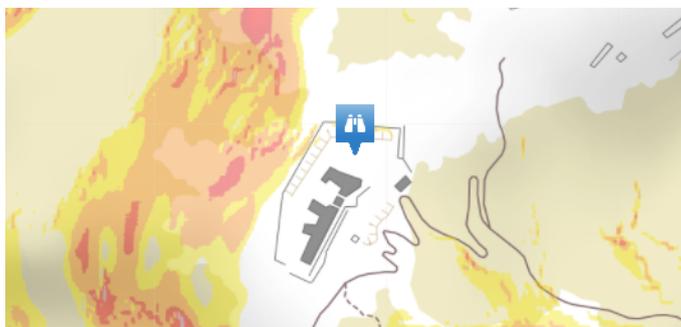


Image I.2.48 – **GpxSwK** : waypoint positionné

Si on passe la souris sur l'icône du waypoint, une fenêtre popup est affichée contenant le nom de ce waypoint et la légende de l'icône (*image I.2.49*).



Image I.2.49 – **GpxSwK** : popup quand souris passe sur waypoint

Si on clique sur un waypoint, la fenêtre suivante s'ouvre (*image I.2.50*) :

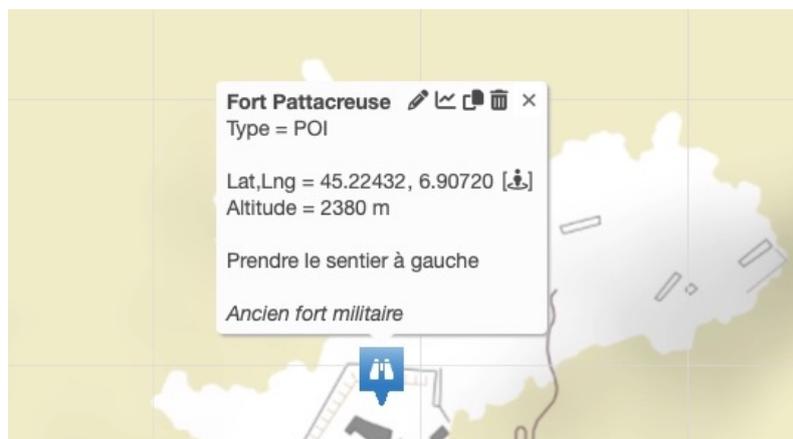


Image I.2.50 – **GpxSwK** : revue d'un waypoint

Il est alors possible d'éditer ces informations (✎), de recalculer l'altitude du waypoint (↕), de le dupliquer (📄), ou bien le détruire (🗑️). La croix (X) dans le coin haut-droit permet de fermer la fenêtre sans action particulière.

Le recalcul de l'altitude est possible même si l'option « *Mesurer les altitudes* » du sous-menu édition est décochée. Par contre, lors de la création d'un waypoint, si cette option est décochée, l'altitude sera forcée à zéro.

S'il est affiché « (...) » à l'emplacement du nom, c'est que celui-ci est absent.

Pour la duplication, après avoir cliqué l'icône (📄), il faut positionner le curseur au lieu désiré sur la carte et cliquer. Le nouveau waypoint sera le clone exact de son modèle. Il est alors possible d'en modifier les données.



Cette fonctionnalité de duplication de waypoint est très utile en particulier si on doit travailler de façon répétitive pour ajouter des points similaires : il suffit de dupliquer le waypoint précédent, positionner le clone au bon endroit, et toutes les informations sont déjà présentes, il n'y a plus qu'à modifier celles qui doivent l'être.



À noter également qu'il est possible, si l'on a plusieurs traces ouvertes, de cliquer l'icône de duplication d'un waypoint de la trace active, puis passer à une autre trace (avec l'onglet du bas par exemple), et cloner sur la trace réactivée. Cela permet en particulier de copier facilement un waypoint d'une trace à l'autre, par exemple d'une trace de travail à une seconde de production.

I.2.12.7.1 Associer une photographie à un waypoint

Il est possible d'associer une photographie à un waypoint. Pour cela, il faut indiquer son URL dans le champ « *Photographie* » lorsque l'on édite les données associées au waypoint.

La photographie devra être disponible via une adresse (URL) Internet. Il n'est pas possible d'utiliser une photographie stockée localement sur le poste de travail de l'utilisateur¹⁶.

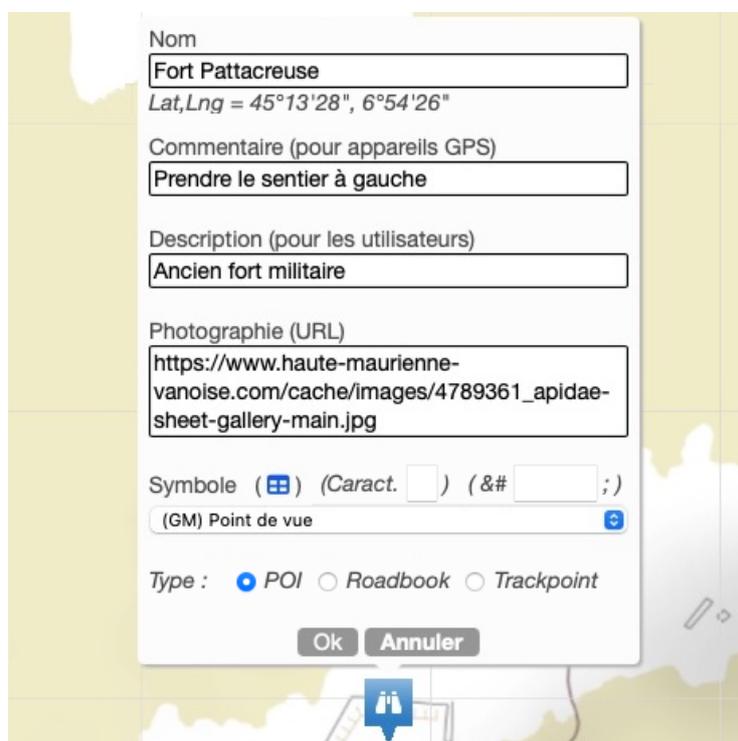


Image I.2.51 – **GpxSwk** : ajout d'une photographie

Dans cet exemple, la photographie est diffusée par le site officiel de la Vanoise en Haute-Maurienne.

On veillera à être très rigoureux en ce qui concerne la syntaxe de l'adresse de la photographie. Comme cette photo se doit d'être disponible via un site Web, le mieux est de faire un copier-coller de l'URL via la barre d'adresse du navigateur.

Si une photographie est attachée à un waypoint, lorsque l'on clique sur l'icône du waypoint, la photo est affichée en vignette comme sur cette capture d'écran (image I.2.52) :

16. Cette restriction est la conséquence du modèle de sécurité de JavaScript.

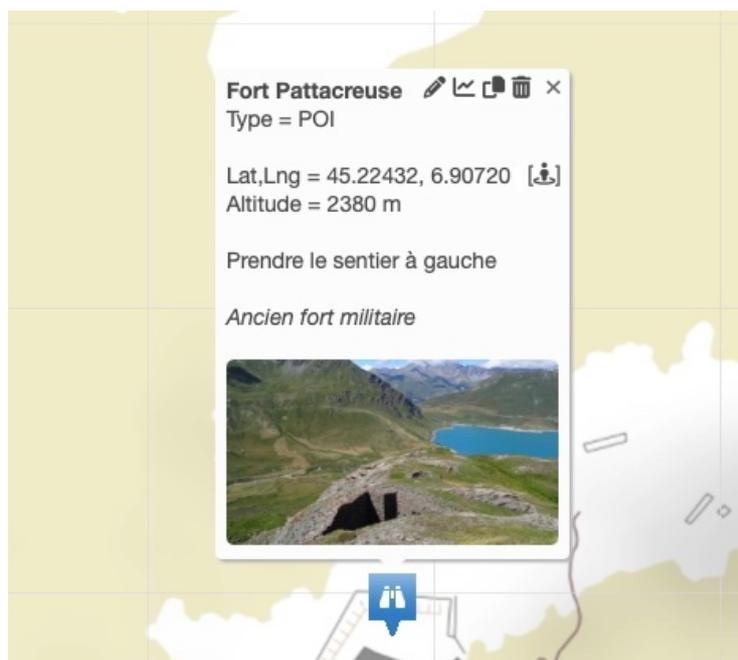


Image I.2.52 – **GpxSwk** : waypoint avec photo

Il est possible alors de cliquer sur la vignette de la photo pour afficher la photo en grand dans sa taille d'origine (image I.2.53).

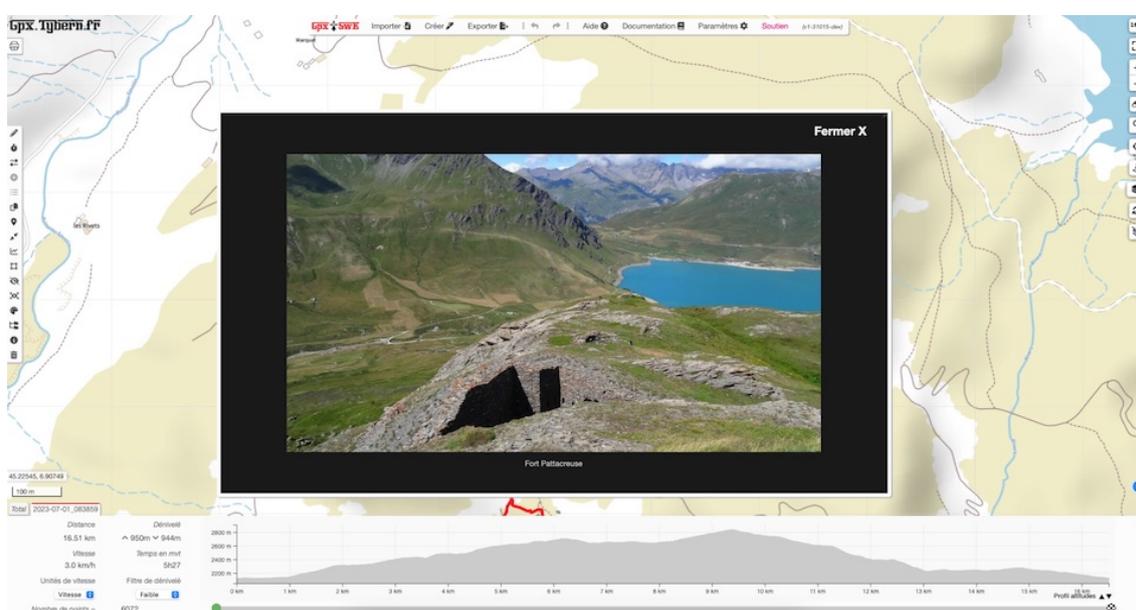


Image I.2.53 – **GpxSwk** : affichage de la photo seule

Compte-tenu de l'obligation que la photographie soit diffusée via un site Internet, cette fonctionnalité est plutôt destinée aux utilisateurs disposant de leur propre hébergement, ou en particulier, aux utilisateurs du mode « embarqué » de **GpxSwk** détaillé au chapitre I.3.

Mise à jour du 5 avril 2025 : **GpxSwk** peut gérer plusieurs photographies par waypoints. En lecture de trace, cela est détecté automatiquement. En création ou modification de waypoint, pour spécifier plusieurs photographies, les URLs doivent être séparés par un point-virgule « ; ».

I.2.12.7.2 Street View à l'emplacement d'un waypoint

Lorsque les détails d'un waypoint sont affichés, il est possible de cliquer sur le symbole [📍] pour ouvrir une fenêtre Google Street View au point exact de ce waypoint (image I.2.54).

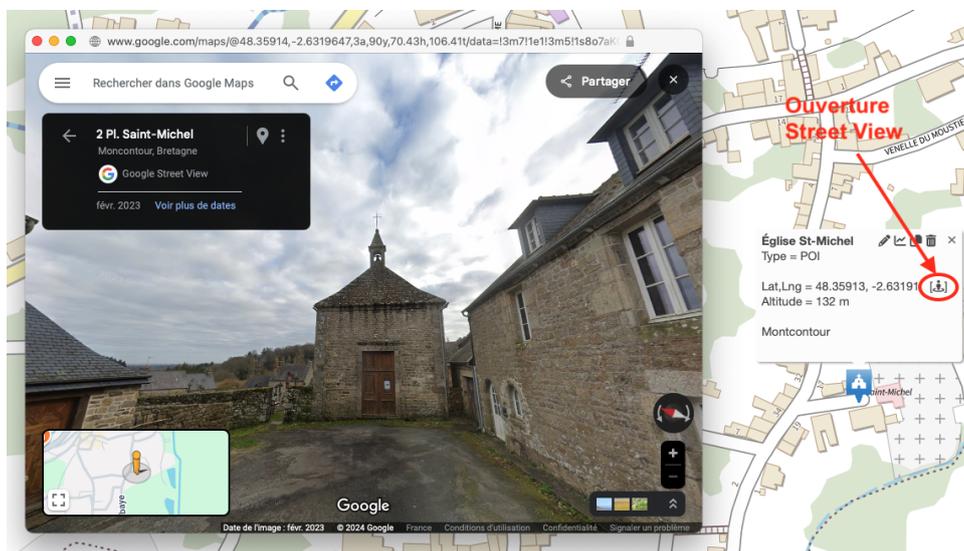


Image I.2.54 – GpxSwK : Street View au waypoint

Bien évidemment, cela n'a aucune efficacité en pleine nature, et dehors des voies praticables préalablement empruntées par une « Google Car ». Auquel cas, la fenêtre affichée sera noire, avec l'indication « Aucune image Street View disponible ici ».

I.2.12.7.3 Voir tous les waypoints en même temps

Il est possible en appuyant la touche [F9] de développer tous les waypoints en même temps. L'affichage initial (image I.2.55) qui cadre toute la trace est sans doute confus. Cette fonctionnalité nécessite un niveau de zoom important pour être exploitée efficacement.

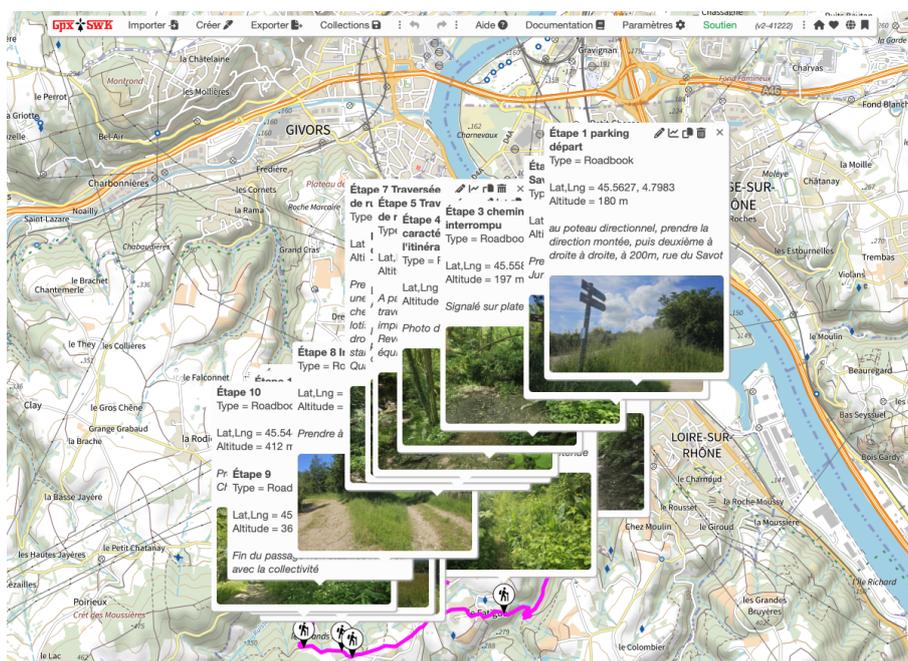


Image I.2.55 – GpxSwK : tous les waypoints développés

Les waypoints sont empilés avec le premier sur le dessus de la pile. Pour avoir le dernier sur le dessus, faire à la place **Maj** + **F9**.

Lorsque l'affichage des panneaux de deux waypoints se superposent, il est possible de faire passer celui de dessous (donc en partie masqué) sur le dessus en cliquant n'importe où sur sa fenêtre (sauf sur la photo ou les icônes du dessus).

I.2.12.7.4 Correspondance entre les champs et les balises GPX



Voici la correspondance entre les libellés des champs qu'il est possible de renseigner pour les waypoints, et les balises GPX du fichier. Cette information peut être utile afin de détecter des possibles incompatibilités avec d'autres logiciels de traitement de fichiers GPX, qui pourraient ne pas savoir traiter toutes les balises.

Nom du champ	Balise GPX
<i>Nom</i>	<name>
<i>Commentaire</i>	<cmt>
<i>Description</i>	<desc>
<i>Symbole</i>	<sym>
<i>Type</i>	<type>
<i>Photographie</i>	<link>

Ces balises constituent le corps d'un enregistrement <wpt> . . . </wpt>, dont les coordonnées et l'altitude sont calculées automatiquement par l'application.

I.2.12.7.5 Fichier GPX de waypoints seuls

Il est possible de créer des fichiers GPX qui ne contiennent que des waypoints. Cela permet en particulier de se constituer un catalogue de points d'intérêt non liés à des traces ou parcours particuliers.

La création des tels fichiers passe par une procédure particulière étant donné que la création d'une trace ne peut pas ne pas comporter de points de passage. Voici donc cette procédure :

Il faut commencer par créer une trace de façon habituelle (bouton « *Créer* »), puis (par exemple au lieu où on a l'intention de mettre le premier waypoint), commencer un tracé, qui peut être très court (deux points suffisent). Ensuite, on crée au moins un waypoint, puis on supprime la trace précédemment créée (avec l'outil de sélection). À partir de là, on peut continuer à ajouter d'autres waypoints, ou bien exporter ce fichier au format GPX. Ce fichier pourra par la suite être relu comme n'importe quel autre fichier GPX, et on pourra y ajouter, modifier, ou supprimer autant de waypoints que désirés. La seule obligation est que ce fichier devra toujours contenir au moins un waypoint, et qu'il ne pourra plus contenir une trace (l'outil d'édition de trace refusera d'en créer). Si on veut lier ces waypoints à une trace, il faudra utiliser l'outil

de fusion de traces, en prenant la précaution de toujours commencer par le fichier qui ne contient que les waypoints.

I.2.12.8 Simplifier la trace

Cette fonctionnalité permet de réduire le nombre de points de la trace, à l'aide d'un algorithme performant et adapté aux traces GPS. Après avoir cliqué sur le bouton, la fenêtre suivante apparaît (*image I.2.56*) :

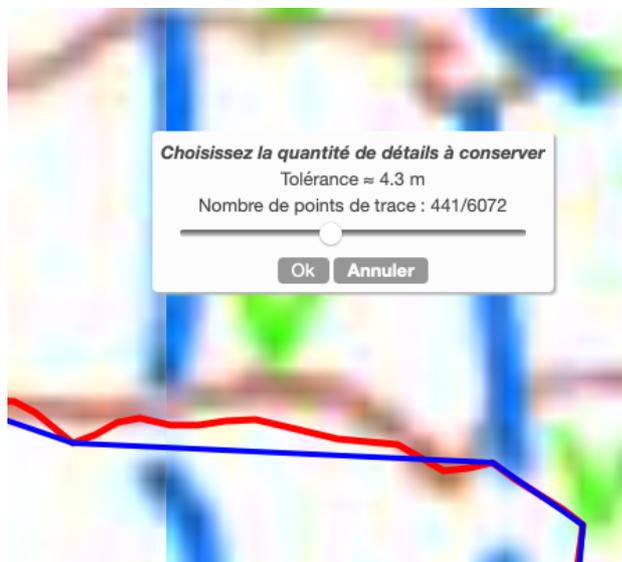


Image I.2.56 – **GpxSwk** : simplification de la trace

Celle-ci comporte un curseur qui va permettre de faire évoluer le tracé simplifié (qui s'affiche superposé dans une autre couleur) suivant un critère de distance de celui-ci par rapport à la trace originale. La valeur de ce critère est exprimée dans le champ « *Tolérance* ». Il est initialisé par défaut à 2 mètres, et change quand on déplace le curseur. Simultanément, le nombre de points de la trace simplifiée par rapport au nombre d'origine est affiché également. Le contrôle de la réduction doit se faire visuellement, selon le niveau de simplification désiré.

Si l'on simplifie une trace enregistrée avec un GPS, la valeur initiale est cohérente avec la précision moyenne d'un récepteur moderne.

On peut augmenter notablement la tolérance, avec le risque que la trace devienne trop écartée du parcours réel ou attendu.

On peut tendre vers une valeur proche de zéro, cela aura pour effet de conserver la forme de la trace d'origine, mais cependant de supprimer les points inutiles ou en double (simplification non-destructive alors).



Cette simplification utilise l'algorithme de *Douglas-Peucker*. Le lecteur intéressé pourra se reporter à [cet article](#)^a pour plus de précision concernant le fonctionnement.

La progression du curseur n'est pas linéaire, mais suit une courbe de type sigmoïde inversée (fonction *logit* bornée) afin que sa course soit plus précise pour les valeurs médianes.

a. https://fr.wikipedia.org/wiki/Algorithme_de_Douglas-Peucker

I.2.12.9 Recalculer les altitudes

Ce bouton permet de recalculer les altitudes de la trace, et obtenir un profil précis et pertinent. Après avoir cliqué le bouton, la fenêtre suivante s'affiche (*image I.2.57*) :

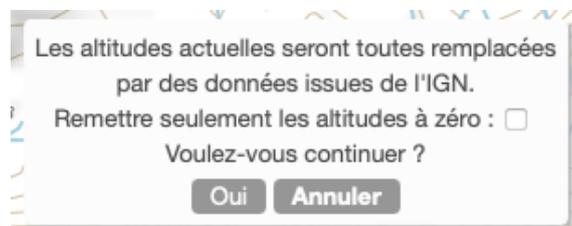


Image I.2.57 – **GpxSwK** : recalcul des altitudes

Lorsque l'on actionne cette fonction, les altitudes éventuellement déjà présentes sont effacées (le graphique devient plat), puis les altitudes sont recalculées et remplacées par les données procurées par l'IGN. Cette opération peut prendre un petit délai si le nombre de points est important, et l'affichage du graphique se fait alors progressivement, pas forcément dans l'ordre.

Les altitudes des waypoints sont également recalculées.

On peut cocher la case « *Remettre seulement les altitudes à zéro* » pour seulement les effacer et ne pas recalculer les nouvelles. Cette action remet à zéro l'altitude de tous les points de traces ainsi que celle des waypoints.

I.2.12.10 Supprimer un ensemble de points de trace

Cet outil permet d'effacer des points de trace et/ou des waypoints à l'aide d'une sélection rectangulaire ou ponctuelle (*image I.2.58*).

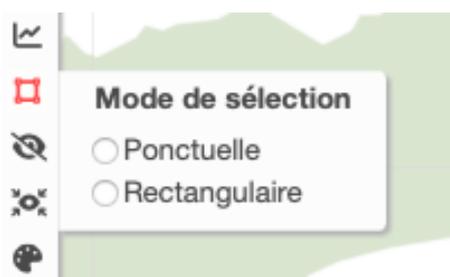


Image I.2.58 – **GpxSwK** : choix du mode de sélection

Lorsque l'on clique sur l'icône, une fenêtre s'ouvre qui propose de choisir entre sélection ponctuelle ou rectangulaire : choisir le mode voulu.

Sélection rectangulaire

Une fois la sélection rectangulaire choisie, la fenêtre de sélection se transforme pour indiquer et permettre de mémoriser le mode choisi (*image I.2.59*).



Image I.2.59 – **GpxSwK** : confirmation du mode rectangulaire

Pour procéder à la sélection, on commence par dessiner celle-ci à l'aide du curseur, puis une fois la sélection effectuée, on choisit dans la fenêtre affichée si l'on veut supprimer les points de trace, ou bien les waypoints, ou bien les deux, et ceci soit à l'intérieur de la sélection, soit à l'extérieur du cadre tracé (image I.2.60).

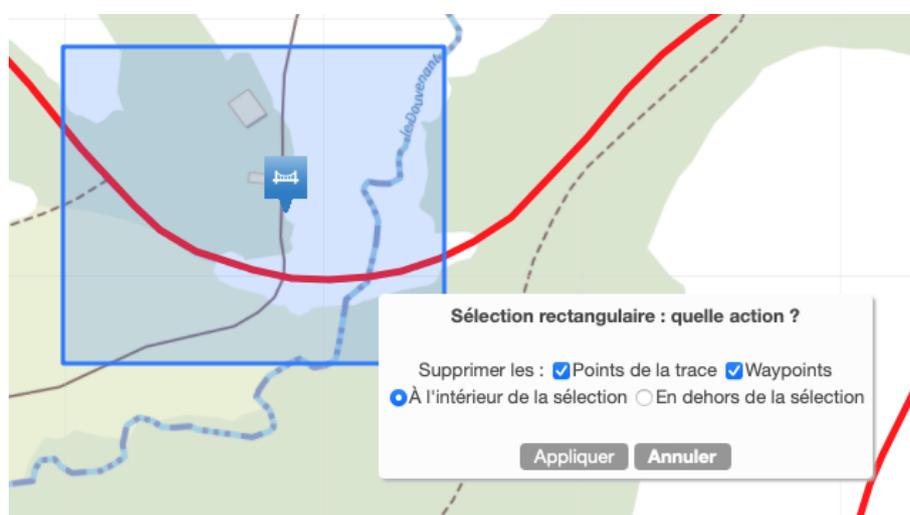


Image I.2.60 – **GpxSwK** : sélection rectangulaire

Sélection ponctuelle

Une fois la sélection ponctuelle choisie, la fenêtre de sélection se transforme pour indiquer et permettre de mémoriser le mode choisi (image I.2.61).



Image I.2.61 – **GpxSwK** : confirmation du mode ponctuel

Pour procéder à la sélection, il faut effectuer deux clics aux début et fin de la portion de trace voulue. Il n'est pas nécessaire de positionner le pointeur parfaitement sur la trace, la sélection sera effectuée avec effet « magnétique » au point réel le plus proche. L'ordre entre les deux points importe peu. Les points sélectionnés sont symbolisés par des croix noires (image I.2.62).

La sélection ponctuelle ne permet pas de supprimer les waypoints, seulement les points de traces.



Image I.2.62 – **GpxSwK** : sélection ponctuelle

Il faut alors confirmer la suppression avec l'option (1) (la seconde option est traitée dans la section à suivre). A noter que les points extrêmes de la sélection sont exclus de la suppression, sauf s'il s'agit d'une extrémité. De même que pour la sélection rectangulaire, cet outil fonctionne sur un ensemble de points qui peuvent appartenir à des segments de trace différents.

I.2.12.11 Corriger l'altimétrie aux ponts et tunnels

L'outil de sélection ponctuelle permet également d'effectuer une correction de l'altimétrie sur une portion de la trace. Cela est utile en particulier pour une trace créée avec **GpxSwK**, ou bien une trace dont on aura recalculé les altitudes.

En effet, si sur le parcours de la trace se trouvent des ponts ou des tunnels, l'altitude sur cette portion est fautive car le modèle altimétrique utilisé est un « *Modèle Numérique de Terrain* », qui ne tient pas compte des ouvrages d'art (des structures artificielles en général). La courbe d'altitudes montre un creux dans le cas d'un pont, car le modèle altimétrique suit le profil de la vallée enjambée. Dans un tunnel, le modèle suit le profil du paysage au dessus du tunnel.

Avec cet outil, on choisit la deuxième option « *Interpoler l'altitude* » (image I.2.63) :

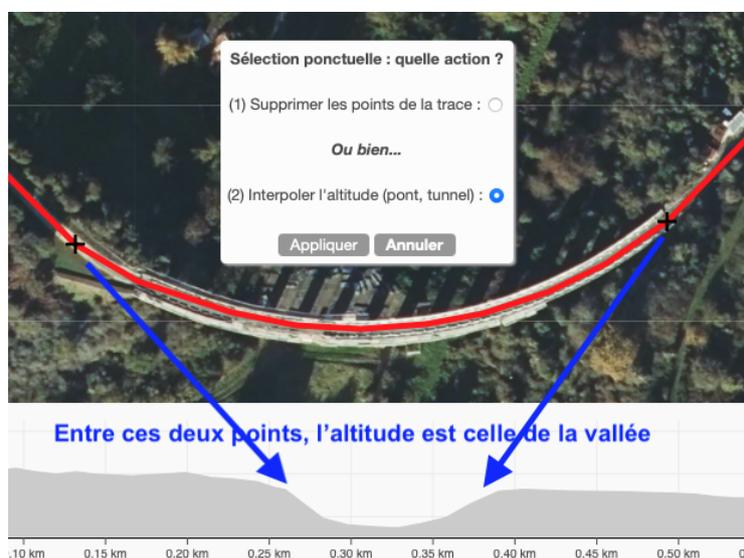


Image I.2.63 – **GpxSwK** : correction de l'altitude sur un pont

L'altitude des points de la portion sélectionnée est alors recalculée par interpolation linéaire des altitudes des points extrêmes de la sélection (extrémités incluses) (*image I.2.64*).

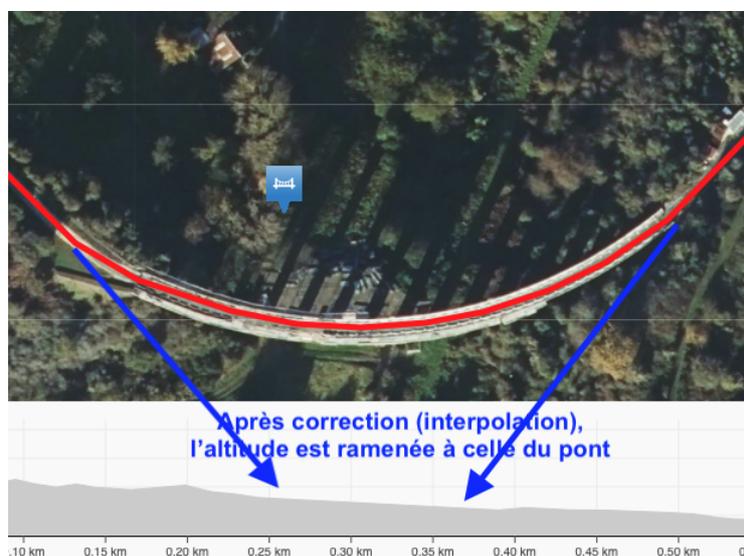


Image I.2.64 – **GpxSwK** : correction de l'altitude sur un pont

Cet outil n'est pas parfait, le tablier est supposé plat, ce qui n'est pas forcément le cas (le contraire est impossible à prédire). Mais au premier ordre, la correction de l'altitude est quand même suffisamment pertinente pour que en particulier, le dénivelé soit correctement ajusté.

Cette fonctionnalité ne fonctionne qu'à l'intérieur d'un segment, et ne permet pas de traiter d'un ouvrage à cheval sur deux segments de trace.

I.2.12.12 Visions de la trace

Lorsque la trace est visible, si l'on clique sur , on masque la trace.

Si elle est masquée, on l'affiche en cliquant sur le bouton devenu .



Bien noter que l'icône utilisée symbolise l'action à effectuer, et non pas l'état actuel de la visibilité de la trace.

La touche  permet la même action de façon plus rapide.

Le nom des traces masquées apparaît rayé sur les onglets, afin de mieux percevoir si une trace en premier plan (activée) est visible ou pas.

I.2.12.13 Centrage de la trace active

Le bouton  permet de centrer l'affichage sur la trace active sélectionnée.

Cela permet de recentrer par exemple lorsque l'on a déplacé la carte, et aussi de centrer sur la trace active lorsqu'on ouvre plusieurs traces (situation pour laquelle, **GpxSwK** affiche la carte à un niveau de zoom permettant d'inclure toutes les traces ouvertes simultanément).

I.2.12.14 Aspects de la trace

Cet outil permet de modifier l'aspect de la trace affichée (*image I.2.65*) :

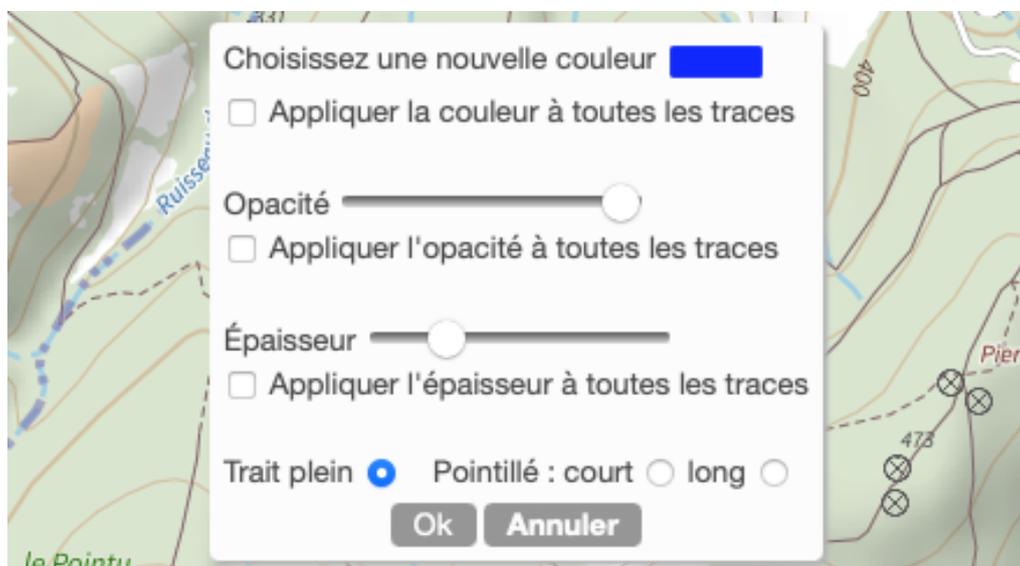


Image I.2.65 – **GpxSwk** : réglages de l'aspect de la trace

On peut y paramétrer :

- la couleur;
- l'opacité (la transparence);
- l'épaisseur du trait;
- le style du trait (plein ou pointillé).

et pour chacun de ces réglages, on indique avec une coche disponible si celui-ci doit s'appliquer à la trace en cours (décoché) ou à toutes les traces (coché).



Image I.2.66 – **GpxSwk** : styles différents du tracé de la trace

Il est parfois utile de pouvoir rapidement changer la couleur d'une trace, pour mieux la distinguer selon le fond de carte utilisé. Cela peut être fait en appuyant la touche **F7** : à chaque appui, une nouvelle couleur est proposée cycliquement, parmi une palette de onze. L'appui sur la combinaison de touches **Maj + F7** change le style du trait.

Le style du trait n'est pas conservé lors de la sauvegarde du fichier GPX, c'est une fonctionnalité destinée à faciliter le travail en cours pour éventuellement mieux distinguer une trace d'une autre lorsqu'elles sont très voisines.

I.2.12.15 Structure du fichier de trace

Cet outil permet de visualiser la structure du fichier de trace, et éventuellement de modifier celle-ci (*image I.2.67*).

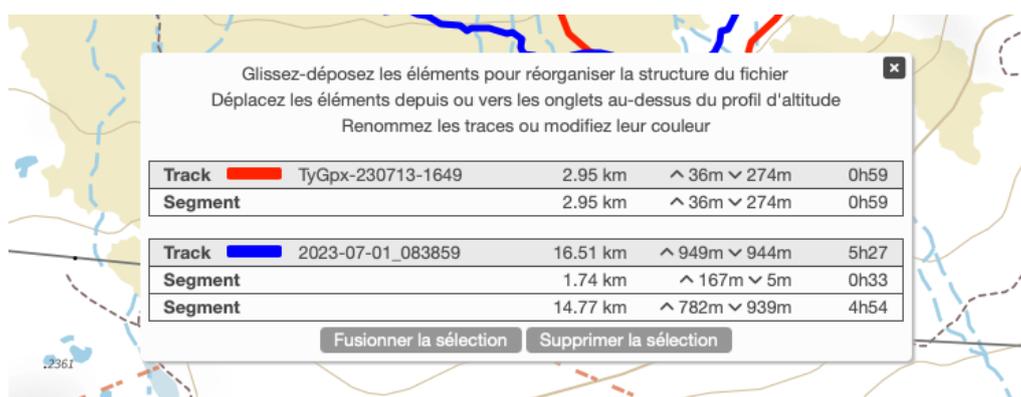


Image I.2.67 – **GpxSwK** : organiser le fichier de trace

On peut avec cet outil réorganiser complètement le contenu du fichier trace :

- changer la couleur d'une trace (clic-double sur la fenêtre colorée);
- changer le nom (interne) de la trace (clic-double sur le nom);
- déplacer des segments d'une trace à l'autre;
- déplacer une trace ou un segment vers la barre d'onglet du panneau inférieur (cela revient à l'outil d'extraction de traces/segments);
- fusionner des sélections.

I.2.12.16 Outils divers



La suite de cette section et les outils décrits traitent de notions (métadonnées, code source du fichier GPX, ...) qui sont techniques. La lecture de cette partie n'est pas indispensable à l'usage courant de **GpxSwK**, sauf à vouloir en savoir plus sur les notions internes et contenus des fichiers GPX.

Ce bouton donne accès à des outils divers, d'affichage de données ou traitements particuliers (*image I.2.68*).

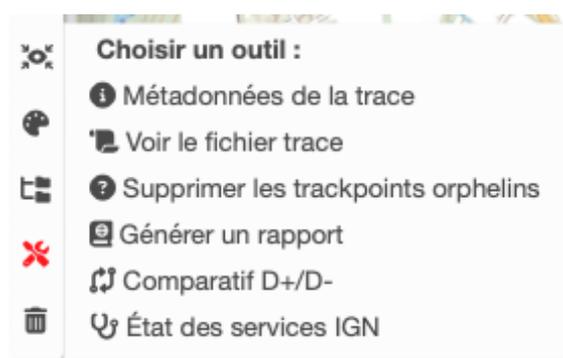


Image I.2.68 – **GpxSwK** : outils divers

Dans la version courante décrite dans ce manuel, ces outils sont :

- **Métadonnées de la trace** : affiche une fenêtre (*image I.2.69*) comportant les métadonnées principales gérées par **GpxSwK**. La colonne « *Importées* » contient celles présentes dans le fichier GPX à son ouverture. La colonne « *Exportées* » affiche celles qui seront écrites dans le fichier GPX à sauvegarder. La colonne « *Balises* » donne les noms de ces métadonnées, en conservant un vocabulaire en anglais afin d'être mieux en rapport avec le nom interne de la balise;

Balises	Importées	Exportées
Creator :	Createur du fichier	GpxSwK (https://gpx.tybern.fr)
Name :	Nom de la trace GPX	metadata-test
Description :	Description de la trace	<input type="text"/>
Author name :	Nom de l'auteur	Bernard Perrot
Author mail :	adresse.auteur@hebergeur.fr	bernard.perrot@tybern.fr
Author link :	https://lien.delauteur.com	http://rando.tybern.fr
Copyright author :	auteur du copyright	Creative Commons
Copyright license :	https://licence.applicable.com	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Link :	https://lien.dugpx.com	<input type="text"/>
Time :	2023-06-01T07:30:04.000Z	(automatique à l'export)
Keywords :	mot-clé-1,mot-clé-deux	<input type="text"/>
Bounds :	45.35977,7.08332,45.381785,7.12865	45.365221,7.110447,45.365835,7.112089

Image I.2.69 – **GpxSwK** : médadonnées du fichier trace

La plupart des balises sont optionnelles et souvent absentes : elles sont alors affichées « (...) ».

Si des données présentes dans le fichier GPX n'apparaissent pas dans ce tableau, c'est probablement que ce fichier GPX n'est pas « conforme ». En effet, la syntaxe d'un fichier GPX est stricte, mais il arrive que certains logiciels ou matériels ne se conforment pas parfaitement à celle-ci. Le lecteur intéressé par plus de détails se reportera au site consacré à la description du standard GPX 1.1 : <https://www.topografix.com/gpx.asp>^{vi}.

L'utilisateur de **GpxSwK** doit être particulièrement attentif et respectueux du *copyright* et de la licence si ceux-ci sont présents.

vi. <https://www.topografix.com/gpx.asp>

Voici le code source correspondant aux métadonnées du tableau ci-dessus, afin que le lecteur fasse le lien avec les balises GPX (*image I.2.70*) :

```

1 |<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 |<gpx xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns="http://
- www.topografix.com/GPX/1/1" xsi:schemaLocation="http://www.topografix.com/GPX/1/1
- http://www.topografix.com/GPX/1/1/gpx.xsd" version="1.1" creator="Créateur du
- fichier">
3 |<metadata>
4 |  <name>Nom de la trace GPX</name>
5 |  <desc>Description de la trace</desc>
6 |  <author>
7 |    <name>Nom de l'auteur</name>
8 |    <email id="adresse.auteur" domain="hebergeur.fr"></email>
9 |    <link href="https://lien.delauteur.com"></link>
10 |  </author>
11 |  <copyright author="auteur du copyright">
12 |    <license>https://licence.applicable.com</license>
13 |  </copyright>
14 |  <link href="https://lien.dugpx.com"></link>
15 |  <keywords>mot-clé-1,mot-clé-deux</keywords>
16 |  <bounds minlat="45.35977" minlon="7.08332" maxlat="45.381785" maxlon="7.12865"/>
17 |</metadata>

```

Image I.2.70 – **GpxSwK** : métadonnées : code source

Les balises de métadonnées lues par **GpxSwK** sont :

- `<gpx... creator=...>` : nom ou URL du logiciel qui a créé le fichier (obligatoire);
- `<metadata> <name>` : nom du fichier GPX;
- `<metadata> <desc>` : description du contenu du fichier GPX;
- `<metadata> <author> <name>` : nom de l'auteur (ou organisation);
- `<metadata> <author> <email>` : adresse mail de l'auteur;
- `<metadata> <author> <link>` : lien (URL) concernant l'auteur;
- `<metadata> <copyright...>` : détenteur du copyright (obligatoire si balise présente);
- `<metadata> <copyright> <license>` : lien (URL) vers le texte du copyright;
- `<metadata> <link...>` : un (ou plusieurs) lien (URL) en rapport avec le lieu traité dans le fichier GPX;
- `<metadata> <keywords>` : mots clés caractérisant le fichier GPX (thème, lieu, ...);
- `<metadata> <bounds...>` : coordonnées de la zone contenant la trace ou les waypoints du fichier.

Métadonnées exportées :

Cette colonne indique quelles sont les métadonnées qui seront écrites dans le fichier GPX quand il sera sauvegardé.

Certaines sont implicites (*creator, name, time, bounds*), celles concernant l'auteur et le copyright proviennent du paramétrage de ces données (voir la section « paramètres »), et trois d'entre elles sont modifiables par l'utilisateur : *Description, Link* (lien Internet en rapport avec la trace) et *Keywords* (mots clés caractérisant la trace). Il suffit d'indiquer leurs valeurs dans la fenêtre

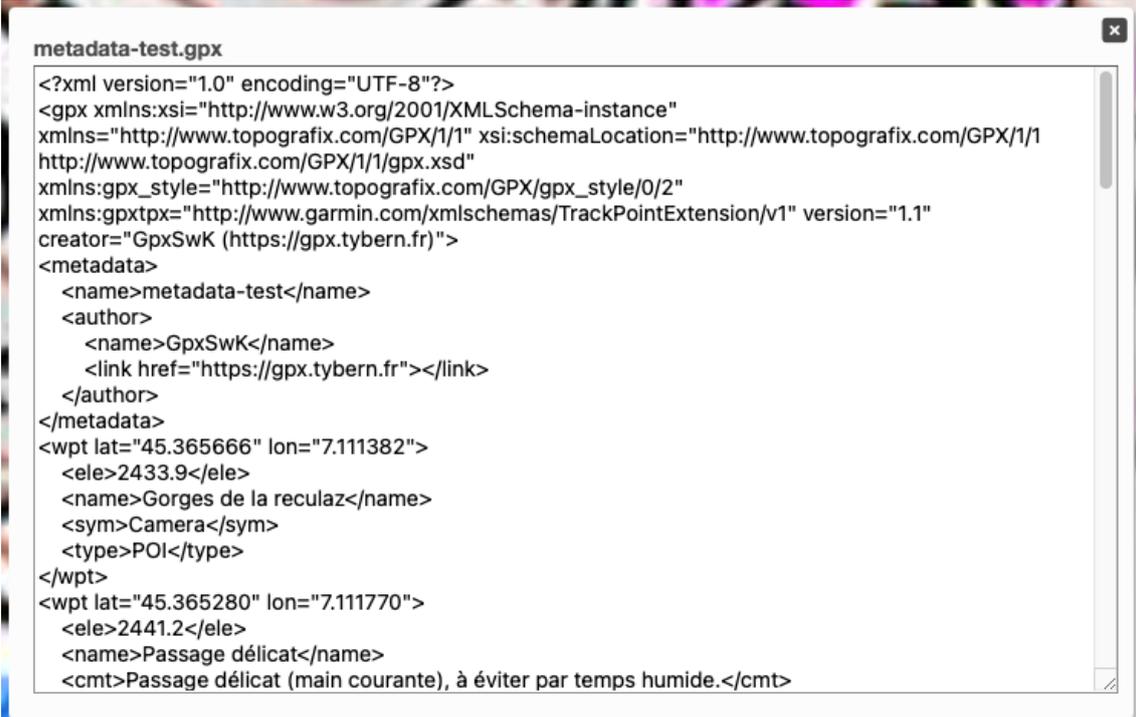
textuelle de la colonne, et cliquer « Enregistrer » pour que celles-ci soient affectées à la trace.

Au moment de la sauvegarde (exportation) de la trace dans un fichier GPX, la fenêtre d'export demande si on veut écrire les données concernant l'auteur et le copyright paramétrés : il faut être très prudent avec cette option. En effet, si la trace d'origine (une trace importée) comporte déjà des informations concernant son auteur et avec une mention copyright, il ne faut pas violer les conditions indiquées dans ce copyright importé.

Les données implicites seront forcément exportées, et les celles spécifiées par l'utilisateur seront exportées en remplacement de celles importées.

À savoir cependant que contrairement à **GpxSwK** qui est rigoureux concernant les métadonnées, la plupart des logiciels qui traitent ces fichiers n'en tiennent pas compte (ne les lisent même pas, ou les effacent), quitte à violer le copyright. C'est le cas à ma connaissance de tous les sites commerciaux (ou pas) qui proposent de stocker et diffuser des traces GPX. La responsabilité incombe donc à celui qui fait usage, importe, diffuse, une trace GPX importée. Cet outil d'affichage des métadonnées permet, après importation, de vérifier les conditions d'usage du fichier lu afin que l'utilisateur puisse en tenir compte.

- **Voir le fichier trace** : affiche une fenêtre (*image I.2.71*) contenant le code source du fichier GPX tel qu'il est stocké en interne par **GpxSwK**, et tel qu'il sera sauvegardé.



```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<gpx xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns="http://www.topografix.com/GPX/1/1" xsi:schemaLocation="http://www.topografix.com/GPX/1/1
http://www.topografix.com/GPX/1/1/gpx.xsd"
xmlns:gpx_style="http://www.topografix.com/GPX/gpx_style/0/2"
xmlns:gpxtpx="http://www.garmin.com/xmlschemas/TrackPointExtension/v1" version="1.1"
creator="GpxSwK (https://gpx.tybern.fr)">
<metadata>
  <name>metadata-test</name>
  <author>
    <name>GpxSwK</name>
    <link href="https://gpx.tybern.fr"></link>
  </author>
</metadata>
<wpt lat="45.365666" lon="7.111382">
  <ele>2433.9</ele>
  <name>Gorges de la reculaz</name>
  <sym>Camera</sym>
  <type>POI</type>
</wpt>
<wpt lat="45.365280" lon="7.111770">
  <ele>2441.2</ele>
  <name>Passage délicat</name>
  <cmt>Passage délicat (main courante), à éviter par temps humide.</cmt>
```

Image I.2.71 – **GpxSwK** : code source du fichier GPX

- **Supprimer les trackpoints orphelins** : cet outil permet de supprimer les trackpoints « orphelins », c'est à dire ceux qui après par exemple une opération de remodelage ne se trouvent plus associés formellement à un point de la trace. Ils sont symbolisés avec une icône . Ce sujet est traité plus en détails dans la section traitant des roadbooks.
- **Générer un rapport** : génération d'un rapport destiné à être imprimé, selon différents styles selon l'usage. Cet outil est en phase de développement et n'est pas plus détaillé à ce stade.
- **Comparatif D+ / D-** : outil de comparaison d'algorithmes destinés à calculer les dénivelés positifs et négatifs. Cet outil est développé en détail dans l'annexe A (*À propos des dénivelés*).
- **État des services IGN** : ouvre un onglet dans le navigateur vers la page Internet affichant l'état de disponibilités des services en ligne de l'IGN. Utile à consulter si on constate un dysfonctionnement d'affichage, de calcul altimétrique, ...

D'autres outils seront ajoutés dans les versions futures (en particulier, graphes divers).

I.2.12.17 Supprimer les traces

Ce bouton permet de supprimer la trace sélectionnée (une fenêtre de confirmation est affichée).

Si l'onglet  est sélectionné, toutes les traces sont concernées et peuvent être supprimées ainsi après confirmation.

I.2.12.18 Exporter (Enregistrer)

Pour enregistrer la ou les traces en cours, il faut cliquer sur le bouton « Exporter » du menu supérieur. La fenêtre suivante s'ouvre (*image I.2.72*), offrant plusieurs choix concernant les données à exporter dans la ou les traces :

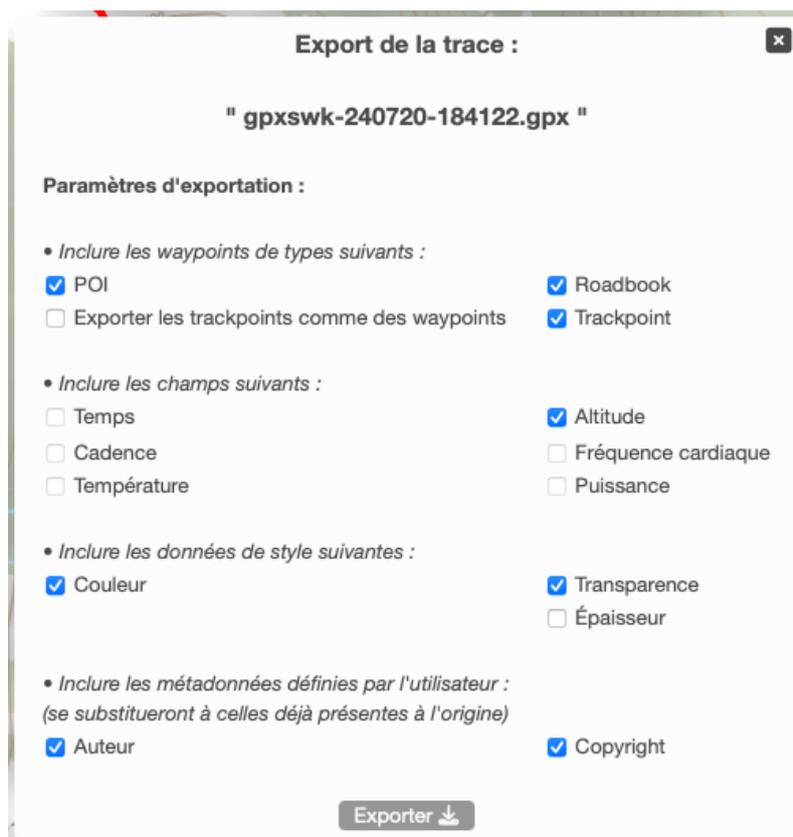


Image I.2.72 – **GpxSwk** : enregistrement de la trace

Les choix qui sont proposés :

- *Inclure les waypoints de type suivants* : permet d'exclure les waypoints de type *POI*, *Roadbook* ou *Trackpoints* si besoin est (pour compatibilité avec certains dispositifs par exemple).
Ces options sont toutes cochées par défaut;
Exporter les trackpoints comme des waypoints : cette option est discutée dans la section concernant les roadbooks plus loin dans ce manuel.
- *Inclure des champs suivants* : pour indiquer quels sont les champs de données qui doivent être inclus dans l'enregistrement.
Les champs existants dans la trace sont cochés par défaut.
- *Inclure les données de style suivantes* : pour indiquer si l'on exporte les indications de couleur, épaisseur et transparence de la trace. La valeur de l'épaisseur n'est pas cochée par défaut, car pour exporter vers un autre logiciel ou dispositif, cette valeur est sujette à affichage différent (c'est une valeur théoriquement en millimètres, avec un résultat très différent entre un smartphone et un écran d'ordinateur par exemple).
Par ailleurs, à savoir que ces données de style n'existent que si on a utilisé l'outil  pour paramétrer explicitement ces données.
- *Inclure les métadonnées définies par l'utilisateur* : pour écrire les informations concernant l'auteur et/ou de copyright dans le fichier GPX. Si cette option (l'une ou les deux) est coché, et si des métadonnées d'auteur ou copyright étaient déjà présentes dans un GPX importé, celles paramétrées les rem-

placeront. Il est donc indispensable de veiller à respecter les conditions de propriété et copyright précédemment attachée au fichier.

Une fois les choix effectués, cliquer sur le bouton « *Exporter* » pour enregistrer la ou les traces sur votre ordinateur. Les noms et répertoires proposés peuvent être changés à ce moment, selon la fenêtre d'enregistrement et la configuration du système d'exploitation et de votre navigateur.

Si l'onglet « *Total* » est actif, toutes les traces sont exportées.

Sinon, seule la trace active (son nom est indiquée dans la fenêtre) est exportée.

I.2.13 Waypoints et carnets de route (roadbooks)

I.2.13.1 Problématique de la gestion des roadbooks

Les « carnets de route » (roadbook) permettent de baliser un tracé avec des indications diverses, par exemple des indications concernant la nature du terrain, quand et où changer de direction, etc.

Cette fonctionnalité est très utilisée par certains pratiquants, par exemple les vététistes. La gestion des roadbooks est très diversement implémentée par les logiciels, car il n'existe aucune convention, même d'usage, sur comment utiliser les fichiers GPX pour le faire¹⁸.



Les constructeurs de matériels GPS et leurs logiciels, tels que ceux utilisés en cyclisme ou running par exemple, utilisent d'autres formats pour décrire les roadbooks : le format TCX (*Training Tracer XML*, basé lui aussi sur XML, mais différent de GPX) a été initié par *Garmin*. Le format FIT (format binaire, non lisible sans application dédiée) est actuellement très utilisé (*Garmin*, *Suunto*, ...).

Les personnes qui souhaitent une gestion complète et fine des roadbooks ont avantage à se tourner vers un matériel utilisant ces formats de fichier, et utiliser en complément le logiciel dédié du fabricant.

Le comportement général est qu'avec un matériel utilisant ces formats spécialisés, on va pouvoir utiliser des directives qui seront réactives^a, alors qu'avec un fichier GPX, on ne pourra qu'afficher des indications non réactives.

La description et la gestion de ces formats de fichier est hors sujet dans ce manuel.

a. qui réagiront au comportement de l'utilisateur

En premier lieu, il n'y a pas de « règle » concernant les attributs d'un point de passage. Ceux-ci sont en général parmi :

- un nom (balise <name> dans le fichier GPX);
- une description (balise <desc>);
- un commentaire (balise <cmt>), en général plus détaillé que la description;

18. étant entendu que c'est une fonctionnalité qui n'est pas prévue par la normalisation GPX, et que les implémentations « détournent » des attributs pour le faire.

- un symbole (balise `<sym>`);
et plus rarement :
- un lien (vers une photo par exemple) (balise `<link>`);

mais ils sont utilisés très diversement : certains mettent le nom dans la description, certains ne donnent pas de symbole, d'autres considèrent le nom du symbole comme le nom du point.

En général, le symbole est tout « simplement » le nom du fichier image utilisé par l'application, et ce nommage n'est absolument pas commun entre les applications.

Ces attributs peuvent être associés à des point de trace (balise `<trkpt>`), ou bien à des waypoints (balise `<wpt>`).

GpxSwK permet de gérer les cinq attributs mentionnés ci-dessus et un sixième indiquant la nature du waypoint, à savoir « point d'intérêt » (« POI »), « point de passage » (« Roadbook ») ou un point de trace (« Trackpoint »), et ce, à l'aide de la balise `<type>` dans le fichier GPX.

I.2.13.2 Les roadbooks dans GpxSwK

Dans **GpxSwK**, les indications de passages sont un type particulier de waypoint (types « Roadbook » ou « Trackpoint », les points d'intérêt étant de type « POI »). Ils sont enregistrés comme des waypoints (« Roadbook ») ou comme des attributs de points de trace (« Trackpoint »). Ce qui les différencie est l'usage d'une icône différente (*image I.2.73*) :

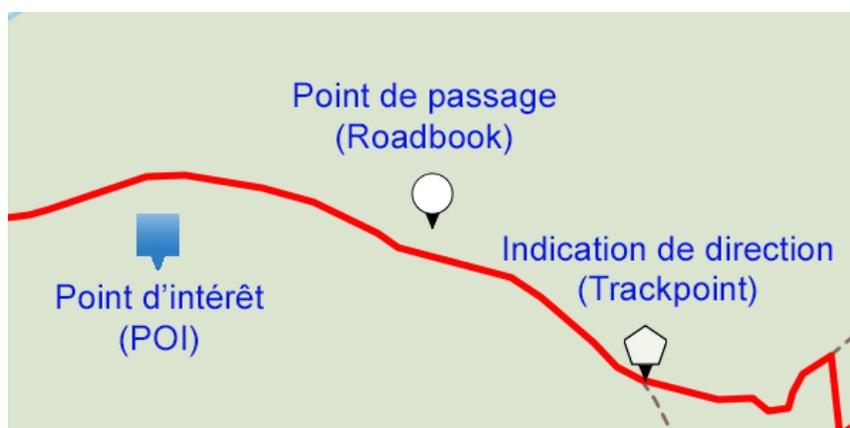


Image I.2.73 – **GpxSwK** : les trois représentations des waypoints

Les waypoints de type « POI » ou « Roadbook » peuvent être placés n'importe où (bien qu'il soit logique que ceux de type « Roadbook » aient vocation à être à proximité de la trace).

Les waypoints de type « Trackpoint » sont obligatoirement situés sur la trace. Cela signifie que lorsqu'on les crée, ils seront automatiquement « collés » à la trace sans que l'on puisse les en détacher. On peut les déplacer, mais ils se collent automatiquement à la trace au lieu le plus proche (distance minimale).

Ces « Trackpoints » peuvent être créés manuellement comme les autres types de waypoints, mais peuvent aussi être créés automatiquement avec des indications de direction explicites lorsque l'on crée ou édite la trace. Pour cela, il faut cocher

l'option « *Générer les indications de navigation* » dans la fenêtre de paramètres d'édition (cette option ne fonctionne pas avec le routage BRouter).

Voici un exemple de Trackpoints générés automatiquement ((image I.2.74)) :



Image I.2.74 – **GpxSwK** : Trackpoints générés automatiquement

Lorsque l'on procède à une modification de la trace (remodelage, suppression de portion, ...), il se peut que des Trackpoints ne puissent plus être associés au tracé. Les repositionner au plus près serait un non sens, car s'ils contiennent des indications de directions, elles ne sont plus pertinentes. **GpxSwK** ne les supprime pas automatiquement pour autant, laissant à l'utilisateur le choix de les requalifier et les repositionner, ou bien de les supprimer s'ils sont devenus inutiles.

À noter également que si on divise la trace (division, rognage), cela génère de nombreux Trackpoints orphelins dans chacune des nouvelles portions qu'il faudra traiter pour chacune de ces portions.

Voici un exemple d'affichage avec des Trackpoints devenus « orphelins » ((image I.2.75)) :

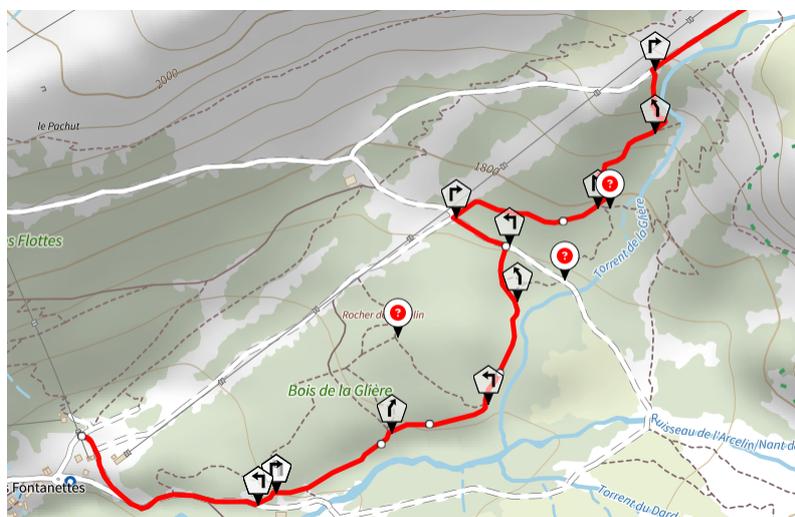


Image I.2.75 – **GpxSwK** : Trackpoints orphelins

Ces Trackpoints « orphelins » sont symbolisés avec une icône ?.

On peut les supprimer individuellement, via la fenêtre popup du waypoint, soit tous en même temps à l'aide de l'outil « *Supprimer les trackpoints orphelins* ».



Il faut prendre garde à ne pas créer les points intermédiaires sur des intersections de voies lorsqu'on trace un parcours avec routage : cela constitue une ambiguïté pour le moteur de routage à propos de la direction à prendre. Il est préférable de déposer ces points entre les intersections ou bifurcations.

Indications directionnelles gérées par le routeur :

Les indications directionnelles gérées par le routeur automatique sont ((*image I.2.76*)) :

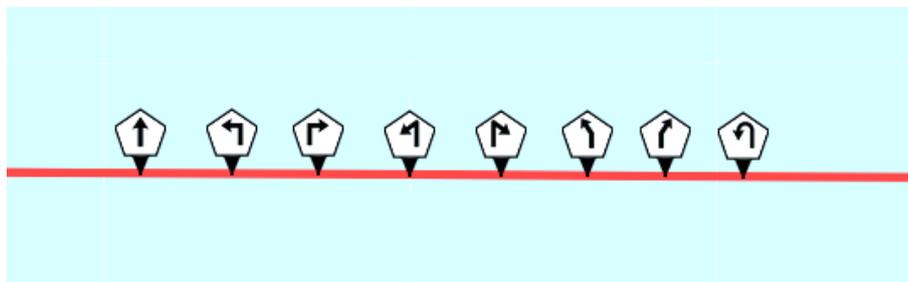


Image I.2.76 – **GpxSwK** : indications de directions automatisées

- Continuer tout droit;
- Tourner à gauche;
- Tourner à droite;
- Tourner franchement à gauche;
- Tourner franchement à droite;
- Tourner légèrement à gauche;
- Tourner légèrement à droite;
- Demi-tour.

Export des Trackpoints :

Quand on exporte la trace contenant des Trackpoints, ceux-ci sont inscrits en tant que points du parcours (<trkpt>...</trkpt>). Cependant, tous les logiciels ou appareils ne savent pas interpréter les indications de direction de cette façon, mais uniquement si ce sont des waypoints (<wpt>...</wpt>). Il est possible, via l'option « Exporter les trackpoints comme des waypoints » de les enregistrer comme des waypoints. Procéder d'une façon ou l'autre demande de tester avec son logiciel ou son enregistreur GNSS pour voir quelle méthode fonctionne le mieux.

Efficacité de la génération automatique des indications de direction :

Cette génération automatique dépend totalement des indications retournées par le moteur de routage OSRM utilisé par l'IGN. Ces indications sont pertinentes en général quand elles existent, mais il y a des cas où il n'y a pas d'indication (donc pas de Trackpoint généré) à l'emplacement d'une bifurcation ou d'un embranchement. Ce défaut est plus fréquent en agglomération qu'en dehors. Cela vient du fait que le moteur OSRM fournit des informations quand les noms de voies changent. Par exemple, à une bifurcation, si la trace suit la voie qui conserve le même nom, il n'y aura pas d'indication générée. Ce n'est pas un bug de **GpxSwK**, c'est une conséquence (défaut?) de l'implémentation du routage IGN dans le moteur OSRM. Il reste possible d'ajouter ensuite manuellement les indications manifestement manquantes.



Positionnement précis des Trackpoints :

Il est possible, par exemple le long d'une ligne droite, qu'il n'existe pas de point de trace à l'endroit précis où on souhaite ancrer un Trackpoint (et de

ce fait, il se cale automatiquement d'un coté ou de l'autre). Il est possible alors en mode édition de trace de « marquer » l'endroit précis souhaité (clic-droit -> *Marquer le point*), et alors amener le Trackpoint sur ce nouveau point intermédiaire créé.

I.2.13.3 Les symboles

Les symboles sont proposés via une liste déroulante avec un libellé significatif, ou à l'aide d'un sélecteur graphique (voir I.2.12.7). Ceux-ci sont préfixés « (TN) » s'ils sont compatibles avec les applications et GPS *TwoNav*, et « (GM) » s'ils sont compatibles avec les applications et GPS *Garmin*¹⁹.

I.2.13.4 Compatibilités

GpxSwk tente d'être compatible « au mieux » avec différents paradigmes de gestion des roadbooks utilisant les fichiers GPX :

I.2.13.4.1 Twonav (Land et GPS)

GpxSwk lit les roadbooks au format utilisé par *TwoNav*, aussi bien avec les fichiers GPX que TRK. Seuls les descriptions et symboles sont lus. Les associations (sons, compléments, ..., ne peuvent pas être gérés, et sont donc ignorés).

GpxSwk enregistre les roadbooks de telle façon que les dispositifs *TwoNav* soient capables de les interpréter.

Le mieux est d'utiliser des Trackpoints, dont le fonctionnement est exactement celui attendu par les logiciels et matériels *Twonav*. C'est la méthode de travail recommandée pour les dispositifs *Twonav*.

À défaut, s'ils sont enregistrés comme waypoints, les logiciels *Twonav* interprètent tous les waypoints comme des points de passage, et s'ils sont éloignés de la trace, ils sont intégrés à celle-ci « au plus près ». Il faut donc veiller à les positionner correctement soi-même le plus exactement possible, et faire attention que si l'on a ajouté des points d'intérêt, ils seront aussi interprétés comme des points de passage par *TwoNav*. Pour éviter la confusion, deux possibilités sont offertes : ne pas utiliser de points d'intérêt si la cible est un logiciel ou dispositif *TwoNav*, ou bien, au moment d'enregistrer la trace, décocher la case indiquant l'intégration des POI (et penser à faire une seconde sauvegarde les conservant pour ne pas les perdre).

Les symboles préfixés « (TN) » sont identiques à ceux des logiciels *TwoNav*, et sont interprétés directement. Il peut y avoir quelques « ratés », dus en général à des bugs d'écriture des fichiers trace côté *TwoNav* (et donc **GpxSwk** n'y peut rien...). Les symboles *Garmin* sont normalement affichés si Land ou le GPS sont correctement configurés, mais comme des points de passage, pas des waypoints détachés.

S'il est présent, le champ *description* est affiché à côté du waypoint.

S'il est présent, le champ *commentaire* est affiché à côté du waypoint et se substitue au champ *description* si les deux existent dans le fichier GPX.

¹⁹ les GPS Garmin ne gèrent pas les roadbooks dans les fichiers GPX, ces symboles sont donc plutôt destinés à être utilisés avec les points d'intérêt POI.

I.2.13.4.2 Garmin (Basecamp et GPS)

Les symboles utilisés par **GpxSwK**, préfixés « (GM) » sont compatibles en termes de représentation avec le nommage utilisé par *Garmin*.

D'autres logiciels utilisent le nommage de *Garmin* pour leurs icônes, et **GpxSwK** est donc de fait compatible avec ceux-ci si par ailleurs ces logiciels savent lire les points d'intérêt tel que **GpxSwK** les enregistre.

I.2.13.4.3 Locus Map

Lorsqu'on importe un fichier GPX dans *Locus Map*, il faut prendre garde à indiquer « *Fusionner les points avec le parcours* » dans la fenêtre d'importation à la rubrique « *Points* » (normalement, l'option est cochée par défaut).

Tous les waypoints créés par **GpxSwK** sont correctement intégrés par *Locus Map*.

Les symboles *Garmin* (GM) sont normalement compris et correctement affichés avec *Locus Map*. Les symboles *TwoNav* ne sont pas compris, et restent affichés sous forme d'un petit carré.

En cliquant sur l'icône, il est possible (« *Détails* ») de voir les attributs (description, commentaire, ...) du waypoint.

Locus Map ne gérant pas les roadbooks, il est préférable de n'utiliser que des symboles *Garmin* si l'on veut utiliser **GpxSwK** en association avec *Locus Map*.

I.2.13.4.4 FFRandonnée

Avertissement

Les fichiers GPX qui proviennent des applications de la *Fédération Française de Randonnée Pédestre* (FFRP) constituent une propriété intellectuelle de cette association au sens du Droit.

En conformité avec les *Conditions Générale d'Utilisations* (CGU) des productions de la FFRP, ces fichiers ne peuvent pas être utilisés, et en particulier modifiés, sans un accord entre l'utilisateur de **GpxSwK** et la FFRP.

En conséquence, l'utilisateur de **GpxSwK** est particulièrement averti qu'il doit disposer des autorisations nécessaires avant de traiter un fichier GPX propriété de la FFRP.

GpxSwK et son créateur ne pourraient nullement être tenus responsables d'un usage inapproprié en violation des CGU de la FFRP.

I.2.14 Mémoire d'état, collections, géosignets et paramètres

GpxSwK utilise une fonctionnalité des navigateurs Internet destinées à conserver des données entre deux sessions de travail : la « *mémoire locale* », ou « *localStorage* » dans la terminologie des navigateurs.

Dans la pratique, il s'agit d'un petit fichier qui est écrit sur le disque dur dans une zone de travail réservée au navigateur utilisé. Les données de cette mémoire

locale sont liée au site qui les a créé, et n'est pas accessible à un autre site. En conséquence, contrairement aux « cookies », cela ne permet pas la récupération de données par d'autres applications.

Cette mémoire locale du navigateur a quelques inconvénients. Elle peut être corrompue, par exemple lors d'un plantage du navigateur, et alors, elle est le plus souvent perdue et son contenu avec. Comme elle est attachée au navigateur utilisé, si on change de navigateur, et a fortiori si on change de machine, on ne récupère pas son contenu même en utilisant la même application puisqu'elle est locale au navigateur.

La capacité de cette mémoire locale est également limitée. En ce qui concerne **GpxSwK** elle permet cependant de contenir des traces pour un total d'au moins 200.000 points, ce qui est très confortable (ce chiffre peut cependant varier de façon notable en fonction du navigateur, de son usage, et des autres sites visités).

Pour contrer ces inconvénients, **GpxSwK** propose des mécanismes complémentaires.

I.2.14.1 Sauvegarde des paramètres

Le menu « Paramètres » offre la possibilité de sauvegarder le contenu de la mémoire d'état dans un fichier sur le disque de l'utilisateur. Ce fichier n'est pas unique, on peut en créer autant que nécessaire, pour des configurations différentes au besoin. La restauration d'un fichier « paramètres » passe par le même menu.

I.2.14.2 Sauvegarde des géosignets

Le menu « Paramètres » permet de sauvegarder la liste des géosignets en cours. Il est ainsi possible d'alterner plusieurs listes en fonction du travail en cours, ou bien les récupérer dans un autre navigateur ou sur un autre poste de travail.

I.2.14.3 Collections de traces

Une collection de traces est un fichier spécifique à **GpxSwK** qui contient plusieurs traces GPX. Il ne peut être relu que par **GpxSwK**. Il est ainsi possible de rapidement alterner les tâches sur plusieurs traces facilement. Cela permet également le transfert d'un travail en cours d'un poste de travail à un autre. L'écriture et la lecture de ces collections passe par le bouton « Collections » du menu supérieur.

I.2.14.4 Fichiers paramètres, géosignets et collections

Les fichiers créés pour enregistrer les paramètres, les géosignets ou les collections ont un nom proposé par défaut, mais l'utilisateur peut en choisir un autre au moment de la sauvegarde. Il y a cependant deux précautions importantes à respecter : il est obligatoire de conserver l'extension « .tygpx » au nom de fichier pour qu'il soit reconnu lors de la restauration, et ce fichier ne doit en aucun cas être modifié par l'utilisateur, ce qui le rendrait inutilisable en relecture par **GpxSwK**. Une somme de contrôle (*checksum*) intégrée certifie la qualité du fichier restauré avant lecture.

I.2.15 Impression (capture d'écran)

Le bouton  (en haut à gauche) permet de réaliser une capture de l'écran. Cette capture comporte la carte avec tout son contenu, ainsi que le bandeau inférieur (statistiques et graphique), et est débarrassée des menus et boutons. Le fichier est enregistré au format image PNG.



Afin d'obtenir une image de bonne qualité, il est préférable d'effectuer la capture d'écran à un niveau de zoom « entier » et non pas fractionnaire si c'est possible.



Afin d'obtenir une image de résolution maximale, il est conseillé de se mettre en mode « plein écran » avant la capture.



Il arrive lorsqu'il y a des marqueurs de waypoints que certaines icônes internes ne soient pas présentes dans la capture : dans ce cas, il suffit la plupart du temps de recommencer...

À noter également que s'il y a une photo dans un waypoint, celle-ci n'est pas capturée et son cadre reste blanc.



Il est possible que certains navigateurs Internet ne gèrent pas correctement cette fonction selon qu'ils implémentent la normalisation avec plus ou moins de rigueur (en particulier les navigateurs « trop » anciens).



Si vous étiez en mode « plein écran » avant de lancer la capture d'écran (c'était bien, l'image sera alors plus grande!), vous devrez retourner en mode d'affichage normal après avoir enregistré l'image. C'est le comportement normal du navigateur, il suffit de re cliquer le bouton  pour revenir au mode « plein écran ».

I.2.16 En cas d'incidents

« Spinner » persistant :

Il se peut, en général à la suite d'une difficulté à télécharger une carte ou des données d'altitudes, que persiste à l'écran une roue animée de ce type (en temps normal, elle indique qu'une opération plus ou moins longue est en cours) :



Il suffit alors d'appuyer sur la touche d'échappement  pour l'effacer.

Trace(s) fantôme(s) :

Il se peut qu'au lancement de l'application, aucune trace mémorisée ne s'affiche, mais que le bouton  reste affiché en gras, comme si des traces étaient en cours bien qu'aucune ne figure à droite de l'onglet  (image I.2.77) :



Image I.2.77 – « Poubelle » active sans trace en cours ou affichée au démarrage

Cette situation est a priori la conséquence malheureuse d'un bug dans **GpxSwk**. Il faut alors cliquer le bouton , accepter de supprimer toutes les traces en cours (bien qu'aucune n'existe!), et par prudence, recharger l'application (recharger la page dans le navigateur).

En complément, contactez l'auteur de l'application pour lui signaler le problème, en y joignant si possible le dernier fichier GPX susceptible d'avoir provoqué ce bug, ou bien la description du dysfonctionnement constaté si constat il y a eu.

Si le problème persiste malgré tout, il faut alors cliquer l'onglet « Paramètres » sur la barre de menu supérieure, puis choisir l'option « Effacer la mémoire d'état » pour réinitialiser toute la mémoire de stockage et pas seulement celle des traces ouvertes.

I.2.17 Raccourcis clavier

Actions (les plus courantes) accessibles à l'aide de raccourcis clavier :

Ctrl + **O** : importer un fichier GPX (ou TRK, ou NMEA);

Ctrl + **D** : créer une nouvelle trace;

Ctrl + **S** : exporter un ou des fichiers GPX;

Ctrl + **W** : enregistrer/restaurer des collections de traces;

Ctrl + **Z** : annuler (édition);

Ctrl + **Y** : refaire (édition);

Ctrl + **H** : masquer/afficher le profil altimétrique;

F1 : afficher le précédent fond de carte;

F2 : afficher/masquer la surcouche;

F3 : basculer entre routage et « vol d'oiseau »;

F4 : afficher les marqueurs de direction de la trace;

F5 : afficher des marqueurs kilométriques;

F6 : afficher des marqueurs de points de trace;

F7 : changer rapidement la couleur de la trace;

Maj + **F7** : changer rapidement le style (plein vs pointillé) de la trace;

F8 : masquer/afficher la trace en cours;

Maj + **F8** : masquer/afficher toutes les traces;

F9 : développer tous les waypoints en même temps;

Maj + **F9** : idem, mais en ordre inverse;

F12 : centrer sur la trace en cours;

Echap : quitter le menu ou l'action en cours;

Dbl-click : sur la carte, zoom avant d'un cran;

Maj + **Dbl-click** : sur la carte, zoom arrière d'un cran.

I.2.18 À propos de la cartographie OSM

La cartographie OSM (OpenStreetMap) est riche et précieuse. En particulier, elle comporte des sentiers qui ne figurent pas sur les cartes IGN (beaucoup nouvellement créés ou pratiqués et documentés par des VTTistes). Le routage *BRouter* utilise les voies contenues dans la base de données OSM. OSM est un projet collaboratif, un peu sur le modèle de *Wikipédia* et autres projets présents sur Internet.

Il souffre (à mon avis) d'un gros défaut : les contributions sont publiées, mises en ligne en temps réel, sans vérification, et les contributeurs n'ont semble-t-il majoritairement peu ou pas les connaissances « SIG »²⁰ préalables nécessaires à ce travail. En conséquence, et pour caricaturer, n'importe qui peut mettre n'importe quoi. Nombreuses sont les « voies » qui ont été tracées à partir d'enregistrements GPS imprécis, voire passant en dehors d'un véritable sentier (à travers champ par exemple). Certains « s'amuse » à y mettre des itinéraires qui n'ont rien de praticable à vélo ni à pied, tel que j'ai pu voir récemment : la « traversée des Grandes Jorasses » indiquée comme sentier générique²¹ (*highway=path*).

Les chemins, routes, sentiers, ..., doivent normalement être pourvus d'attributs tels que la nature de la voie, sa surface, la difficulté, la praticabilité, etc. Malheureusement beaucoup de contributeurs ne font pas le travail entièrement, et les passages ajoutés n'ont pas les attributs nécessaires. C'est la raison par exemple pour laquelle dans *GpxSwK* j'ai supprimé l'indication de surface, car elle est absente la plupart du temps.

Plus grave, sans attribut adéquat, le routage *BRouter* peut emprunter un passage marqué alors qu'il est d'une difficulté plus importante que l'activité donnée (voire sans aucun rapport), voire, il n'y a pas réellement de passage. Ainsi par exemple, en spécifiant une activité « vélo », il est possible de faire en deux clics une trace de *Termignon* au sommet de la *Dent Parrachée* (sommet de 3697m, pas vraiment cyclable...), ou bien la *Pointe Walker* des *Grandes Jorasses* par le versant sud au départ de *Planpincieux* en « vélo couché », tout cela parce qu'un individu a ajouté l'itinéraire de la partie alpine de la montée au sommet sans attributs suffisants indiquant la nature de ce tracé.

C'est pourquoi, j'engage l'utilisateur de *GpxSwK* à privilégier le routage IGN quand c'est possible, et à être toujours prudent avec le routage *BRouter*, c'est à dire vérifier par un autre moyen la véracité du tracé proposé.

Quand cela est possible (en dehors des passages forestiers couverts en particulier), la superposition du tracé avec une carte orthographique (vue aérienne ou satellite) est le meilleur moyen de voir s'il y a un sentier sous la trace.

20. SIG : Système d'Information Géographique

21. précisons pour les connaisseurs que c'est une course de haute-montagne, difficulté D (Difficile), avec passage technique en 5c...

I.3 - Mode embarqué

I.3.1 Intégration sur un site

Il est possible d'utiliser **GpxSwk** dans un mode particulier : le mode « embarqué ». Cela signifie qu'il est possible d'utiliser cette application pour afficher une fenêtre incluse sur un site Internet quelconque. Cette fenêtre est absolument similaire à celle décrite au chapitre précédent, mais elle est limitée en fonctionnalités. En particulier, c'est une fenêtre de visualisation seule, sans les fonctions d'édition, d'import-export, avec un moindre choix de fonds de cartes, etc. Elle est plus épurée, adaptée à être proposée avec une taille moindre pour être incluse dans une page existante, avec seulement quelques boutons et fonctions de base pouvant être très rapidement utilisés par des visiteurs du site non encore familiarisés avec **GpxSwk**.

Voici un exemple de démonstration ((*image I.3.1*)) :

Le site de Randonneurs qui marchent à pied

Ceci est un exemple de page avec une "iframe" qui embarque une carte GpxSwk...

Distance 23.81 km Dénivelé 516m / 517m
Vitesse 4.0 km/h Temps en mvt 5h57
de pts = 1088

... et la suite de la page.

Image I.3.1 – **GpxSwk** : page d'un site avec une fenêtre embarquée

I.3.2 Comment faire



La suite de ce chapitre est (forcément) technique, elle est destinée à des personnes qui administrent un site Internet, et qui possèdent un minimum de connaissances concernant la technique sous-jacente.

Pour pouvoir utiliser **GpxSwK** en mode embarqué, c'est-à-dire afficher des traces GPX sur un site Internet, il y a un certain nombre de conditions à remplir :

- il faut pouvoir insérer dans les pages du site des « cadres intégrés », appelés « *iframe* ». Si on utilise un logiciel de composition de site (en ligne ou hors ligne), il est possible que cette fonctionnalité soit prévue, sous une appellation qui appartient à ce logiciel. Si on a accès au code HTML proprement dit, ce cadre est ce qui est balisé avec le code `<iframe>...</iframe>`;
- la ou les traces à afficher doivent être elles mêmes déposées sur un site et accessibles directement grâce à une adresse Internet (une URL). Ce site n'a pas obligation à être le même que celui affichant le cadre;
- il ne faut pas que l'accès à ces traces soient bloqué par la politique « CORS ». Ce point est traité plus en détail ci-après (section I.3.2.3).

Pour appeler **GpxSwK**, il faudra composer une requête sous forme de l'URL d'accès à l'application, avec un certains nombre de paramètres. Cette URL sera la source (`src`) de l'`iframe`.

I.3.2.1 Codage de l'URL

La forme générale de l'URL est la suivante :

```
https://gpx.tybern.fr/gpxswk.html?state={"urls":["↵
↵https://mon-site.fr/ma-trace.gpx"]} &embed &↵
↵mapsource=ignplan
```

où les différents paramètres sont :

- **https://gpx.tybern.fr/gpxswk.html** : l'adresse de **GpxSwK** ;
- **state="urls" :["https://mon-site.fr/ma-trace.gpx"]** : le paramètre « state » contient l'URL de la trace à afficher. S'il y a plusieurs traces, elles sont séparées par des virgules. La syntaxe de ce paramètre, entre les « {} » est du JSON ;
- **embed** : indique que l'on fait une requête en mode embarqué (obligatoire) ;
- **indirect** : pour permettre le chargement malgré l'accès bloqué par la politique CORS ;
- **mapsource** : indique le fond de carte à utiliser (facultatif, si absent, ce sera le fond *IGN Plan* ;
- **direction** : indique qu'il faut afficher les flèches de direction de la trace (facultatif) ;
- **distance** : indique qu'il faut afficher les marqueurs de distance (facultatif) ;
- **altitude** : indique si le profil altimétrique doit être déplié par défaut ;
- **slope** : indique que la courbe doit afficher les indication de pentes (facultatif).

Le « ? » indique qu'il y a des paramètres, qui sont séparés par des « & » (il s'agit de la syntaxe normalisée pour une requête en mode GET).

Le paramètre « mapsource » peut prendre les valeurs suivantes :

- **ignplan** : fond de carte IGN Plan;
- **ignortho** : fond de carte IGN Satellite;
- **osm** : fond de carte OpenStreetMap;
- **otm** : fond de carte OpenTopoMap.

I.3.2.1.1 Syntaxe JSON

L'écriture du paramètre « state » doit utiliser la syntaxe JSON¹. Pour la cas précis, voici la forme développée de ce paramètre :

```
state=
{
  "urls":
  [
    "https://un-site.fr/une-trace.gpx",
    "https://autre-site/autre-trace.gpx"
  ]
}
```

Cet exemple comporte eux traces, issues de deux sites différents (ce n'est pas une obligation, mais c'est possible).

Le codage véritable doit bien entendu être écrit sur une seule ligne, sans espaces et non développé comme sur cet exemple destiné à expliquer la syntaxe hiérarchisée JSON.

I.3.2.1.2 Encodage de l'URL

L'URL comportant des caractères spéciaux (et en particulier d'autres URL's qu'il ne faut pas interpréter) qui ne sont pas autorisés dans une requête HTTP, il faut encoder l'URL afin de la rendre compatible. Cela consiste à remplacer les caractères interdits par un code tel que « %xy » où « xy » est le code hexadécimal ASCII du caractère à remplacer.

Les substitutions à réaliser ici sont :

```
{ => %7B
} => %7D
" => %22
: => %3A
/ => %2F
[ => %5B
] => %5D
(espace) => %20
```

1. JSON = JavaScript Object Notation

C'est un travail facile, mais sujet à erreurs. Pour se faciliter la tâche, il existe de très nombreux outils en ligne sur Internet qui proposent de faire cet encodage pour vous, et il est fort probable que si vous publiez votre site à l'aide d'un outil dédié, cet encodage sera effectué automatiquement.

Une fois cet encodage effectué, l'expression finale de l'URL sera de la forme :

```
https://gpx.tybern.fr/gpxswk.html?state=%7B%22urls%22:%5B%22https%3A%2F%2Fmon-site.fr%2Fma-trace.gpx%22%5D%7D&embed&mapsource=ignortho&distance&direction&slope
```

I.3.2.2 Codage de l'iframe

Si votre outil de composition de site Internet ne permet pas de créer une *iframe* directement grâce à une commande dédiée, mais qu'il est indispensable de fournir le code HTML complet, le code générique de l'*iframe* sera le suivant :

```
<iframe src="URL-décrit-ci-dessus"
width="80%"
height="500"
frameborder="0"
allowfullscreen>
</iframe>
```

où les paramètres sont :

- **src** : l'URL encodé tel qu'il a été décrit ci-dessus ;
- **width** = la large du cadre (ici, 80% de la largeur de la fenêtre du navigateur) ;
- **height** = la hauteur du cadre (ici, 500 pixels) ;
- **frameborder** : si « 1 », un liseré est dessiné autour du cadre ;
- **allowfullscreen** : pour autoriser l'affichage plein écran du cadre (si voulu).

Se reporter à la documentation HTML habituelle pour l'ensemble des paramètres possibles d'une *iframe*.

I.3.2.3 Difficultés « CORS »

Pour que **GpxSwk** puisse télécharger la trace GPX indiquée en paramètre, il ne faut pas que l'accès à cette trace soit bloqué par la politique **CORS**^{vii}.

Vous saurez que le problème se présente si dans le cadre affiché, vous voyez apparaître la fenêtre suivante (image I.3.2).

vii. <https://developer.mozilla.org/fr/docs/Web/HTTP/CORS/Errors>



Image I.3.2 – **GpxSwK** : avertissement de difficulté « CORS »

Pour résoudre cette difficulté, il y aura plusieurs solutions :

1. **adapter la politique du site sur lequel la trace est déposée** : c'est-à-dire qu'il faudra ajouter le « header » suivant à la réponse de votre serveur :

```
Access-Control-Allow-Origin : *
```

ou bien :

```
Access-Control-Allow-Origin : https://gpx.tybern.fr
```

Si vous avez un hébergement vous donnant accès à la racine de votre site Internet, cela se fait généralement grâce au fichier « .htaccess » avec une directive telle que :

```
Header add Access-Control-Allow-Origin: "https://gpx.tybern.fr"
```

Cette première méthode est celle qu'il faut privilégier si elle fonctionne.

2. **utiliser un service de chargement indirect** : cette méthode est nettement moins performante, et son efficacité n'est pas garantie. Pour utiliser cette méthode, il faut ajouter le paramètre « &indirect » à la requête. L'outil d'aide en ligne décrit ci-après propose de tester cette méthode si nécessaire. Avec cette méthode, au premier essai (si cela fonctionne), il est possible (probable...) que vous verrez apparaître ce message dans la fenêtre du cadre (image I.3.3).

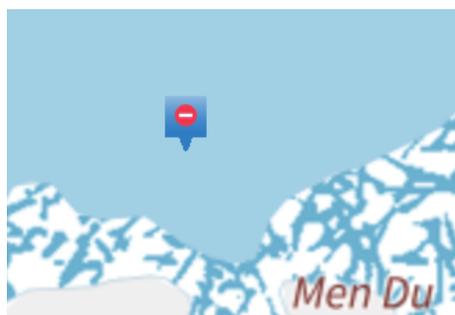


Image I.3.3 – **GpxSwK** : manque d'autorisation pour le chargement indirect

Dans ce cas, il faut [me contacter](mailto:contact.gpx@tybern.fr)^{viii} pour permettre d'utiliser l'outil de chargement indirect.
Si cette méthode fonctionne, et qu'il n'y a pas/plus de problème d'autorisation, il se peut que vous voyiez le message suivant dans le cadre (image I.3.4).



Image I.3.4 – **GpxSwK** : trace GPX invalide

Cela signifie que le fichier indiqué n'est pas une trace GPX valide. Vous devez donc vérifier ce point.

Enfin, si un similaire est affiché, avec une icône comportant un code d'erreur (0, 1, ...), c'est un dysfonctionnement du service, merci de [me contacter](mailto:contact.gpx@tybern.fr).

3. **changer de serveur d'hébergement des traces** : en cas de difficulté « CORS », et si les deux méthodes décrites ci-dessus ne peuvent être mises en œuvre, l'utilisation de cette possibilité d'utiliser **GpxSwK** dans un cadre semble compromise pour vous, sauf à déposer les traces GPX sur un autre serveur.

I.3.3 Outil d'aide en ligne

Pour vous aider à construire et tester un cadre embarqué de **GpxSwK**, un outil en ligne vous est proposé. Il faut de connecter à l'adresse :

<https://gpx.tybern.fr/embed.html>.

Cette page permet de spécifier les différents éléments devant servir à créer un cadre embarquant **GpxSwK**, et de tester le résultat avec un aperçu du résultat (images I.3.5, I.3.6 et I.3.7).

viii. <mailto:contact.gpx@tybern.fr>




Intégration sur un site

Vous pouvez afficher des traces sur votre site web avec **GpxSwk**. Cela vous permet d'enrichir votre site sans effort de développement et sans avoir à apprendre la programmation nécessaire. La carte avec la ou les traces sera affichée dans une fenêtre dédiée (une "Frame") : vous allez devoir insérer une courte portion de code dans votre page, et si vous utilisez un créateur de site (hors ligne ou en ligne), celui-ci devra permettre l'insertion de "frame" (en général, ils peuvent, c'est le moyen aussi par exemple d'insérer des vidéos).

La fenêtre embarquée affichera une version simplifiée de **GpxSwk**, avec seulement les boutons essentiels, et sans possibilité d'édition. Le bouton "Ouvrir avec GpxSwk" permettra de lancer une session complète de **GpxSwk**, dans laquelle, la trace pourra être éditée et enregistrée.

Pour cela, vous devez ajouter le paramètre `embed` dans la requête, et le lien du fichier `.gpx` dans l'attribut `urls` du paramètre `state` (vos fichiers GPX doivent donc être accessible en ligne depuis un hébergement Internet). Assurez-vous d'utiliser `https` et d'encoder tous les caractères spéciaux. Le formulaire ci-dessous vous permet de calculer le code de cette "frame".

En cas de difficultés, prendre contact avec moi.

Il est possible que les requêtes de **GpxSwk** soient pas bloquées par la [politique CORS](#), cela est diagnostiqué par un message dans une fenêtre. Si vous avez la possibilité (meilleure solution), il faudra ajouter le header suivant à la réponse de votre serveur (via le fichier `.htaccess` sans doute) :
`Access-Control-Allow-Origin : *` ou bien `Access-Control-Allow-Origin : https://gpx.tybern.fr`

Si vous n'avez pas d'autre solution, essayez le paramètre `indirect` (cocher le bouton "Chargement indirect du GPX" dans le formulaire ci-dessous) qui devrait résoudre le problème). Si alors, vous obtenez l'affichage d'un panneau "Sens interdit", prenez contact avec moi pour débloquer l'accès.

S'il s'affiche un panneau avec un point d'exclamation, c'est sans doute que le fichier GPX est mal-formé.

Choisissez la carte affichée par défaut avec le paramètre `mapsource` parmi les valeurs suivantes :

- `ignplan` : IGN Plan
- `ignortho` : IGN Satellite
- `osm` : OpenStreetMap
- `ota` : OpenTopoMap

Vous pouvez optionnellement ajouter des paramètres à l'URL : `distance` pour montrer les marqueurs de distance, `direction` pour afficher les marqueurs de direction, `altitude` pour déplier le profil altimétrique et `slope` pour afficher la vue de pente du profil d'altitude.

Intégration de GpxSwk sur un site Internet

[Contact : Bernard Perrot](#)

Image I.3.5 – GpxSwk : utilitaire de construction de l'iframe (entête)

Ci-dessous se trouve un formulaire pour tester les paramètres avec un aperçu en direct et le code HTML directement généré (il suffit d'en faire un copier-coller et d'insérer le code dans votre page Web. Vous pouvez/devez dans ce code généré adapter la taille de la fenêtre (paramètre "width" et "height"), ainsi que la bordure.

Paramètres

URLs des fichiers (séparées par des virgules)

Marqueurs de distance Marqueurs de direction Profil altitudes Coloration pentes

Carte affichée par défaut

Chargement indirect du GPX

URL source

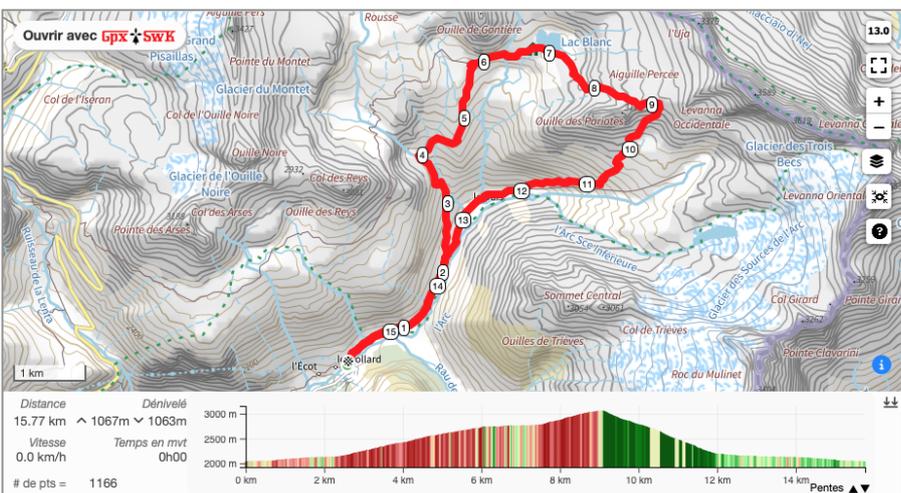
`https://gpx.tybern.fr/gpxswk.html?state=%7B%22urls%22:%5B%22https%3A%2F%2Frando.tybern.fr%2F_lib%2Fgpx%2Ftyp-Pariotes-Traversee.gpx%22%5D%7D&embed&mapsource=ignplan&distance&altitude`

Code HTML complet

`<iframe src="https://gpx.tybern.fr/gpxswk.html?state=%7B%22urls%22:%5B%22https%3A%2F%2Frando.tybern.fr%2F_lib%2Fgpx%2Ftyp-Pariotes-Traversee.gpx%22%5D%7D&embed&mapsource=ignplan&distance&altitude" width="80%" height="500" frameborder="0" allowfullscreen></iframe>`

Image I.3.6 – GpxSwk : utilitaire de construction de l'iframe (formulaire)

Aperçu
Actualiser

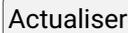


Distance 15.77 km Dénivelé 1067m ↕ 1063m

Vitesse 0.0 km/h Temps en mvt 0h00

de pts = 1166

Image I.3.7 – GpxSwk : utilitaire de construction de l'iframe (aperçu)

Dans la partie formulaire de cet outil, il faut renseigner les champs proposés, en particulier celui indiquant le ou les URLs des traces. Lorsqu'on change le contenu de ce champ « URLs », il faut cliquer sur le bouton  pour mettre à jour le cadre.

I.3.4 Contenu du cadre

La carte affichée dans le cadre est une version simplifiée de **GpxSwK**, sans fonctions d'édition et menus épurés. Ses dimensions sont celles qui auront été choisies dans les paramètres d'inclusion de l'*iframe*.

Elle comporte :

- en bas, les données statistiques de la trace (avec des onglets de sélection s'il y a plus d'une trace), et le profil altimétrique de celle-ci;
- à droite, quelques boutons de fonctions;
- en haut à gauche, un bouton permettant d'ouvrir la trace dans la version complète de **GpxSwK** (et donc, pouvoir l'éditer, l'imprimer et l'enregistrer au besoin).

Les boutons de fonctions sont :

-  Affichage du niveau de zoom de la carte;
-  Mode « plein écran »;
-  Pour augmenter ...
-  ... ou diminuer le niveau de zoom de la carte.
Cette action est également réalisable avec la molette de la souris;
-  Ce bouton permet de choisir le fond de carte à afficher, et d'afficher ou non les marqueurs de direction, distance et de trace;
-  Centrer la vue sur la trace sélectionnée;
-  Pour ouvrir une fenêtre rappelant les principales commandes accessibles;
-  Informations concernant les copyrights de cartes et logiciels utilisés.

I.3.5 Conditions d'utilisation

GpxSwK est libre et gratuit. Mais cela ne veut pas dire qu'il n'a rien coûté, ne coûte rien, et ne coûtera rien pour continuer d'exister!

L'usage de cette possibilité d'intégration sur un site tel que celui d'un club ou d'une association à but non lucratif est libre également, mais l'attention est particulièrement attirée à propos du soutien qu'il est possible d'apporter pour que le développement et l'hébergement de **GpxSwK** puissent continuer à rester libre, en particulier de publicités, et ainsi assurer sa pérennité. On relira donc avec attention le paragraphe (I.1.9) concernant le soutien à apporter. Il n'y aurait rien d'anormal à ce que ce soutien soit proportionné à l'importance de l'usage qui est faite de cet outil par le site Internet utilisateur.

L'usage de cette possibilité d'intégration sur un site à accès payant et/ou commercial est obligatoirement soumise à accord explicite et préalable avec l'auteur. Pour cela, prendre contact à l'adresse contact.gpx@tybern.fr^{ix}.

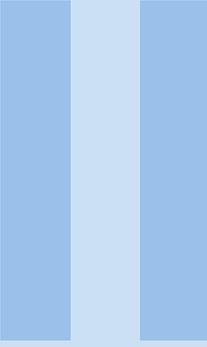
En aucun cas une fenêtre GpxSwK ne doit ni devra servir de support publicitaire, ou bien côtoyer une annonce publicitaire ou commerciale qui laisserait supposer un lien entre elles.

ix. <mailto:contact.gpx@tybern.fr>

I.4 - Tutoriaux

Ce chapitre est consacré à des études de cas concrets.

 *La partie à suivre est encore en travaux ...* 



Annexe

A	À propos des dénivelés	98
	À propos des dénivelés	98
A.1	Introduction	98
A.2	Considérations générales	99
A.3	Le calcul du dénivelé cumulé	102
A.4	Outil comparatif de ces algorithmes	110
B	Typographie, icônes, mise en page	116
	Typographie, icônes, mise en page	116
C	Notes personnelles	119
	Notes personnelles	119



A - À propos des dénivelés

Le sujet des altitudes et dénivelés cumulés en randonnée est un peu complexe, très souvent mal compris ou traité, et mérite un chapitre complet d'explication.

A.1 Introduction

Il faut indiquer en préambule une difficulté majeure : contrairement à par exemple la distance totale d'un parcours qui est facilement appréhendable et définissable, il n'existe pas de définition précise de ce qu'est le « dénivelé cumulé » d'un parcours. En conséquence, le choix de la méthode et son paramétrage constitue en soi une définition sous forme de fait technique établi.

À une époque pas si lointaine, dans notre propre galaxie, on relevait les altitudes sur la carte papier, et on estimait le dénivelé de la randonnée en faisant la différence entre l'altitude du point le plus haut et du point bas du parcours. Mais ça, c'était à une époque que les moins de 20 ans n'ont pas pu connaître ...

Désormais, accompagnés de nos instruments de haute technologie, GPS et autres smartphones, tout semble se compliquer ... La carte et le GPS ne disent plus la même chose, les altitudes affichées ne sont plus les mêmes que sur les cartes, les dénivelés semblent ne plus correspondre, mais pourquoi donc ?

Au fond, c'est assez simple : les cartes, il suffit de les lire; les GPS sont des instruments, qui fournissent des mesures, mesures qu'il faut savoir interpréter et ne surtout pas prendre au pied de la lettre sous peine de commettre des erreurs (qui peuvent avoir des conséquences désagréables, par exemple en navigation ou aviation).

Les altitudes indiquées sur les cartes IGN en France (points cotés, et courbes de niveaux) sont « exactes » (on va dire moins d'un mètre d'imprécision). C'est donc à l'aide de cette indication précise (carte, ou cote indiquée en un lieu particulier, tel qu'un col par exemple) qu'on pourra éventuellement « recalcr »¹ l'instrument de mesure utilisé. A l'époque pas si lointaine dont je parlais au début, on recalait chaque fois que possible nos altimètres barométriques dès que l'on était à une altitude connue ou cotée. Aujourd'hui il faut savoir qu'un GPS doit absolument être

1. recalcr, c'est à dire lui indiquer quelle est l'altitude vraie afin qu'il actualise au besoin sa mesure fournie pour qu'elle corresponde à cette altitude vraie.

lui aussi recalé ou corrigé régulièrement pour que l'altitude indiquée soit la plus précise possible.

A.2 Considérations générales

A.2.1 Qu'est-ce que l'altitude ?

C'est la hauteur du lieu considéré par rapport à un point de référence situé à « zéro mètre ». Pour la France, cette référence est située conventionnellement au marégraphe de Marseille (et celui d'Ajaccio pour la Corse), et correspond au niveau moyen de la Méditerranée en ce lieu (arrêté en 1897). A savoir que la référence « zéro mètre » n'est pas la même pour tous les pays, elle correspond le plus souvent au niveau de marée moyen de la ou d'une mer proche de chaque pays.

Pour les marins, et également pour les randonneurs en bord de mer avec passages à marée basse, à savoir absolument que le « zéro mètre » terrestre (celui des cartes IGN) n'est pas le même que le « zéro mètre » marin, celui des cartes marines (SHOM) : le « zéro mètre » marin est défini comme le point bas de la basse mer d'une marée théorique maximum de coefficient 120 (dite souvent « marée du siècle », qui a lieu au moins 4 fois par siècle cependant). Cette donnée est importante pour la lecture des marégrammes (hauteur de mer en fonction de l'heure de marée). C'est pour cela qu'à marée basse, si on randonne sur une grève, on peut très bien se retrouver à une altitude négative puisque le zéro mètre marin est plus bas que le zéro mètre terrestre (pas loin de 10 mètres de différence en baie de St-Brieuc ou Mont-saint-Michel par exemple).

Le randonneur calera son GPS/altimètre par rapport au zéro mètre terrestre.



A savoir qu'en Bretagne Nord ou Manche, où ce décalage est important et le marnage important aussi, il faut compter également une variation d'environ un centimètre de hauteur de mer par hectoPascal de pression atmosphérique. Les marégrammes, comme la référence zéro, sont donnés pour une pression moyenne de 1013 hPa. Ainsi, une dépression par exemple de 50 hPa aura pour effet une élévation supplémentaire du niveau de la mer de 50 centimètres. Si cela est cumulé à un fort coefficient de marée, cela peut entraîner une surcote qui aura pour effet de franchir les digues et protections, et entraîner des inondations. C'est la raison de l'existence des « zones à risque inondables » en bord de côte, en général désormais, non constructibles.

A.2.2 Comment est mesurée l'altitude dans un GPS ?

Les GPS de randonnée performants proposent en général trois méthodes de calcul de l'altitude :

- valeur calculée (comme la position) par le relevé des satellites GPS ;
- à partir de la mesure de la pression atmosphérique (altimètre « barométrique ») ;
- en référence à une carte d'altitudes (fichier DEM, *Digital Elevation Model*, MNT *Modèle Numérique de Terrain* en français) ;
- et parfois la combinaison d'une de ces méthodes compensée par une deuxième (par exemple, mesure barométrique compensée par carte DEM).

Les smartphones fonctionnent de la même façon, mais seuls ceux de « haut de gamme » possèdent un capteur barométrique, et même dans ce cas, toutes les applications de type GPS ne savent pas en tirer profit.

L'altitude donnée par les satellites n'est pas très précise, et assez erratique, l'erreur est la plupart du temps très supérieure à l'erreur de position horizontale (une erreur de 30 mètres et plus n'est pas rare). Cette méthode n'est donc pas celle à privilégier.

Méthode barométrique : c'est la plus précise, une précision de l'ordre du mètre est habituelle. Mais... celle-ci n'est précise qu'en connaissance parfaite de la pression atmosphérique courante, qui elle dépend des conditions météo. C'est pourquoi pour être précis, un altimètre barométrique doit être recalé (sur une référence connue) chaque fois que possible pour tenir compte des variations de pression dues au changement de temps. Une différence de pression d'un hectoPascal correspond à une variation d'altitude d'environ 8 mètres. Le record mesuré² de dépression en France est de 952 hPa, et celui d'anticyclone de 1049 hPa, soit un différentiel en « équivalent » altitude de 780 mètres ! Même sans aller si loin, sans recalage, entre mauvais temps (dépression) et fort beau temps (anticyclone), une différence de 30 à 40 hPa est très habituelle, soient près de 300m : avec un altimètre pas calé, l'erreur est déjà considérable (à pied, dans le brouillard, si les pieds touchent le sol, on est en sécurité, mais en parapente, cela peut devenir préoccupant).

Fichier MNT : il s'agit d'un fichier (au même titre que celui correspondant à la carte topographique) qui contient les valeurs des altitudes pour une coordonnée donnée. Selon la source, le maillage de ces fichiers est plus ou moins fin. A ce jour, les fichiers les plus précis disponibles pour les GPS grand public en France ont un maillage de un à 5 mètres (base IGN RGEalti). Cela veut dire que l'altitude fournie est la moyenne sur cette surface projetée de 25 m² de coté. En plaine, en zone peu vallonnée, cette altitude est très précise. En montagne, à flanc de pente, c'est moyennement correct (moyenne entre ce qui est plus haut et ce qui est plus bas), mais sur un sommet qui est rarement plat sur 5 mètres de coté, c'est la moyenne avec ce qui est autour (la pente en dessous), donc en général, plus bas que l'altitude réelle. A un col, cela dépend beaucoup de sa topologie (débonnaire, très escarpé, très entouré d'arêtes plus hautes, ...).

Si l'on utilise un fichier MNT pour en déduire l'altitude d'un point GPS, il faut prendre garde au fait que les coordonnées de ce point sont imprécises avec un GPS grand public, et selon la qualité de réception, celle-ci est de l'ordre de 2m à 5m, possiblement bien moins bonne par exemple en forêt. Il est donc facile de comprendre qu'il ne faut pas utiliser un MNT avec un maillage inférieur à la précision horizontale, sauf à augmenter artificiellement le « bruit » de l'altimétrie.

Il existe aussi des cas particuliers, qui sont les parcours qui empruntent des structures artificielles (ponts, tunnels, remparts, ...) : les fichiers MNT ne rendent pas compte de ces structures (contrairement aux fichiers MNS), et il y aura une différence d'altitude (donc de dénivelé cumulé) notable entre les cumuls d'altitudes barométriques (exactes) et celles provenant de MNT.

2. Peut-être a-t-il changé depuis la rédaction de cet ouvrage.

Selon mon expérience, si on dispose de fichiers MNT à 5 mètres, la meilleure méthode est d'utiliser comme réglage du GPS (si celui-ci le permet) une altitude barométrique compensée par carte MNT. Cela veut dire que, même si cela ne dispense pas de caler le GPS au départ de la randonnée, en cours de route, le logiciel interne essaiera de recalculer lui-même le baromètre interne avec l'altitude donnée par le fichier MNT.



LiDAR : l'IGN a un projet en cours consistant à faire un relevé beaucoup plus fin, 10 points par m² (soit un maillage d'environ 30cm) à l'aide de la technologie *LiDAR* (radar laser). Ce projet devrait aboutir à une couverture complète de la France d'ici 2026 avec une précision remarquable, et ce aussi bien en Modèle Numérique de Terrain (MNT) qu'en Modèle Numérique de Surface (MNS, qui tient compte des structures artificielles, de la canopée, etc.)

A.2.3 Pourquoi mesurer et connaître le dénivelé d'un parcours ?

Au premier ordre, parce que l'on souhaite avoir une idée de la difficulté de la randonnée. En montagne, cela donne la cote de la randonnée, facile ou plus difficile (on compte en général le temps de parcours en dénivelé à l'heure, typiquement 300 m/H sans les arrêts).

Pour les randonnées en plaine où les altitudes moyennes sont faibles, cette notion de dénivelé cumulé est perçue différemment. On cote la difficulté des randonnées d'abord en fonction du kilométrage, mais si le terrain est accidenté, la difficulté augmente à kilométrage égal. Dans les Côtes d'Armor par exemple, avec les montées-descentes du haut des falaises au bas des grèves à longueur d'étapes, on peut très bien avoir un dénivelé cumulé supérieur à une bonne randonnée en montagne, celles et ceux qui pratiquent les deux ont bien acquis empiriquement cette notion. Au final, le dénivelé, donne une idée de l'effort à réaliser.

A.2.4 Quel est le problème avec les GPS et les dénivelés cumulés ?

Le « problème » est que d'un GPS à l'autre, selon que l'on lise la carte, les topo-guides, les avis de chacun, les dénivelés cumulés ne sont jamais les mêmes ! Cela est dû au fait d'une part que l'enregistrement est entaché d'erreurs (en particulier si on ne tient compte que des altitudes via satellites GPS), et d'autre part que le terrain n'est jamais parfaitement plat, et toutes les variations ne seraient-ce que de quelques mètres sont prises en compte, même si d'un point de vue « effort », ces variations sont négligeables. A la fin d'une randonnée de 25 km, tous ces petits cumuls peuvent aisément compter pour plusieurs centaines de mètres de dénivelé cumulé, en plus du « véritable » dénivelé. C'est à ce niveau que les valeurs indiquées par un GPS ou un logiciel peuvent présenter des écarts très importants.

En fait, pour utiliser une approche mathématique, le dénivelé cumulé est une notion « fractale ».

Voici un exemple simple pour s'en rendre compte : si on se promène sur l'estran en bord de mer, l'effort pour monter ou descendre est jugé nul, tout comme la variation d'altitude au premier ordre. Maintenant, imaginons l'effort développé par un Bernard l'Hermite qui se déplace sur le sable : les petites ondulations de surface deviennent des collines pour lui. Le fait de réduire les proportions des

acteurs change la perception du dénivelé cumulé, et le Bernard l'Hermitte aura tendance à intégrer des variations d'altitude que nous humains négligeons. Et on peut continuer comme cela, avec la fourmi qui doit monter sur chaque grain de sable.

Le procédé de relevé de l'altitude est également la cause d'erreurs qui peuvent être importantes. Si l'altitude est calculée à partir des données GPS, elle est notoirement inexacte, très bruitée, et donne un cumulé toujours très exagéré. Si l'altitude est celle déduite d'un fichier MNT, elle est a priori de bonne qualité (à la condition bien entendu de disposer d'un fichier MNT lui-même de qualité et avec un maillage assez fin, de l'ordre de 5 m à 10 m)³, mais il faut se méfier du fait qu'un fichier MNT comme son nom l'indique est un modèle de terrain. C'est à dire qu'il ne tient pas compte des structures artificielles, telles que les ponts par exemple. En conséquence, si on traverse un pont, le dénivelé cumulé sera faux (en excès) de la hauteur de celui-ci, car le MNT passe sous le pont! Ce cas de figure est inévitable quand on utilise un MNT pour préparer un parcours avec un logiciel sur un ordinateur.

Sur le terrain, en enregistrement de trace, le meilleur système consiste à relever les altitudes avec un capteur barométrique. Celui-ci rend compte très fidèlement de l'altitude et des changements de celle-ci (à la condition déjà évoquée d'être correctement calé, et recalé quand besoin est). Un tel capteur est en général inclus dans un récepteur GNSS dédié, mais rare sur un smartphone (seulement sur les appareils haut de gamme).

A.3 Le calcul du dénivelé cumulé

Le calcul des dénivelés positifs et négatifs d'un parcours créé ou enregistré fait appel nécessairement à une méthode (un algorithme), qu'il convient de « bien » choisir. La suite de cette annexe en détaille quelques unes parmi les plus utilisées. A noter de suite que celle préconisée par l'auteur de ces lignes ne semble pas être la plus fréquemment utilisée, pour des raisons qui sont évoquées plus loin.

Même avec des relevés d'altitudes identiques, il est fréquent (très fréquent...) d'obtenir des valeurs de dénivelés cumulés différentes, parfois de beaucoup (un facteur deux n'est pas rare). La cause est que les appareils ou les logiciels utilisent des méthodes (algorithmes) différentes pour calculer ces dénivelés, dont certaines parfaitement inadéquates.

La plupart des GPS ou logiciels associés calculent alors un dénivelé cumulé auquel est appliqué une méthode de filtrage (compensation) pour donner une valeur plus proche de la "réalité" (étant entendu qu'il n'existe pas de définition précise de cette réalité, sauf à monter une pente parfaitement régulière exactement du bas en haut). C'est de cette méthode de filtrage (et son paramétrage quand le logiciel permet de le faire à son goût) que proviennent les différences constatées d'un logiciel ou d'un GPS à l'autre.

3. à savoir qu'un MNT avec un maillage plus précis que ne l'est la trace enregistrée est contre productif car l'erreur de position horizontale se traduira par une erreur d'altitude. Il faut utiliser un MNT avec un maillage un peu supérieur à la précision moyenne pour obtenir un effet de lissage « naturel ».

Il existe plusieurs méthodes "simples" (car plus facile à mettre en œuvre), telles que l'élimination des variations faibles en dessous d'un certain seuil, lissage de courbe par calcul de moyenne, etc, mais qui ne sont pas satisfaisantes. Il est préférable d'opter pour un algorithme plus complexe, mais qui donne des résultats très satisfaisant. On peut simplifier les courbes d'altitudes avec la méthode de *Ramer-Douglas-Peucker* par exemple⁴. Ces méthodes ont l'avantage d'éliminer les petits écarts, sans émousser/écrêter les variations plus importantes ni les "pics" de montée/descente. Ces méthodes efficaces de part l'algorithme utilisé ne peuvent pas être appliquée en temps réel, elles nécessitent de disposer de la totalité de l'enregistrement pour être effectuée.

À noter qu'il y a une différence d'approche selon qu'il s'agisse de calculer le dénivelé cumulé d'un enregistrement réalisé avec un GPS, ou bien d'un parcours élaboré sur carte. Et dans le cas d'un parcours élaboré sur carte, celui-ci n'est pour autant pas « parfait », soit qu'il soit tracé « à main levée », soit qu'il utilise une base de données vectorielles des voies qui n'est pas forcément précise. En conséquence, dans tous les cas, il faudra appliquer une fonction de filtrage au procédé de calcul afin de diminuer l'influence du « bruit » affectant le « signal » altitude.

A.3.1 Méthode brute

Dans la méthode que j'appellerais « brute », on additionne toutes les variations positives (d'une part, et négatives d'autre part) : le résultat donne le dénivelé que je qualifie de dénivelé « brut ». Celui-ci est proche du dénivelé « réel » en montagne, mais pour des randonnées typiques en région accidentées d'altitudes basses ou moyennes, on constate le plus souvent des valeurs qui peuvent sembler véritablement trop importantes.

Voici l'algorithme de base pour calculer le dénivelé positif⁵ d'une trace (ici, un tableau d'altitudes seules pour simplifier le code).

En pseudo-code :

```
fonction calculDenivelePositif(listeAltitudes)
// Initialiser le dénivelé positif à 0
denivelePositif <- 0

// Parcourir la liste des altitudes à partir du deuxième élément
pour i de 1 à taille(listeAltitudes) - 1 faire
  // Calculer la différence entre l'altitude actuelle et la précédente
  delta <- listeAltitudes[i] - listeAltitudes[i - 1]

  // Si la différence est positive, l'ajouter au dénivelé positif
  si delta > 0 alors
    denivelePositif <- denivelePositif + delta
  fin si
fin pour
```

4. ou bien aussi celle de *Visvalingam*, mais plus complexe à mettre en œuvre sans apporter de différence significative par rapport à l'algorithme RDP.

5. seul le dénivelé positif est traité dans les descriptions d'algorithmes afin de ne pas alourdir le code, le traitement du dénivelé négatif est trivial à ajouter en usage réel.

```
// Retourner le dénivelé positif total
retourner denivelePositif
fin fonction
```

Cette méthode « brute » ne donne pas satisfaction : sur une trace enregistrée, elle accumule le bruit du signal, et sur une altimétrie issue d'un MNT, elle prend en compte les très petites variations ce qui a pour effet d'augmenter artificiellement les dénivelés. Elle peut cependant être utile et suffisante si on utilise un MNT avec un maillage très large, tels que la BD-Alti à 25m de l'IGN, ou bien les MNT générés à partir des données SRTM1 (une seconde d'arc) ou SRTM3 (trois secondes d'arc).

Pour améliorer cette méthode, il faut au minimum ajouter la notion de « seuil », permettant de ne cumuler que si celui-ci (exprimé en mètres) dépasse une valeur minimale en dessous de laquelle les variations sont ignorées.

En pseudo-code :

```
fonction calculDenivelePositif(listeAltitudes, seuil)
// Initialiser les variables
denivelePositif <- 0
deltaCumule <- 0 // Cumul des petites variations en dessous du seuil
enMontee <- faux // Indique si on est dans une phase de montée

// Parcourir la liste des altitudes à partir du deuxième élément
pour i de 1 à taille(listeAltitudes) - 1 faire
// Calculer la différence entre l'altitude actuelle et la précédente
delta <- listeAltitudes[i] - listeAltitudes[i - 1]

si delta > 0 alors
// Si la pente est positive
si non enMontee alors
// Si on n'est pas encore en montée
deltaCumule <- deltaCumule + delta
si deltaCumule > seuil alors
// Si le cumul dépasse le seuil, on commence à accumuler
denivelePositif <- denivelePositif + deltaCumule
deltaCumule <- 0 // Réinitialiser le cumul
enMontee <- vrai
fin si
sinon
// Si on est déjà en montée, on accumule directement
denivelePositif <- denivelePositif + delta
fin si
sinon
// Si la pente est négative ou stable
deltaCumule <- 0 // Réinitialiser le cumul
enMontee <- faux // Sortir de la montée
fin si
fin pour
```

```
// Retourner le dénivelé positif total
retourner denivelePositif
fin fonction
```

Le principe est le suivant : on ne décide d'accumuler les variations positives que si celle entre deux points successifs est supérieure au seuil prédéfini. Si cette variation est inférieure, on retient le sens de la pente, afin de retenir le cumul éventuel si on dépasse le seuil en restant en pente montante. Si la pente change de sens avant que ce seuil soit atteint, la variation est ignorée.

Cet algorithme permet d'éliminer les petites variations. En l'absence de l'utilisation d'un algorithme plus sophistiqué, la méthode peut être relativement satisfaisante s'il s'agit de traiter une altimétrie issue d'un MNT tel que le RGE-Alti de l'IGN. Elle est cependant peut pertinente pour une altimétrie venant d'un enregistrement sur le terrain avec un récepteur GNSS (GPS ou smartphone), enregistrement forcément bruité.

À signaler qu'une erreur souvent rencontrée dans des implémentations consiste à ne pas cumuler les variations inférieures au seuil tant que la pente reste de même signe : cela a pour effet de minimiser le dénivelé d'une valeur égale à la valeur du seuil multipliée par le nombre de changement de sens significatif de la pente.

Cette méthode « brute » est la base pour les algorithmes plus sophistiqués qui vont suivre : ceux-ci vont consister à traiter l'altimétrie, et après traitement, c'est cette méthode « brute » qui sera utilisée pour le calcul final des dénivelés.

Utilisée seule, la méthode « brute » est utilisable en temps réel dans les enregistreurs étant donné qu'elle ne nécessite que la connaissance du point courant et du point précédent.

A.3.2 Moyenne mobile

L'algorithme utilisant la « moyenne mobile » (ou « moyenne glissante ») est très fréquemment utilisé par les applications de traitement de traces GPS. Parmi les raisons de ce « succès », il y a le fait que c'est une méthode qui peut traiter les données en temps réel, et peut donc être implémentée dans les assistants sportifs (montres, ...) et récepteurs GNSS pour afficher des statistiques en cours d'activité. Elle est également facile à coder et rapide sans consommer trop de ressources processeur (et donc de batterie) dans les matériels.

C'est un algorithme très utilisé dans le domaine des statistiques pour analyser des séries de données ordonnées. Physiquement, en traitement du signal par exemple, il se présente comme un filtre passe-bas. Il permet donc de lisser une courbe bruitée.

L'algorithme général est de la forme suivante (pseudo-code) :

```
fonction lisserAltitudesParMoyenneGlissante(listeAltitudes, tailleFenetre)
// Initialiser la liste des altitudes lissées
altitudesLisse <- listeVide()
demiFenetre <- partieEntiere(tailleFenetre / 2)
```

```
// Parcourir chaque élément de la liste des altitudes
pour i de 0 à taille(listeAltitudes) - 1 faire
  somme <- 0
  count <- 0

  // Calculer la somme des altitudes dans la fenêtre centrée sur 'i'
  pour j de i - demiFenetre à i + demiFenetre faire
    si j >= 0 et j < taille(listeAltitudes) alors
      somme <- somme + listeAltitudes[j]
      count <- count + 1
    fin si
  fin pour

  // Calculer la moyenne pour le point 'i' et l'ajouter à la liste lissée
  ajouter (somme / count) à altitudesLisse
fin pour

// Retourner la liste des altitudes lissées
retourner altitudesLisse
fin fonction
```

Chaque point est recalculé en faisant la moyenne avec ses voisins. La largeur de la « fenêtre » détermine le nombre de voisins pris en compte. Après avoir obtenu un nouvel ensemble de données altimétriques lissées, il suffit d'appliquer l'algorithme de calcul brut, avec ou sans seuil (si l'altimétrie de départ est celle d'un MNT, le seuil peut ne pas être utile, si ce sont des données d'enregistrement sur le terrain, un seuil léger peut se révéler pertinent).

Cependant, dans le cas qui nous intéresse, cet usage de la moyenne mobile n'est pas correct car il n'a pas de sens physique précis⁶ : il ne faut pas utiliser une fenêtre en nombre de points, mais en distance afin que cette fenêtre soit constante et ait un sens relatif comparée à l'altitude.

L'algorithme devient alors⁷ (en pseudo-code) :

```
fonction
  lisserAltitudesParMoyenneGlissante(listeAltitudes, listeDistances, largeurFenetre)

  // Initialiser la liste des altitudes lissées
  altitudesLisse <- listeVide()

  // Parcourir chaque altitude
  pour i de 0 à taille(listeAltitudes) - 1 faire
```

6. Il y a exception si les points sont équidistants d'une quantité paramétrable, mais ce cas ne se présente pas sur un tracé créé à partir de base de données vectorisée dont la longueur de vecteurs est très variable.

7. Ici, j'utilise deux tableaux en entrée, un contenant les altitudes des points, et un contenant les distance au précédent. Cela permet une formulation plus lisible de l'algorithme en évitant les calculs de projections à partir de coordonnées géographiques. Dans une implémentation réelle, l'argument d'entrée serait un tableau de coordonnées 3D.

```
sommeAltitudes <- 0
count <- 0

// Parcourir tous les points pour vérifier ceux dans la fenêtre centrée sur 'i'
pour j de 0 à taille(listeAltitudes) - 1 faire
  distanceRelative <- valeurAbsolue(listeDistances[j] - listeDistances[i])

  si distanceRelative <= largeurFenetre / 2 alors
    sommeAltitudes <- sommeAltitudes + listeAltitudes[j]
    count <- count + 1
  fin si
fin pour

// Calculer la moyenne des altitudes dans la fenêtre
// et l'ajouter à la liste lissée
ajouter (sommeAltitudes / count) à altitudesLisse
fin pour

// Retourner la liste des altitudes lissées
retourner altitudesLisse
fin fonction
```

De la même façon qu'il est indiqué précédemment, le tableau des altitudes lissées est utilisé par l'algorithme « brut » pour calculer les dénivelés.

Cette méthode donne des résultats qui peuvent être plus ou moins satisfaisants, la condition primordiale étant de correctement fixer la largeur de la fenêtre. Je recommande une fenêtre qui ne soit pas inférieure au maillage du MNT si l'altimétrie est de cette nature, et sinon, pas inférieure à la précision moyenne d'un récepteur GNSS. Une valeur de 3 m à 5 m semble souvent adéquate.

Il existe d'autres méthodes relevant du même domaine des mathématiques statistiques ou traitement de signal qui seraient envisageables, comme par exemple un filtre de *Kalman*. Mais cela n'apporterait pas d'avantages déterminant au prix d'une mise en œuvre plus complexe.

A.3.3 Algorithme de *Ramer-Douglas-Peucker*

La majorité (malheureusement...) des applications de traitement de données GPS qui simplifient et/ou filtrent les traces utilisent un algorithme de type statistique tel que la moyenne mobile évoquée ci-dessus. Cela a pour effet principal créer une trace qui ne passe plus par les « sommets » du tracé, en particulier, les virages sont coupés. Si un tel algorithme est satisfaisant pour des parcours « monotones », ce n'est pas le cas des parcours effectués par un randonneur, qui ne sont pas facilement modélisables. En montagne par exemple, avec des lacets très courts, le résultat est une déformation importante du parcours (qui à l'extrême peut entraîner un sous-évaluation de la distance).

Il existe un algorithme très performant pour cette tâche de simplification qui est l'algorithme de *Ramer-Douglas-Peucker* (RDP). Cet algorithme est très bien décrit

sur la page Wikipédia qui lui est consacrée :

https://fr.wikipedia.org/wiki/Algorithme_de_Douglas-Peuckerⁱ.

Je préconise d'utiliser cet algorithme pour le calcul des dénivelés, et c'est pourquoi c'est cet algorithme qui est utilisé dans **GpxSwK**. La raison principale est qu'en y réfléchissant bien, qu'est-ce qu'un dénivelé cumulé si ce n'est une distance parcourue dans la direction verticale? En conséquence, un algorithme performant pour traiter une trace au sol doit l'être pour traiter un « parcours » vertical. La courbe (tableau) à simplifier définie par un ensemble de points avec la distance à l'origine en abscisse et l'altitude en ordonnée.

L'algorithme RDP est un algorithme récursif qui nécessite l'ensemble des points pour être appliqué. Cela le destine plutôt à des traitements différés, en post-production. Si on voulait l'appliquer en temps-réel, il faudrait à chaque point refaire le calcul complet, calcul de plus en plus long au fur et à mesure que la trace s'allonge. C'est peu envisageable dans des applications embarquées, c'est pourquoi la plupart utilisent alors la moyenne glissante en temps-réel.

Voici une description en pseudo-code (en supposant le tableau déjà constitué à partir des coordonnées 3D des points de trace) :

```

fonction distancePointLigne(point, p1, p2)
  x1 <- p1.distance
  y1 <- p1.altitude
  x2 <- p2.distance
  y2 <- p2.altitude
  x0 <- point.distance
  y0 <- point.altitude

  // Calcul de la distance point-segment
  numerateur <- valeurAbsolue((y2 - y1) * x0 - (x2 - x1) * y0 + x2 * y1 - y2 * x1)
  denominateur <- racineCarree((y2 - y1)^2 + (x2 - x1)^2)

  retourner numerateur / denominateur
fin fonction

fonction ramerDouglasPeucker(points, tolerance)
  // Trouver le point le plus éloigné du segment reliant les extrémités
  maxDist <- 0
  indexPlusLoin <- 0

  pour i de 1 à taille(points) - 2 faire
    dist <- distancePointLigne(points[i], points[0], points[taille(points) - 1])
    si dist > maxDist alors
      maxDist <- dist
      indexPlusLoin <- i
  fin si
fin pour

```

i. https://fr.wikipedia.org/wiki/Algorithme_de_Douglas-Peucker

```
// Si la distance maximale est inférieure à la tolérance
si maxDist < tolerance alors
  // Garder uniquement les extrémités
  retourner [points[0], points[taille(points) - 1]]
sinon
  // Diviser la courbe en deux segments
  premiereMoitie <-
    ramerDouglasPeucker(sousListe(points, 0, indexPlusLoin + 1), tolerance)
  deuxiemeMoitie <-
    ramerDouglasPeucker(sousListe(points, indexPlusLoin, taille(points)), tolerance)

  // Combiner les deux segments en évitant les doublons
  retourner concatener(premiereMoitie[0 à taille(premiereMoitie)-1], deuxiemeMoitie)
fin si
fin fonction
```

Contrairement à la méthode par moyenne mobile, le tableau de sortie est de taille inférieure à celui d'entrée. Cela permet toujours de calculer les dénivelés positifs et négatifs, mais ce nouveau tableau ne permet pas de substituer les altitudes dans la trace d'origine (sauf à interpoler, mais cela ne présente pas d'intérêt, le but étant de calculer des dénivelés).

La valeur de la tolérance est à déterminer. D'expérience empirique, trois à cinq mètres me semble donner le résultat le plus satisfaisant (filtrage faible à moyen) avec une altimétrie MNT ou barométrique.

Une caractéristique très importante de cette méthode est que si on ré-applique l'algorithme sur lui-même avec la même contrainte, le résultat est invariant. Ce qui n'est pas le cas avec la moyenne mobile qui ré-appliquée à elle-même tend vers une ligne droite (donc des dénivelés nuls dans le cas d'une boucle!). De ce point de vue, elle est donc mathématiquement (et intellectuellement) plus satisfaisante. D'autre part, tout comme lorsque l'on utilise cet algorithme RDP pour simplifier une trace au sol avec conservation des sommets des changements de direction, appliqué à l'altimétrie, les points bas et points hauts sont conservés, ce qui n'est pas le cas avec la moyenne glissante.

A.4 Outil comparatif de ces algorithmes

GpxSwK propose un outil qui permet de comparer les résultats des différents algorithmes détaillés ci-dessus. Pour lancer cet outil, il faut choisir l'option « *Comparatif D+ / D-* » via le bouton « *Outils divers* » (image A.1) :

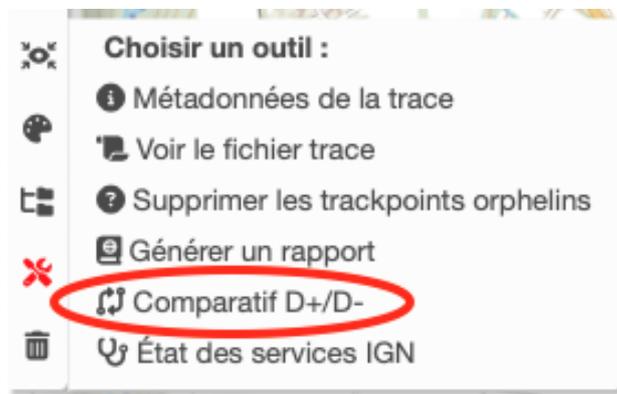


Image A.1 – **GpxSwK** : menu outils divers

Ce outil comparatif se présente ainsi (image A.2) :

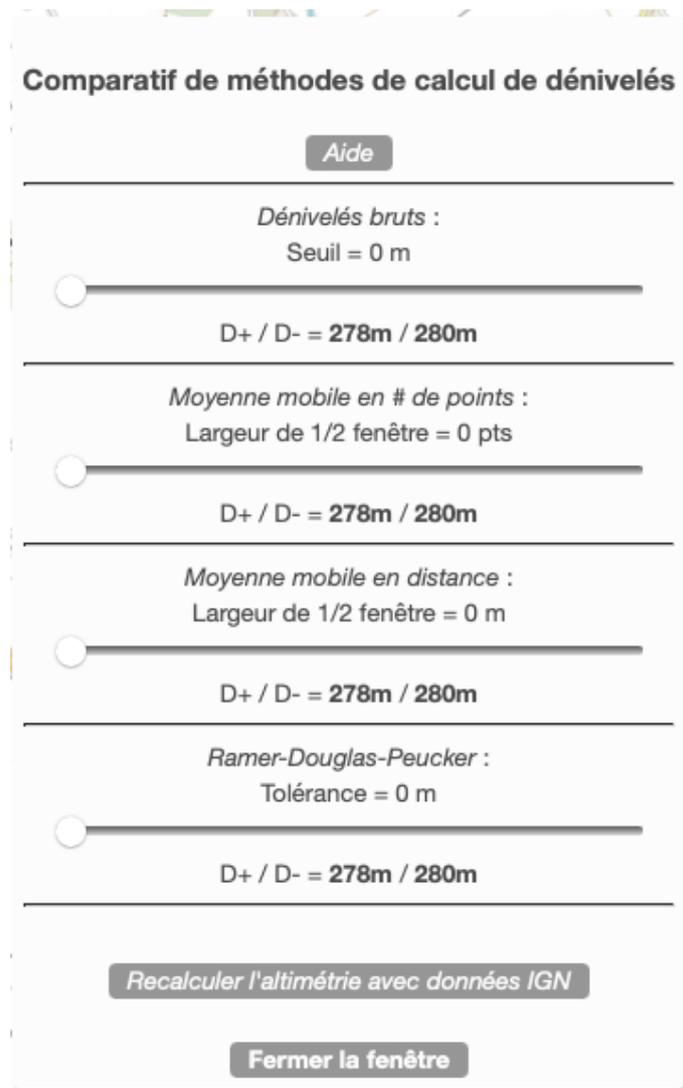


Image A.2 – **GpxSwK** : outil comparatif D+ / D-

Quatre algorithmes sont traités :

- dénivelés bruts (avec seuil optionnel) ;
- moyenne mobile avec fenêtre exprimée en nombre de points ;
- moyenne mobile avec fenêtre exprimée en distance ;
- algorithme de *Ramos-Douglas-Peucker*.

Pour chacun d'eux, un curseur permet de faire varier le paramètre adéquat :

- le seuil en mètres pour le dénivelés bruts ;
- le nombre de point pour la moyenne mobile (demi-fenêtre, c'est à dire le nombre de points de part et d'autre du point de référence) ;
- la distance pour la moyenne mobile (demi-fenêtre, c'est à dire la distance en mètres au point de référence) ;
- la « tolérance » (ou valeur *epsilon*), paramètre conventionnel de l'algorithme de *Ramos-Douglas-Peucker*. Cette tolérance est exprimée en mètres.

Sous les curseurs, sont affichés les dénivelés positifs et négatifs calculés. Les curseurs sont tous initialisés à zéro, ce qui a pour effet que initialement, tous les dénivelés sont égaux aux dénivelés « bruts » sans seuil, ce qui est normal (les algorithmes sont neutres pour un paramètre nul). Voici un exemple avec des valeurs de paramètres non nulles (image A.3) :

Comparatif de méthodes de calcul de dénivelés

Aide

Dénivelés bruts :
Seuil = 9 m
D+ / D- = 273m / 280m

Moyenne mobile en # de points :
Largeur de 1/2 fenêtre = 10 pts
D+ / D- = 185m / 187m

Moyenne mobile en distance :
Largeur de 1/2 fenêtre = 15 m
D+ / D- = 240m / 237m

Ramer-Douglas-Peucker :
Tolérance = 5 m
D+ / D- = 227m / 230m

Recalculer l'altimétrie avec données IGN

Fermer la fenêtre

Image A.3 – **GpxSwK** : outil comparatif D+ / D-

Le lecteur fera des essais avec différentes de ses traces, et constatera en particulier :

- que les dénivelés « bruts » sont toujours très supérieurs aux autres, et une très faible influence du seuil sauf pour des traces très bruitées ;
- les différences notables entre les deux méthodes de moyennes mobiles, celle avec fenêtre en nombre de points étant très difficile à paramétrer car la distance entre les points de traces (ou indirectement la fréquence de relevé pour une trace enregistrée) influe énormément sur le résultat ;
- la stabilité de la méthode RDP, peu influencée par la nature de la trace GPX (élaborée sur carte ou enregistrée sur le terrain).

Si pour la méthode RDP, je préconise une tolérance d'environ 3 m à 5m pour un randonneur, l'utilisateur adaptera en fonction de sa pratique. Par exemple, il serait sans doute adéquat de choisir une tolérance différente pour un cycliste sur route.

Le bouton « *Recalculer l'altimétrie avec données IGN* » permet, si ce n'est pas déjà le cas, d'avoir une comparaison des résultats avec ceux basés sur une altimétrie fournie par le RGEalti de l'IGN. C'est une fonctionnalité intéressante pour, par exemple, rapidement évaluer les différences et résultats sur une trace enregistrée avec un récepteur GNSS ou un smartphone, que son altimétrie soit barométrique ou satellitaire. Voici un exemple très intéressant (image A.4) :

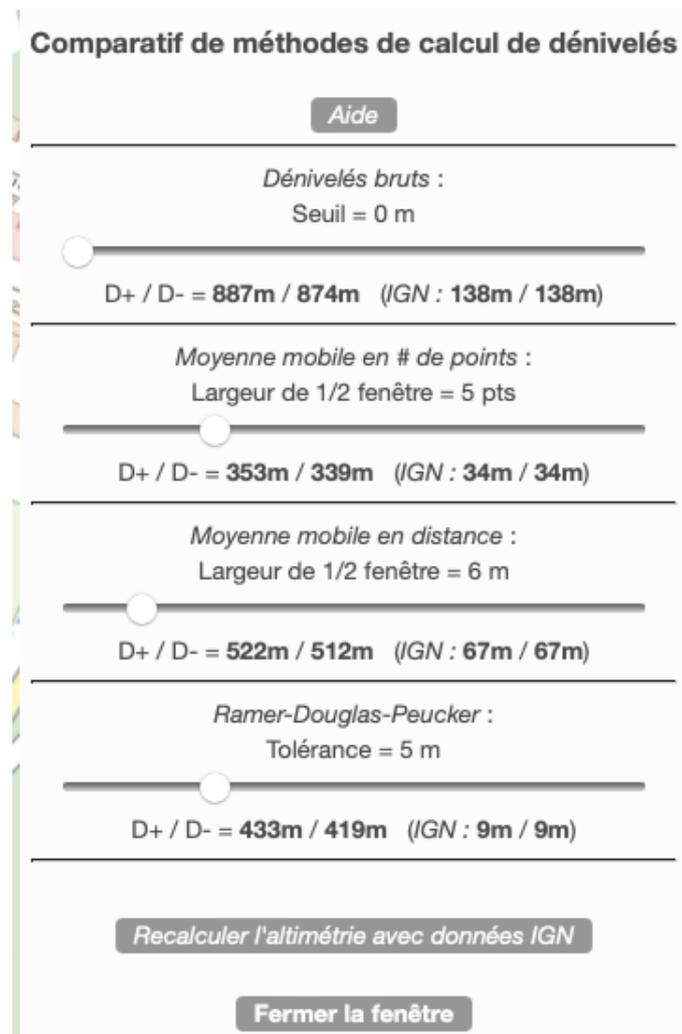


Image A.4 – **GpxSwK** : outil comparatif D+ / D- (altitudes GPS vs IGN)

La trace traitée ici a été enregistrée avec un smartphone, avec une fréquence d'un point toute les secondes (1Hz). Les altitudes du fichier GPX sont celles fournies par le système GPS. Le parcours de 3,5 km (environ 3000 points GPS) était à peu près plat, un aller-retour sur une digue en bord de mer. Dans cette situation, on devrait s'attendre à des dénivelés cumulés proches de zéro.

On constate que ce n'est absolument pas le cas, le dénivelé brut étant de 887 m! Pour comprendre, il faut regarder le profil altimétrique de cet enregistrement (image A.5) :



Image A.5 – **GpxSwK** : outil comparatif D+ / D- : profil trace digue

L'altimétrie de cette trace est très bruitée, ce qui est du à la mauvaise qualité de l'altimétrie provenant du réseau satellitaire. Il est intéressant de voir que même en appliquant les algorithmes, le dénivelé calculé reste aberrant. En recalculant l'altimétrie sur la base du RGE Alti IGN, seul l'algorithme RDP parvient à donner un dénivelé réaliste.

A noter que cependant, on aurait pu s'attendre dans ce cas à avoir un dénivelé cumulé proche de zéro, et non 9 m même en simplifiant le profil. L'explication réside dans le fait que cette trace est également bruitée horizontalement comme le montre l'image A.6. Et l'erreur de positionnement (« normale » pour un relevé GPS avec un matériel de cette nature) a pour effet de faire passer la trace sur un parking situé plus haut, ce que montre bien second profil compensé avec les altitudes IGN qui comporte quand même une portion erratique.

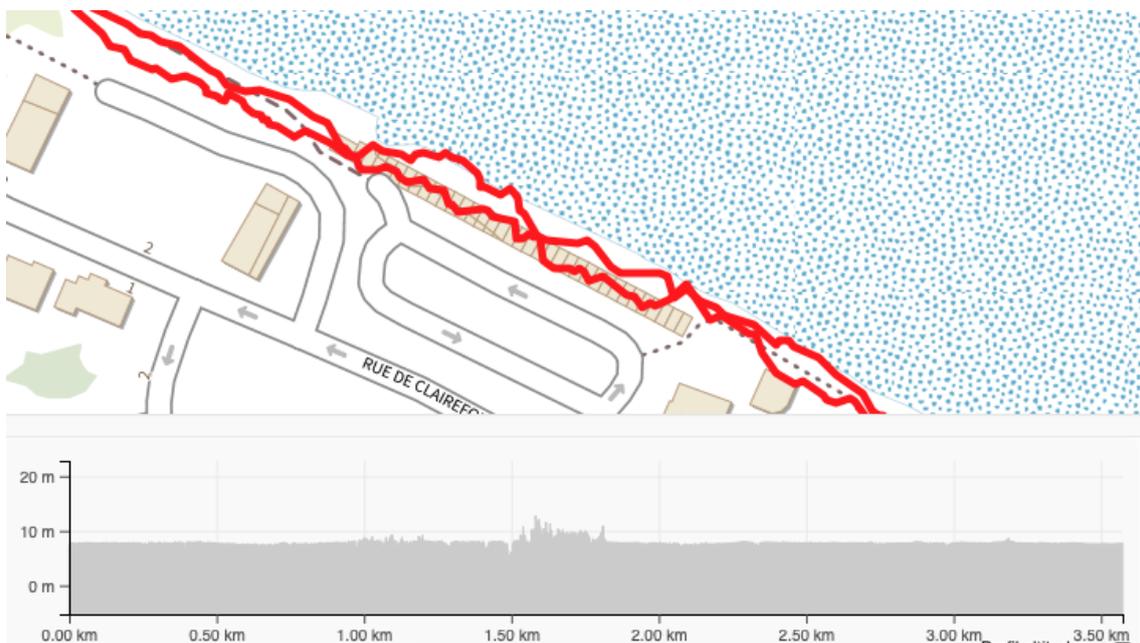


Image A.6 – **GpxSwK** : outil comparatif D+ / D- : profil trace digue

Quoi qu'il en soit, cet exemple démontre cependant l'efficacité et pertinence supérieure de l'algorithme RDP pour évaluer les dénivelés.

Un autre exemple semble utile pour (définitivement ?) disqualifier les méthodes par moyenne mobile :

Ceci est une trace créée sur carte (altimétrie IGN) dans la région des volcans d'Auvergne (image A.7). La particularité de cette trace qui est rectiligne sans emprunté de sentier, constitue des ascensions et descentes très régulières, sans accidents de terrain notables. Dans cette situation, il est facile de calculer les dénivelés positifs et négatifs minimaux, c'est à dire résultant des seules différences d'altitudes entre les points hauts et les points bas.

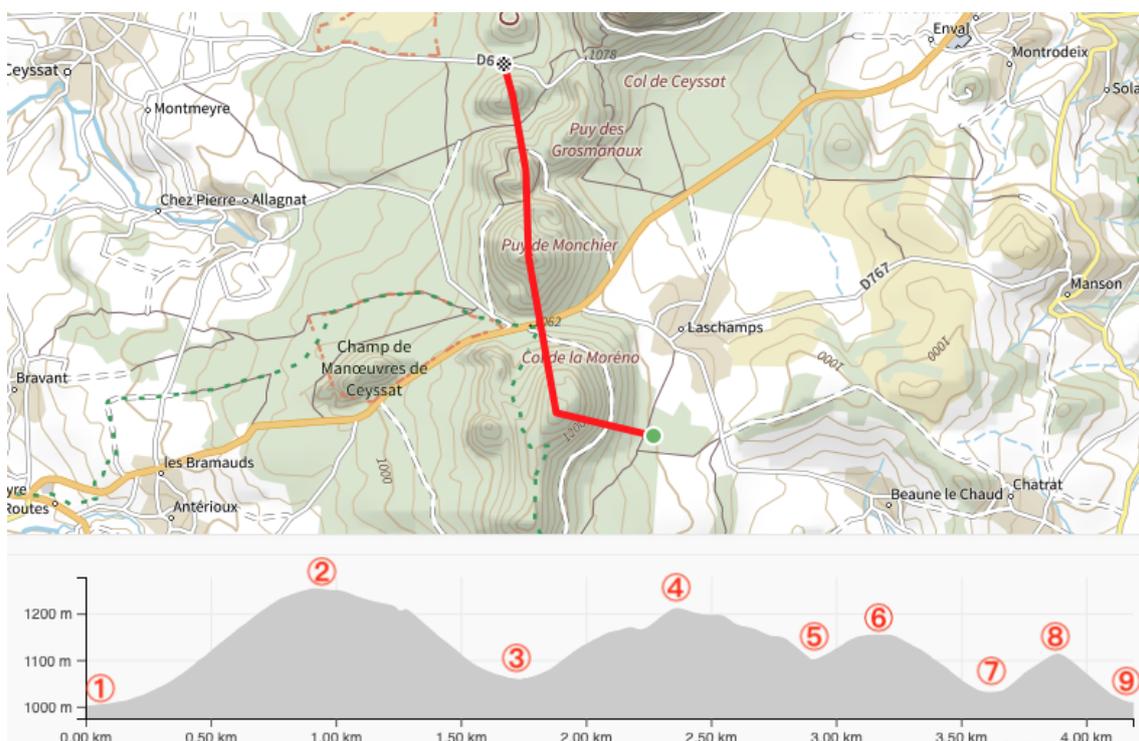


Image A.7 – **GpxSwk** : outil comparatif D+ / D- : trace test Puy

Les altitudes des points hauts et bas principaux (numéros de 1 à 9 sur l'image) sont :

1000 m, 1252 m, 1057 m, 1210 m, 1100 m, 1054 m, 1030 m, 1112 m, 1008 m
ce qui donne en dénivelés partiels :

+252 m, -195m, +153 m, -110 m, +54 m, -124 m, +82 m, -104 m

et donc en dénivelés cumulés :

+541 m et -533 m

Ces dénivelés sont les minima théoriques.

Il est instructifs de voir les valeurs retournées par les différents algorithmes, ici avec des paramètres habituels pour traiter des traces de façon moyenne sans filtrage excessif (image A.8) :

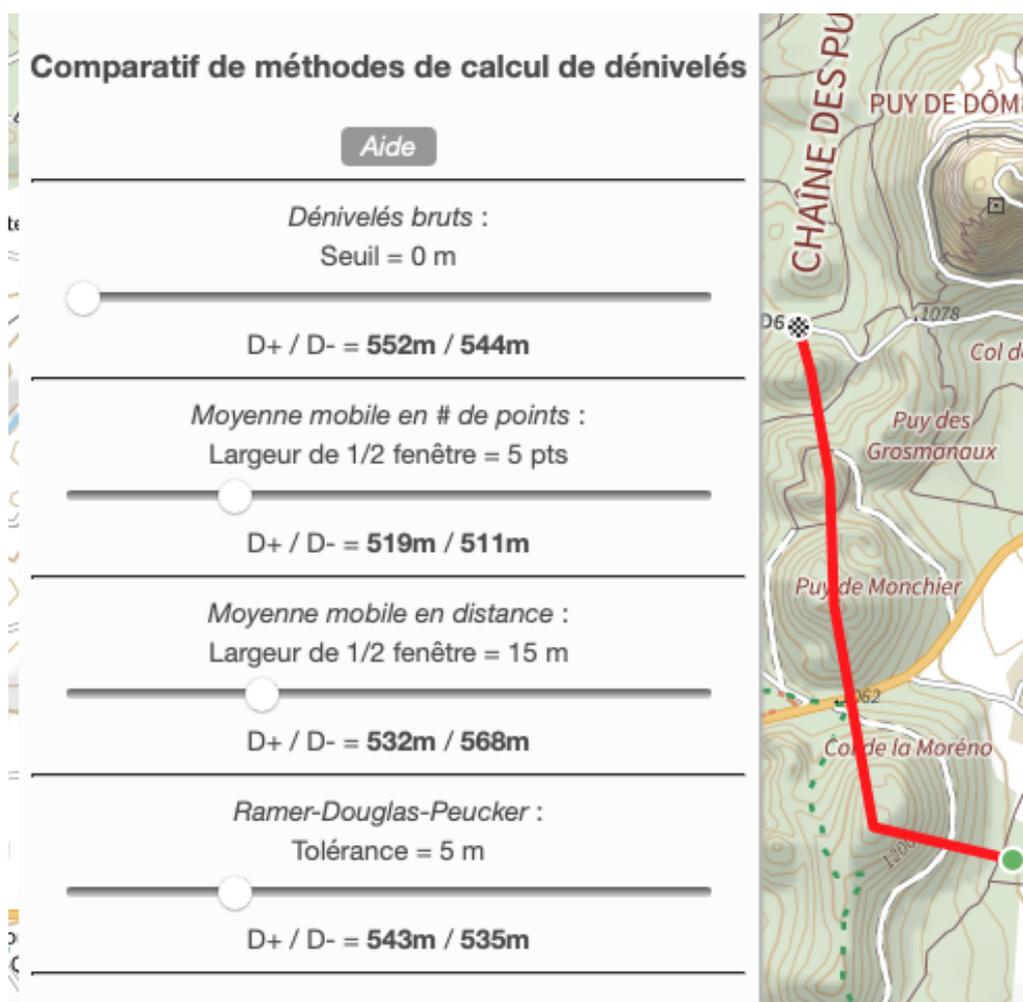


Image A.8 – **GpxSwk** : outil comparatif D+ / D- : trace test Puys

- les dénivelés bruts sont très légèrement au delà, c'est normal, le profil n'est pas absolument régulier ;
- la moyenne mobile en points donne des valeurs très inférieures au minima théorique ! Cela démontre l'effet délétère d'utiliser un lissage statistique pour calculer des dénivelés.
- la moyenne mobile en distance donne des résultats faux également, mais curieusement avec un D+ trop bas, mais un D- trop élevé ... Preuve également que cet algorithme est inadapté.
- l'algorithme RDP est extrêmement proche des valeurs théoriques, avec un écart dans la marge d'erreur des arrondis de calcul.

Pour tester avec vos propres logiciels, le fichier GPX de cette trace est [disponible ici](https://gpx.tybern.fr/gpx/Test-Deniveles-Puys.gpx)ⁱⁱ.

L'algorithme *Ramer-Douglas-Peucker* est donc le plus adapté à calculer des dénivelés positifs et négatifs de trace GPX, à l'exclusion des autres plus couramment utilisés ! C'est un point fort et original de **GpxSwk** !

ii. <https://gpx.tybern.fr/gpx/Test-Deniveles-Puys.gpx>



B - Typographie, icônes, mise en page

Typographie

Il est d'usage traditionnel pour les livres et ouvrages en français de faire un retrait de la première ligne des paragraphes (avec une exception parfois pour le premier paragraphe d'un chapitre). Conjointement, il n'y a pas d'interligne entre les paragraphes. Concernant la police de caractères, en français, on utilise plus couramment une police avec empattement.

Pour cet ouvrage, destiné aussi bien à être imprimé que lu sur un écran, j'ai préféré ne pas suivre cette convention, en étant plus proche de la typographie anglo-saxonne, et aussi de celle plus courante sur Internet. À savoir que la première ligne des paragraphes n'est pas indentée, et qu'il y a, pour bien les distinguer, un interligne entre ceux-ci. Ceci dans le but de rendre ce document plus lisible à l'écran en particulier.

Pour la même raison de lisibilité, j'ai préféré une police de caractères sans empattements, la police *Roboto* spécialement conçue pour une lisibilité optimale sur écran.

Il y a sans doute aussi d'autres entorses aux règles strictes de typographie française, toujours pour la même raison de lisibilité sur écran, merci aux puristes de ne pas m'en tenir rigueur.

Blocs spéciaux

Pour inclure une portion de fichier, du code de programmation, le texte de lignes de commande, le contenu d'un fichier de configuration, etc., le texte est affiché sur fond grisé, avec une police de caractères dite « télétype » :

```
Texte du programme "Hello World" en shell :  
  
#!/bin/bash  
echo "Hello World !"  
exit 0
```

Dans un tel bloc, le texte est affiché tel qu'il est, en particulier, sans modification de la mise en page. Ceci est indispensable quand il s'agit par exemple de lignes de code de programmation ou configuration dans un fichier. Cependant, cela peut amener à des lignes trop longues pour être correctement affichées. Dans ce cas, elles sont coupées, la suite apparaissant sur la ligne suivante indentée.

Pour bien indiquer que la ligne a subi une césure, le symbole ¶ est ajouté au lieu de la césure, et le symbole ¶ en début de ligne à suivre. Il faut donc comprendre que pour reconstituer la ligne originale, il suffit de supprimer la césure en considérant la (ou les) ligne(s) suivante(s), et bien entendu supprimer les symboles.

```
Ligne bien trop longue coupée en cinq :  
  
<url>http://wxs.ign.fr/experts/wmts?SERVICE=WMTS&¶  
  ¶VERSION=1.0&¶REQUEST=GetTile&¶LAYER=¶  
  ¶GEOGRAPHICALGRIDSYSTEMS.SLOPES.MOUNTAIN&¶FORMAT ¶  
  ¶=image/png&¶TILEMATRIXSET=PM&¶TILEMATRIX={$z ¶  
  ¶}&¶TILEROW={$y}&¶TILECOL={$x}</url>
```

Icônes

Certains blocs de texte apparaissent légèrement en retrait, annoncés par un symbole dédié indiquant la nature particulière de ce paragraphe :



Le texte de ce paragraphe est une remarque, un développement, une précision, trop long pour être déporté dans une note de bas de page (*bordure bleue*).



Le texte de ce paragraphe attire l'attention sur un point particulier important (*bordure rouge*).



Le texte de ce paragraphe indique une astuce, un «truc» utile à connaître et retenir (*bordure verte*).



Le texte de ce paragraphe est un passage plus technique, éventuellement plus difficile à comprendre pour le lecteur (*bordure brune*).



Le texte de ce paragraphe est une mise à jour intervenue depuis la rédaction initiale du chapitre (*bordure noire*).

Liens Internet

Les liens Internet (*hyperliens* ou *liens hypertextes*) insérés dans ce livre sont *cliquables* dans la version PDF (et colorés pour être mieux distingués). Ce livre étant aussi bien destiné à être imprimé qu'à être lu sur un écran, afin de faciliter la recherche et l'accès aux sites référencés via la version papier, les liens sont doublés d'un renvoi en bas de page avec l'URL complet du site. Par exemple, ceci est un lien vers la définition de la [notion d'hyperlien](https://fr.wikipedia.org/wiki/Hyperlien)ⁱⁱⁱ.

Ces renvois sont numérotés en chiffres romains plutôt que arabes, afin de les distinguer des autres notes de bas de page².

Making Off

Ce livre a été produit avec [L^AT_EX](https://www.latex-project.org/latex/)^{iv}, sur un MacBook et une installation [T_EXLive](https://www.tug.org/texlive/)^v, et principalement avec l'environnement [TeXstudio](https://www.texstudio.org/)^{vi} pour la rédaction.

Le style utilisé est une classe dérivée de la classe [LegrandOrangeBook](https://www.latextemplates.com/template/legrand-orange-book)^{vii}, adaptation réalisée par mes soins pour mon usage propre.

iii. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Hyperlien>

2. Note de bas de page numérotée en chiffres arabes

iv. <https://fr.wikipedia.org/wiki/LaTeX>

v. https://fr.wikipedia.org/wiki/TeX_Live

vi. <https://www.texstudio.org>

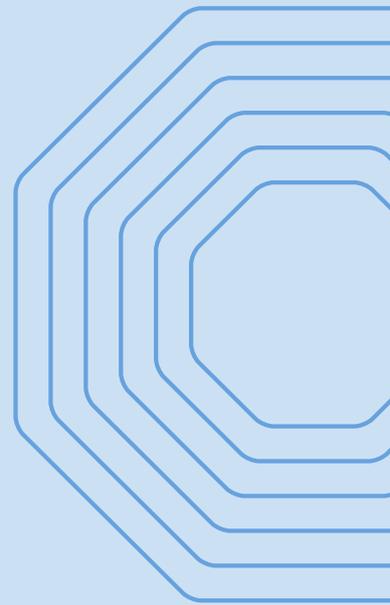
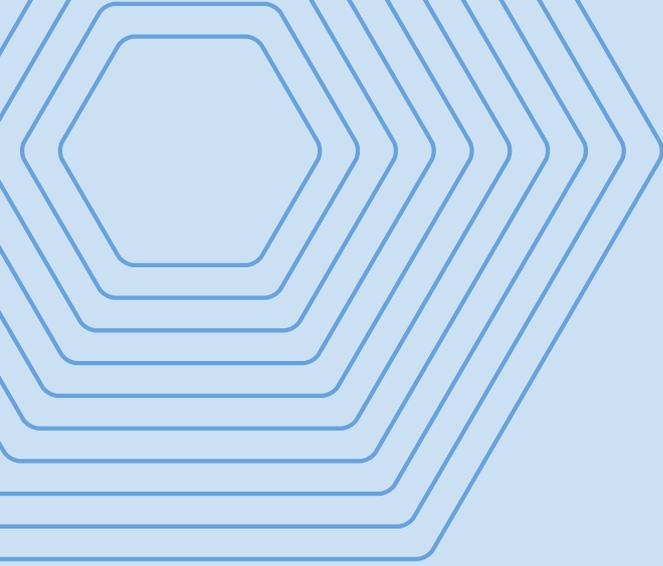
vii. <https://www.latextemplates.com/template/legrand-orange-book>



C - Notes personnelles

A large area for taking notes, featuring a vertical red margin line on the left and horizontal blue lines for writing.

This image shows a page of lined paper, likely from a notebook or a document. The page is white and features a vertical red margin line on the left side. The rest of the page is filled with horizontal blue lines, spaced evenly, providing a guide for writing. The lines are consistent in color and spacing throughout the page.



*Mode d'emploi de l'application **GpxSwK***

