

## Retransmission de la position de la balise 406 MHz par le décodeur sous forme de trames GPS

Maxime FAOU, Oscar LEPERCQ et Jean-Paul YONNET  
ENSE3, INP-Grenoble  
Contact : F1LVT - ADRASEC 38 / [F1LVT@yahoo.fr](mailto:F1LVT@yahoo.fr)

Plusieurs fonctions supplémentaires ont été incluses dans le décodeur de trames « 4 lignes ». La première c'est l'émission d'une trame GPS contenant la position. La seconde, c'est l'affichage de la distance entre la balise et le décodeur. D'autres modifications ont aussi été effectuées que nous verrons ultérieurement, comme le stockage en mémoire des trames. Nous nous intéresserons d'abord à la retransmission de la position sous forme de trames GPS.

Quand la balise 406 est équipée d'un GPS, les trames 406 transmises contiennent l'information de position de la balise. Cette information est décodée par le décodeur, qui affiche en clair la position de la balise. Dans la nouvelle version du programme du PIC 18F2685 (version « **v-D2F** »), cette position est transformée puis encodée sous la forme d'une trame GPS à la norme NMEA 0183. Le décodeur génère exactement les mêmes signaux que le GPS de la balise.

Les applications sont très nombreuses. Par exemple en reliant le décodeur à un PC, certains logiciels comme Google Earth permettent d'afficher directement sur l'écran la photo aérienne avec la position de la balise. Il faut juste un convertisseur RS232 – USB entre le décodeur et le PC (quelques euros sur Ebay). On peut aussi envoyer la trame GPS sur un émetteur APRS, et on voit apparaître la position de la balise 406 en APRS ...

Pour la partie logicielle, tout est intégré dans la nouvelle version du programme du PIC, la « **v-D2F** ». La modification à effectuer sur le circuit imprimé est minime. La trame GPS sort sur une broche du PIC inutilisée jusqu'à présent, sous forme de créneaux de 5V. Il faut juste ajouter un inverseur dans certains cas.

### 1 - Cadre des travaux

Ces travaux ont été effectués dans le cadre d'un « Projet Collectif » de l'ENSE3 (l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de l'Energie, de l'Eau de de l'Environnement), de l'INP-Grenoble (Institut National Polytechnique de Grenoble), au cours du second semestre de l'année 2014 - 2015. Le groupe était composé de 7 étudiants : Juliana FERNANDEZ, Mouslim ESSAKALI, Lucas DE SOUZA, Guilherme DOS SANTOS, Maxime FAOU, Oscar LEPERCQ, et Pierre MENJON. C'est pour cela que la mention « Projet-Co 2015 » apparaît dans la page d'accueil.

Les études ont été poursuivies dans le cadre d'un Stage 2A par Maxime FAOU et Oscar LEPERCQ en Juin – Juillet 2015. La version « v-D2F » a été finalisée et testée lors de ce stage.

Ces travaux ont été encadrés par Jean-Paul YONNET / F1LVT, avec l'aide précieuse d'Eric ESCANDE, Professeur Agrégé d'Informatique Industrielle.

## 2 - La retransmission de la position

L'idée de retransmettre la position de la balise est assez ancienne. Il y a quelques années, un groupe d'étudiants avait déjà travaillé sur la retransmission en DTMF de la trame. L'idée qui sous-tendait ce mode de transmission, c'est la possibilité de grouper par 4 les bits de la trame (ce qui correspond à de l'hexadécimal) et de transmettre la trame sous forme de tonalités DTMF, car le DTMF est très bien adapté pour représenter l'hexadécimal avec ses 16 valeurs (1 à 9, 0, #, \*, A à D en téléphonie, soit 4 lignes par 4 colonnes sur le clavier complet). Ensuite cette série de tonalités DTMF peut être envoyée sur un canal téléphonique, un canal radio ou autre.

Ce projet n'a pas abouti à cause de sa complexité. Le « générateur – décodeur » DTMF choisi était le MT8880. Pour piloter ce circuit, le PIC 18F2685 n'avait pas assez de ports 'entrées - sorties' disponibles. Cela nous avait conduits à changer de PIC et à passer sur un PIC à 40 broches, le 18F4685. C'est toute la carte électronique qu'il fallait refaire pour une fonctionnalité supplémentaire.

Après réflexion, la donnée la plus importante à retransmettre, c'est la position de la balise. En cas de déclenchement, il faut aller sur cette position le plus vite possible. Et une façon simple de transmettre une position, c'est une trame GPS. C'est pourquoi nous avons ajouté dans le programme du PIC un sous-programme qui est activé quand le décodeur reçoit une trame 406 qui contient la position de la balise. Nous avons choisi de générer la trame standard « \$GPGGA », avec la position de la balise dans les champs réservés à la position. Ainsi, le décodeur se comporte exactement comme le GPS de la balise, en donnant la position de la balise.

## 3 – Quelques remarques sur les trames

Tout au long de cet article, nous allons parler de trames 406 et de trames GPS. Ces 2 types de trames n'ont rien à voir entre elles.

La trame 406 est transmise par radio sur la bande 406 MHz. La porteuse est modulée en PSK, à la vitesse de 400 bauds. La trame est une succession de « 1 » et de « 0 », et sa longueur fait 144 bits (ou 112 bits pour les trames courtes).

Quant au GPS, il transmet sa position sous forme de chaînes de caractères en ASCII, à la vitesse de 4800 bauds, dans la norme NMEA 0183. Pour la trame « \$GPGGA », cette chaîne de caractères est du type :

```
$GPGGA,254036.000,9836.5375,N,19740.9373,E,1,04,3.2,200.2,M,,,,,0000*0E
```

Les champs sont délimités par des virgules. Dans la trame précédente on peut lire successivement l'heure, la latitude, la longitude, l'altitude, etc. C'est ce type de trame GPS que nous avons programmé dans le décodeur car c'est la trame la plus courante pour transmettre une position. Cette trame GPS ne peut pas être transmise directement par radio ; elle doit être exploitée par un système informatique. Cela peut être l'entrée RS232 d'un PC ; on peut alors afficher le contenu des trames GPS avec la fonction « Hyperterminal ». Avec un convertisseur RS232 – USB, on peut envoyer la trame GPS sur un port d'entrée USB d'un PC, et afficher la position en temps réel sur une carte. On peut aussi exploiter cette trame avec un TinyTrak et envoyer la position en APRS. On trouve même des « loggers » capables d'enregistrer les trames GPS. Ces exemples montrent que les utilisations possibles de ces trames GPS sont nombreuses et assez variées.

#### 4 – La sortie des trames GPS sur le PIC

Il a fallu créer une nouvelle sortie sur le microcontrôleur. Nous avons utilisé la broche 17 du PIC 18F2685. Les trames GPS sortent sous forme de créneaux d'amplitude 5V entre la broche 17 et la masse.

Deux familles d'utilisations sont possibles : soit par RS232, soit par USB.

##### 4 a : Sortie par prise USB

Pour envoyer le signal sur une prise USB, c'est très simple. Il suffit de relier la sortie du PIC à l'adaptateur USB (Photo 1). Les liaisons qu'il faut réaliser sont :

- (1) : Masse du PIC — GND de l'adaptateur USB,
- (2) : Broche 17 du PIC — TXD de l'adaptateur USB

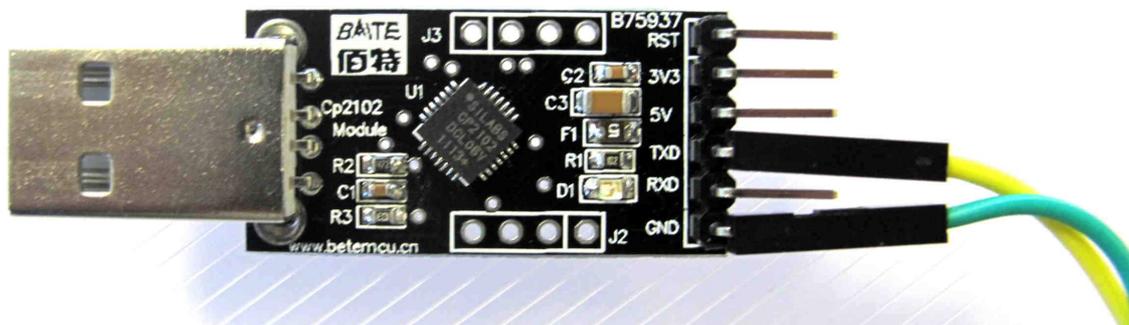


Photo 1 : Adaptateur USB (Silabs CP2102 ou équivalent)

D'autres types d'adaptateur « RS232 – USB » sont utilisables. Il faut juste vérifier si il faut inverser les signaux de sortie du PIC.

##### 4 b : Sortie par DB9 / RS232

Pour l'envoi de la trame GPS par RS232, il faut inverser le signal. Cette inversion peut être effectuée par un circuit spécialisé MAX 232 ACPE, qui convertit les niveaux TTL en RS232. C'est théoriquement la solution idéale, mais il existe des solutions beaucoup plus simples.

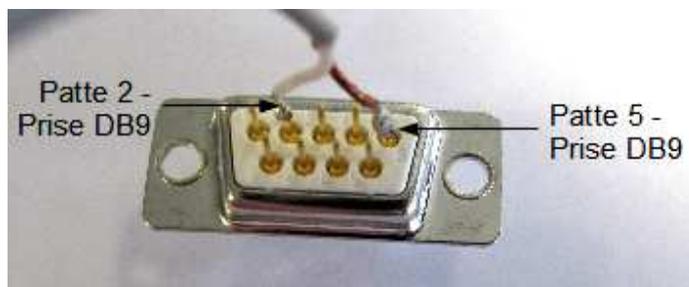


Photo 2 : Connexion entre la sortie du PIC et la prise DB9

Quand on regarde les signaux envoyés par un GPS, ce sont souvent des créneaux de 3V ou de 3,3V d'amplitude, et les différentes utilisations s'en accommodent. Pour obtenir les signaux similaires avec notre sortie du PIC, il suffit d'inverser le signal de sortie sur la broche 17 du PIC. Cette inversion peut être réalisée avec un transistor ou avec une porte logique. Après cette inversion, sur la DB9 de sortie, la masse est en 5 et le signal en 2 (Photo 2). Avec cette méthode, cette sortie RS232 produit une excursion de tension limitée mais très suffisante.

L'inversion du signal peut être réalisée par un transistor (T1) et deux résistances, voire un transistor à effet de champ (T2) et une seule résistance (Figure 1). C'est cette seconde solution qui a été câblée directement sur le montage de la Photo 3 (carte DECTRA) [1], avec un BS170 et une résistance de 2,7 kΩ sur le drain

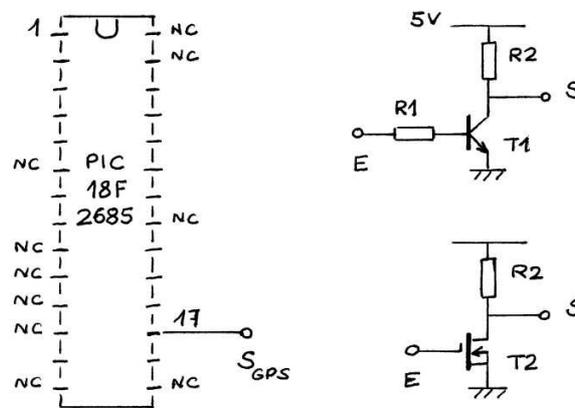


Figure 1 : Inversion de la sortie du signal GPS

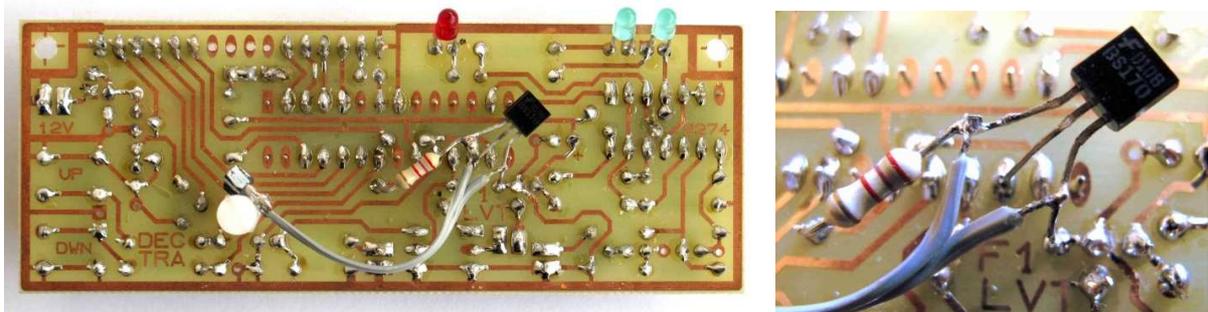


Photo 3 : Addition d'un inverseur de la sortie GPS (broche 17 du PIC) par un transistor FET et une résistance

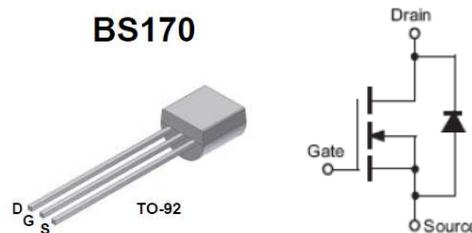


Figure 2 : Brochage du BS170

Si le décodeur est en coffret, il faut ajouter une sortie supplémentaire sur ce boîtier. Ce peut être un connecteur DB9 femelle comme sur certains GPS : le signal sort en 2 et la masse en 5. Ce connecteur peut aussi être une prise Jack mono supplémentaire.

## 5 - Utilisation des trames avec un PC, par prise USB

La première utilisation de la liaison USB est la connexion à un PC. Il existe toute une série de logiciels capables de positionner les trames envoyées sur une prise USB. Pour afficher la position, les cartes peuvent être enregistrées, ou téléchargées.

Par exemple avec Google Earth (Photo 4), on voit apparaître la photo aérienne du lieu de positionnement de la balise. Un exemple de copie d'écran est montré sur la Photo 5.

Nous avons aussi essayé d'autres logiciels comme « CartoExploreur 3 », qui affiche les cartes IGN au 1/25000<sup>ième</sup> (Photo 6). La photo 7 montre le résultat avec le logiciel « Carte sur Table », qui fonctionnent avec des cartes pré-calibrées. La position de la balise s'affiche sans problème.

Avec Google Maps Tracker, il faut une connexion internet pour avoir le fond de carte (Photo 8). Il est possible de zoomer pour repérer la position

A vrai dire, parmi tous les logiciels qui permettent de positionner une trame GPS, nous n'avons pas identifié de logiciel qui ne fonctionne pas avec les trames générées par notre décodeur. Comme la trame \$GPGGA est une trame très classique pour se positionner, elle est acceptée par de très nombreux systèmes.

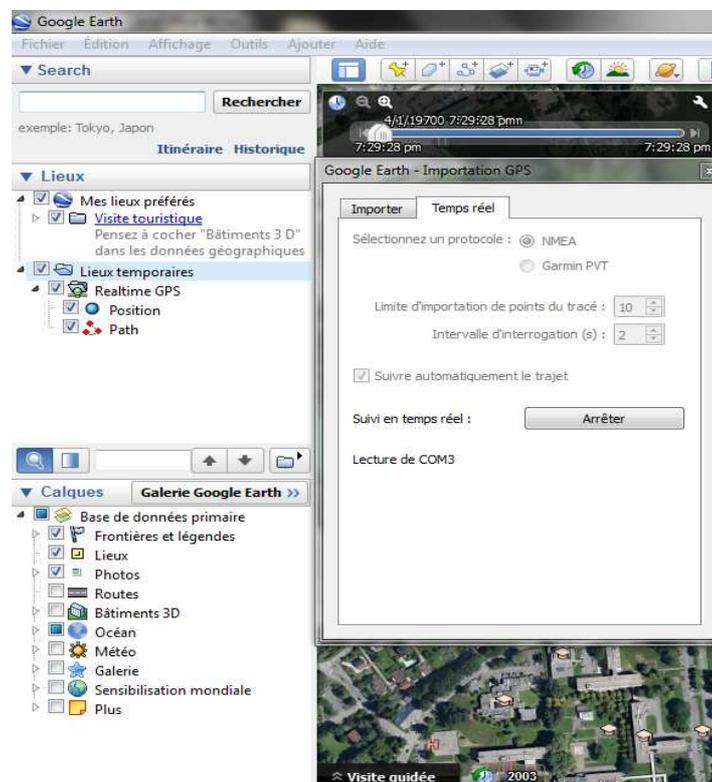
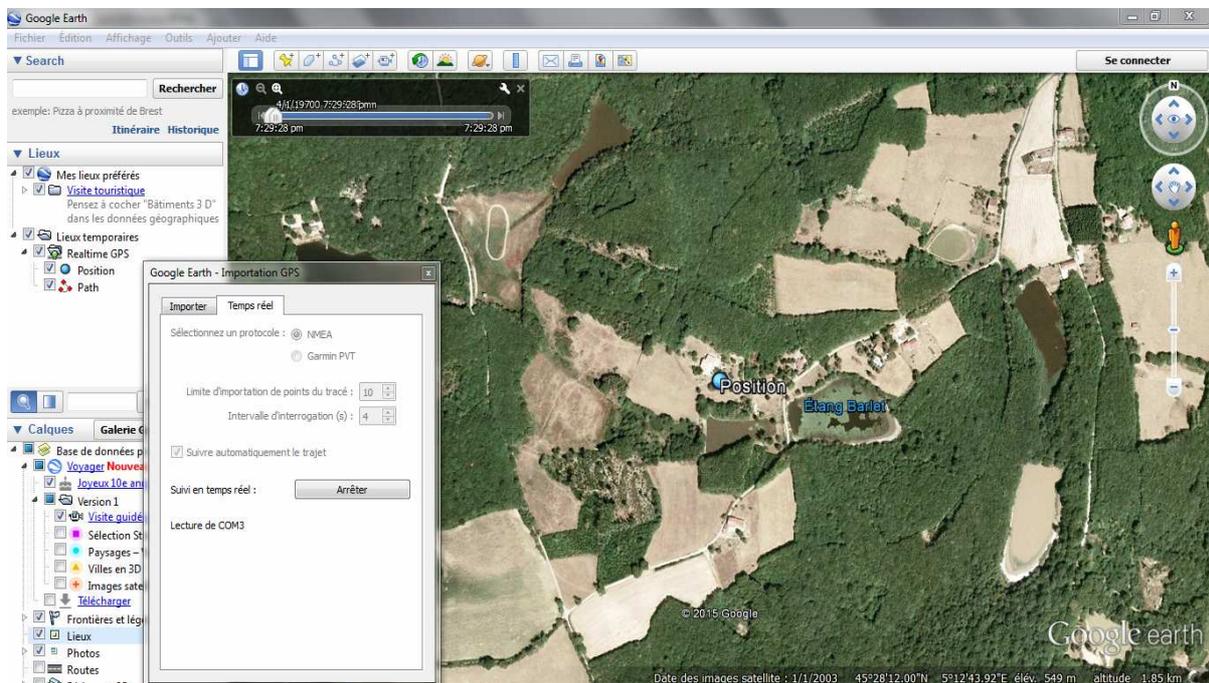
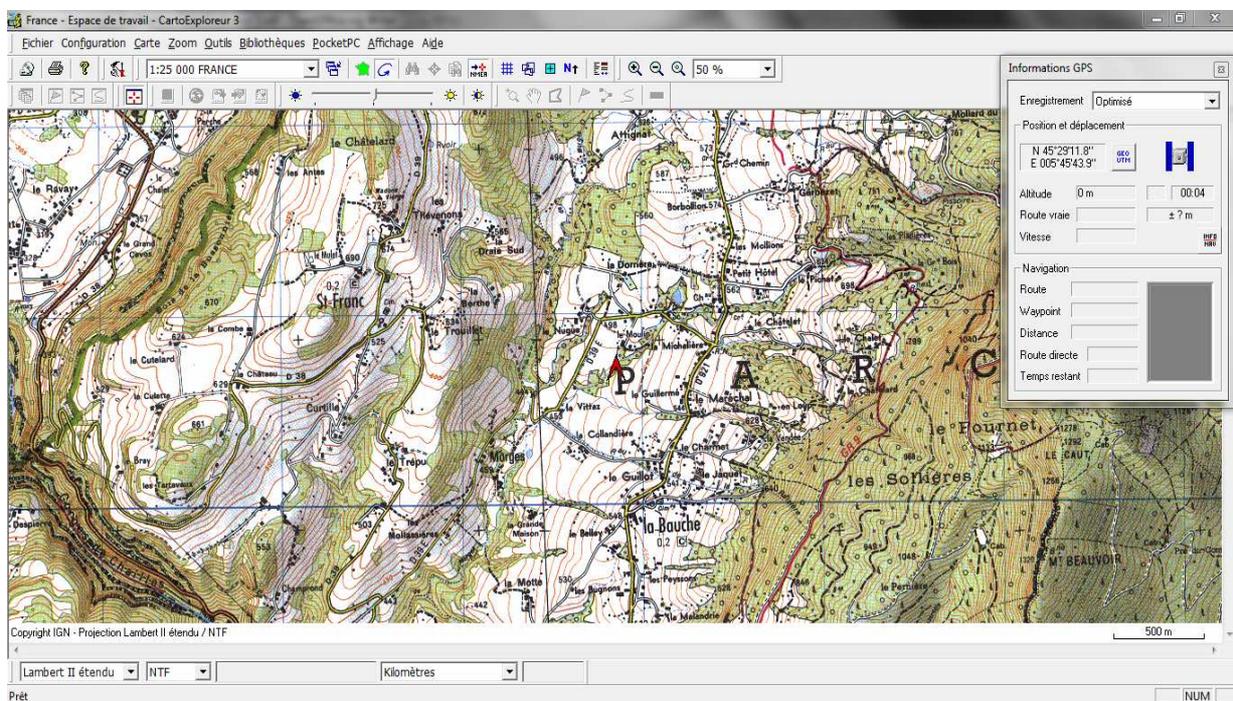


Photo 4 : Paramétrage de Google Earth



*Photo 5 : Utilisation du générateur de trames GPS avec Google Earth.  
La position est montrée par un rond bleu*



*Photo 6 : Positionnement de la balise avec CartoExploreur 3.  
La position est montrée par la flèche rouge.*

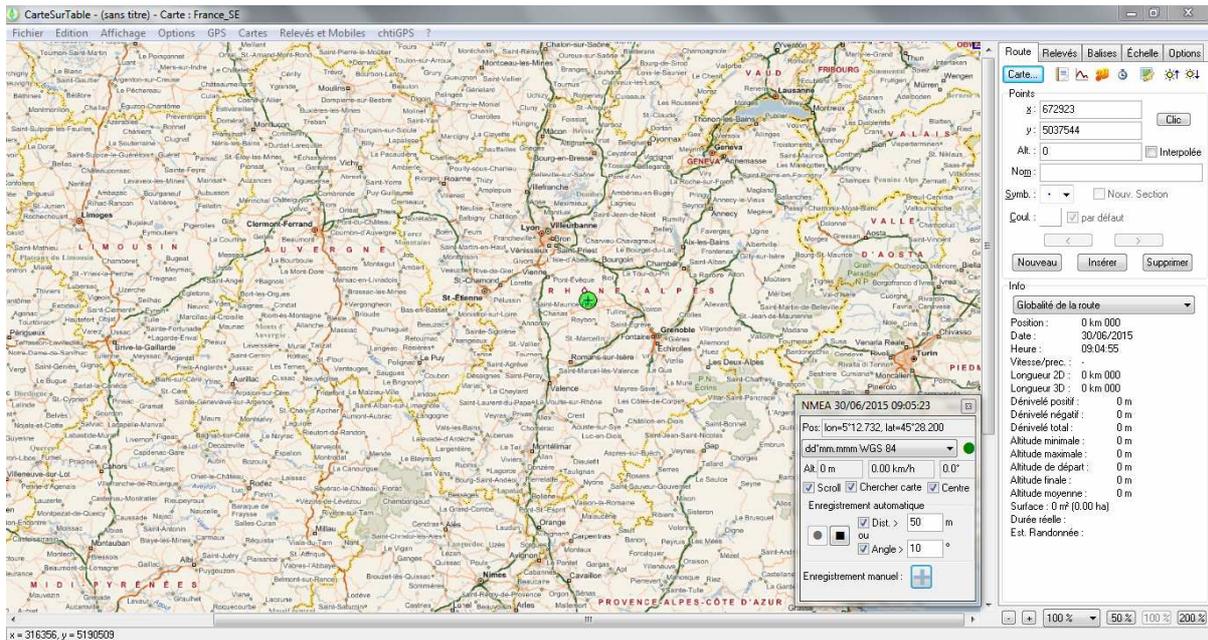


Photo 7 : Exemple d'utilisation avec le logiciel « Carte sur Table ».  
Le fond cartographique provient du site France APRS.

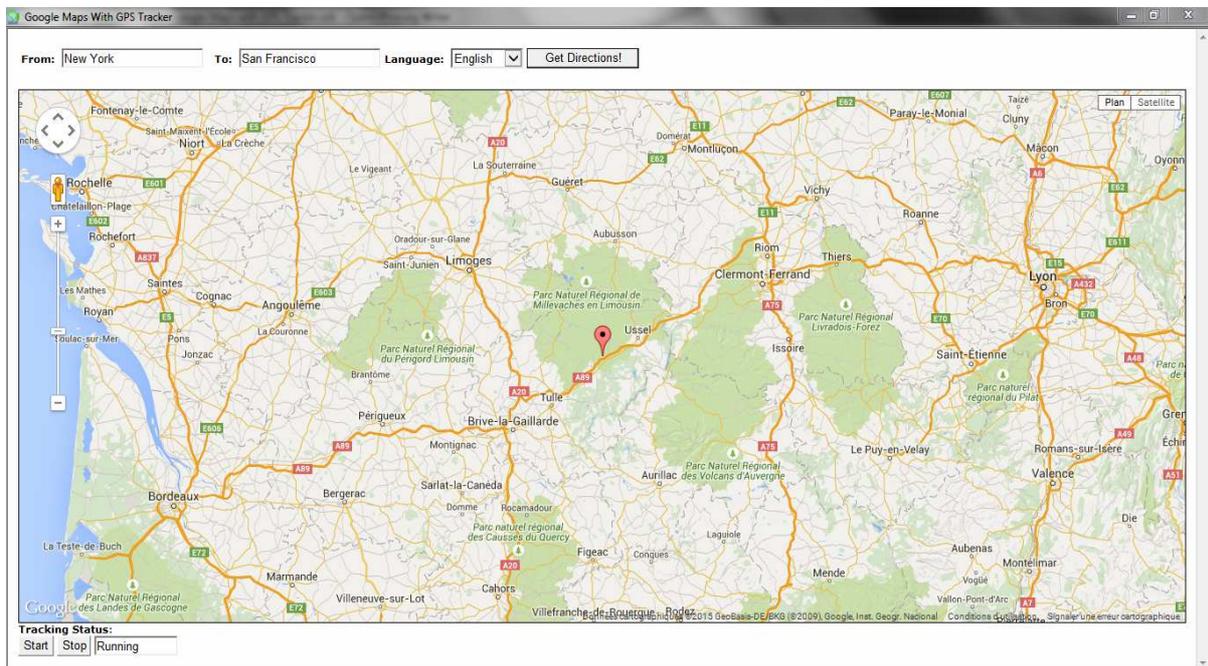


Photo 8 : Avec une connexion internet, on peut utiliser Google Maps Tracker.



Les modifications à faire sur la carte électronique sont très mineures. Avec un adaptateur USB, la connexion est directe. Avec une sortie série RS232 par DB9, il faut juste inverser le signal, ce qui est assez facile à réaliser.

Cette fonction n'a besoin que de la position de la balise encodée dans la trame. Même si le décodeur n'est pas connecté à un GPS, la retransmission des trames GPS fonctionne dès que la balise retransmet sa propre position. Ces trames GPS peuvent être utilisées par connexion directe à un PC, qui affiche alors la position de la balise directement sur une carte. On peut aussi envoyer cette position en APRS, ce qui peut être une solution bien adaptée aux équipes de recherche sur le terrain.

## Référence

[1] Site web [www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com)

<http://www.f1lvt.com/files/333-CarteDECTRA-V6P1.179.pdf>

<http://www.f1lvt.com/files/334b-ConstructionDECTRA2274-V7P2.183.pdf>