

TimeBox II
PF0081
Manuel utilisateur



François Cochard
(francois.cochard@shelyak.com)

22 janvier 2025

Ref. DC0052 - rev A

Table des matières

1	Introduction	3
1.1	Versions de ce document	3
1.2	Introduction	3
1.3	Contenu du produit	3
1.4	Démarrage rapide	4
2	Principe général	5
2.1	La datation des occultations d'étoiles	5
2.2	Principe de fonctionnement	5
3	La TimeBox II	6
3.1	Caractéristiques techniques	6
3.2	Mise en service	6
3.3	A propos de l'antenne GNSS	6
3.4	Le bouton Reset	6
4	Le logiciel	7
4.1	Options du logiciel	9
4.1.1	Arrêt de la synchronisation	9
4.1.2	Synchroniser maintenant	9
4.1.3	Ouverture automatique du port COM	10
4.1.4	Synchronisation automatique	10
4.1.5	Basculement heure locale / UTC	10
4.1.6	Durée LED PPS	10
4.2	Fonctions avancées	10
4.2.1	Choix de la langue	10
4.2.2	Décalage de temps intentionnel	10
4.2.3	Fenêtre toujours visible	10
4.2.4	Mise à jour du firmware	10
4.3	Utilisation de la TimeBox II à distance	11
4.3.1	Le bouton Reset	11

1.1 Versions de ce document

Version	Date	Description
A	22 janvier 2025	First version

1.2 Introduction

Vous avez entre vos mains une TimeBox II, un petit dispositif qui vous permet de dater des observations à quelques millisecondes près par rapport à une référence de temps absolue (heure UTC par exemple). La vocation première de ce système est de permettre des observations d'occultations d'étoiles par des astéroïdes - qui requiert ce type de datation précise - mais on peut imaginer tout autre type d'usage qui nécessite une datation absolue précise.

Dans sa version initiale, la TimeBox avait été pensée et conçue par César Valencia-Gallardo. César est un astronome amateur qui avait compris le besoin d'un dispositif de datation précise. Il avait alors proposé ce système à Shelyak Instruments pour en assurer le développement industriel. La TimeBox II est un développement de Shelyak Instruments, mais qui a été fait en étroite collaboration avec César - il a en particulier vérifié en détail que la précision de datation reste au même niveau.

Ce document explique le principe de fonctionnement de la TimeBox II, ainsi que son utilisation détaillée.

La présente documentation, ainsi que le logiciel qui accompagne la TimeBox II est disponible sur le site web de Shelyak Instruments ¹.

1.3 Contenu du produit

La TimeBox est livrée avec avec les accessoires suivants :

- TimeBox II (voir fig. 1.1)
- L'antenne GNSS (ref EL0200), avec un câble de longueur 5m (fig. 1.2)
- Le câble USB (ref EL0369), avec un câble de 0,50m (fig. 1.3)



FIGURE 1.1 – Timebox II



FIGURE 1.2 – Antenne GNSS et son câble



FIGURE 1.3 – Câble USB

1. <https://www.shelyak.com>



FIGURE 1.4 – Face arrière et connecteur SMA



FIGURE 1.6 – La TimeBox II avec les câbles connectés



FIGURE 1.5 – Connecteur USB-C

La TimeBox II est alimentée par le connecteur USB de votre PC. Avec ces accessoires, vous avez donc tout ce qu'il faut pour travailler.

1.4 Démarrage rapide

Vous êtes impatient de démarrer votre TimeBox II ? Alors branchez l'antenne sur la TimeBox II, branchez la TimeBox II sur votre ordinateur, installez le logiciel TimeBox II (c'est un simple fichier .exe à télécharger sur le site de Shelyak), et lancez-le. Suivez les instructions à l'écran... dans quelques minutes au plus, l'horloge de votre PC sera synchronisée sur l'heure GNSS (que l'on peut considérer comme une heure absolue).

Vous trouverez à l'adresse suivante une courte vidéo qui montre l'utilisation de la TimeBox II en conditions normales (avec connexion automatique) :

<https://youtu.be/iqBCV0uHAFw>

La vidéo est également accessible avec le QRcode fig. 1.7



FIGURE 1.7 – Tuto vidéo

2.1 La datation des occultations d'étoiles

Lorsqu'un astéroïde passe devant une étoile – en la regardant depuis la terre – son éclat (sa magnitude) baisse pendant quelques secondes. Cette baisse de luminosité est relativement facile à observer, avec un matériel modeste (un petit télescope, équipé d'une caméra CCD). La durée de l'occultation donne une information précise sur la taille de l'astéroïde.

Les astéroïdes dont on parle ici, dans le système solaire, sont plus petits que la terre et comme les étoiles sont infiniment plus lointaines, l'occultation de l'étoile dessine en fait l'ombre de l'astéroïde sur la terre. Cette ombre couvre généralement une bande de quelques dizaines de kilomètres.

Si plusieurs astronomes font la même observation en étant régulièrement répartis sur la terre (sur la bande couverte par l'occultation), on peut remonter à la section complète de l'astéroïde. A condition toutefois que chaque observation soit datée précisément, à quelques millisecondes près.

Tout ordinateur dispose d'une horloge, et permet de dater une observation. Mais il se trouve que ces horloges sont peu précises – elles dérivent facilement de plusieurs secondes par jour. Au quotidien ça ne pose pas de problème, parce qu'il est rare d'avoir besoin de dater très précisément une activité. Et par ailleurs le PC peut être remis à l'heure régulièrement quand il est connecté à Internet. Mais dans notre cas, il est fréquent que les observations d'occultations se fassent loin des villes, et loin d'internet, alors que la précision attendue de la datation du phénomène observé est grande!

C'est l'objectif de la TimeBox II que d'assurer cette datation précise. En concevant ce dispositif, nous avons la ferme volonté de contribuer à développer ces observations passionnantes, simples pour chaque observateur, mais qui prennent une dimension incroyable quand elles sont menées collectivement.

2.2 Principe de fonctionnement

Le principe de la TimeBox est simple. Un module GNSS¹ est capable de mesurer l'heure absolue avec une grande précision (quelques microsecondes), cela est nécessaire pour calculer la position sur terre (c'est la fonction première d'un module GNSS ou équivalent). La TimeBox II intègre donc un tel module GNSS, et envoie régulièrement la date précise (absolue) à l'ordinateur. Le logiciel associé à la TimeBox II compare en permanence l'heure venant du module GNSS avec l'heure du PC, et apporte les corrections nécessaires quand un écart trop grand est détecté. L'algorithme utilisé assure des corrections douces, pour éviter des sauts de datation qui nuiraient à la qualité des observations. Pour donner toute sa précision, le logiciel a donc besoin "d'observer" les dérives du PC pendant quelques minutes. Pour cela, il est bon de démarrer la TimeBox quelques minutes au moins avant votre observation.

Le logiciel de la TimeBox II ne fait que s'occuper de la mise à l'heure du PC. Il n'interfère en rien avec les autres logiciels de votre ordinateur (par exemple votre logiciel d'acquisition). Il n'y a donc aucun souci de compatibilité avec votre logiciel, quel qu'il soit. C'est aussi ce qui fait que la TimeBox II peut être utilisée pour n'importe quelle autre application Windows qui aurait besoin d'une datation absolue précise.

1. GNSS = Global Navigation Satellite System. Dans le langage courant, on parle souvent de GPS, mais il existe maintenant plusieurs systèmes de géo-localisation, dont le GPS est le plus ancien, mais plus le seul

3

La TimeBox II

3.1 Caractéristiques techniques

- Dimensions : 70 x 40 x 18 mm
- Poids : 60 grammes (sans les câbles)
- Alimentation : par le port USB (5V, 100mA max)
- Connecteurs : USB-C (connexion au PC) et SMA (antenne GNSS)
- LED PPS : lorsque le module GNSS est synchronisé sur les satellites (un minimum de 4 satellites détectés est requis), la LED est synchronisé que le signal PPS (Pulse Per Second). La largeur d'impulsion PPS est variable ; c'est le front montant (allumage) qui est synchronisé avec le signal PPS.
- Précision temporelle : inférieure à 2 ms (millisecondes) par rapport à l'heure GNSS

3.2 Mise en service

Branchez la TimeBox II sur un port USB de votre PC (pas besoin d'un port USB3, un USB2 est largement suffisant)... et c'est tout !

La TimeBox démarre automatiquement dès que vous la connectez à votre PC ; elle est alimentée par le connecteur USB.

La LED indique l'état de fonctionnement :

- Tant que le logiciel n'est pas démarré sur le PC, la LED est allumée en continu.
- Dès que le logiciel est connecté à la TimeBox II (voir ci-dessous), la LED clignote rapidement ; cela indique que le module recherche des satellites. En général, cela ne dure que quelques secondes¹.
- Lorsque plusieurs satellites sont détectés (au moins quatre), la LED clignote en mode "PPS" (Pulse Per Second), c'est à dire qu'elle bat la seconde, sur la base du signal GNSS. L'instant d'allumage est précisément déclenché par le module GNSS, mais la durée d'allumage est réglable (par défaut de 100ms).

3.3 A propos de l'antenne GNSS

Le module GNSS dispose d'une antenne interne, mais sa sensibilité est très faible comparée à l'antenne extérieure. Il est donc fortement recommandé (et même davantage) de connecter l'antenne extérieure livrée avec la TimeBox II. De même, le signal GNSS est très facilement détecté (en quelques secondes) à l'extérieur, mais cela peut être beaucoup plus long (voire même impossible) à l'intérieur d'un bâtiment. Si vous faites des essais à l'intérieur, tâchez au minimum de mettre l'antenne GNSS à proximité d'une fenêtre.

Note : l'antenne GNSS fournie avec la TimeBox II est parfaitement standard. Vous pouvez la remplacer par n'importe quelle antenne GNSS du commerce, elle doit simplement être pourvue d'un connecteur SMA (c'est un connecteur très standard dans le domaine).

3.4 Le bouton Reset

Un appui sur le bouton Reset de la TimeBox II a pour effet d'interrompre la synchronisation. Voir la partie logicielle pour davantage de détails.

Note : Le bouton Reset interrompt la synchronisation, mais ne fait pas un "vrai reset" du microcontrôleur.

1. Il est possible qu'à la première utilisation, ou si vous n'avez pas utilisé la TimeBox II depuis longtemps, ou encore si vous avez fait un long voyage, la détection des satellites prennent jusqu'à quelques minutes.

4

Le logiciel

Vous trouverez le logiciel TimeBox II sur le site de Shelyak Instruments¹. Il s'agit d'un simple fichier .exe, qui peut être enregistré n'importe où sur votre disque dur. Aucune installation n'est requise ; dans le jargon de Windows, c'est une "application portable".

Le logiciel est gratuit, vous pouvez le télécharger autant de fois que vous le souhaitez, et l'installer sur plusieurs PC.

Un élément technique important : il est impératif que le logiciel soit démarré en mode administrateur. Vous devez donc avoir les droits d'administration de votre ordinateur. Cette contrainte vient de Windows, qui requiert ces droits pour modifier l'heure et la date. Si vous lancez le logiciel en mode standard, il vous proposera de redémarrer avec les droits administrateur. Si vous continuez sans ces droits, le logiciel sera capable de fonctionner, mais en mode passif : il vous indiquera l'écart d'heure, mais ne pourra pas le corriger.

Lorsque vous lancez le logiciel, vous voyez la fenêtre principale (fig. 4.1).

Lorsque vous avez connecté la TimeBox II sur un des ports USB de votre PC, vous pouvez cliquer sur l'indication "Pas de port COM, cliquez pour sélectionner". Le logiciel propose les ports USB susceptibles d'héberger la TimeBox (fig. 4.2). Sélectionnez le port COM sur lequel est effectivement connecté votre TimeBox II.

Notez que ce port est ensuite mémorisé, et la reconnexion ultérieure peut se faire automatiquement.

Tant que la connexion n'est pas établie, le cercle (c'est en fait un "trois-quarts de cercle") est gris. Lorsque la connexion est établie, le cercle passe en orange (fig. 4.3).

Dès la connexion établie, la recherche des satellites par le module GNSS démarre. Le logiciel exige la détection d'au moins 4 satellites. Lorsque ce nombre est atteint, il indique en temps réel le nombre de satellites détectés (fig. 4.4). Ce nombre évolue en permanence, puisque les satellites se déplacent autour de la terre. Quand suffisamment de satellites sont détectés, le cercle passe en rouge (fig. 4.4). Quelques secondes après la détection des satellites, vous voyez les deux heures simultanément (celle du PC et celle du GNSS) ainsi que la différence entre les deux. Vous voyez éga-

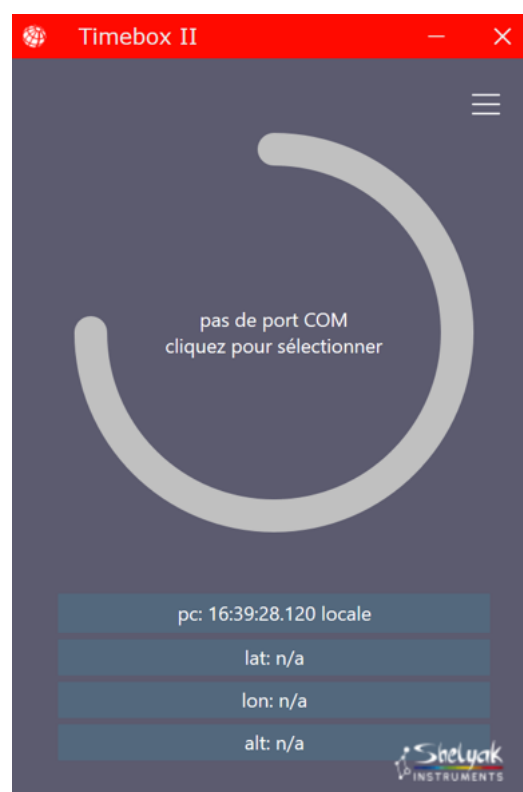


FIGURE 4.1 – Fenêtre principale, logiciel TimeBox II

1. <https://www.shelyak.com>



FIGURE 4.2 – Connexion à la TimeBox II

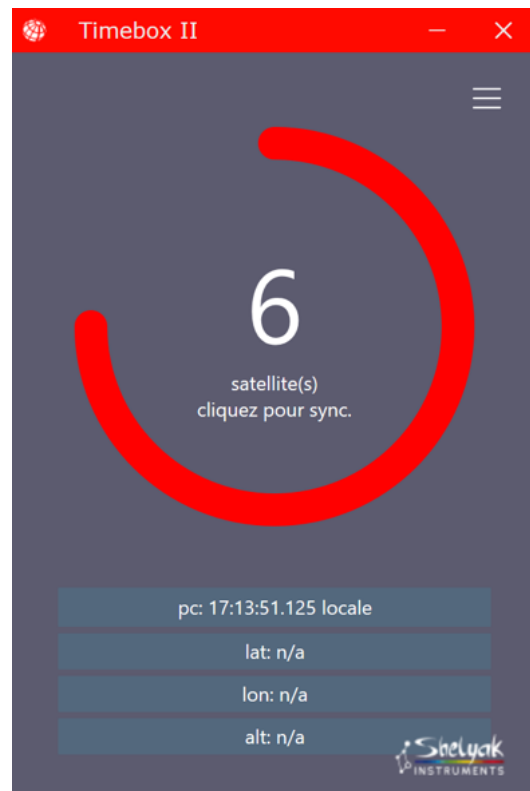


FIGURE 4.4 – Satellites détectés

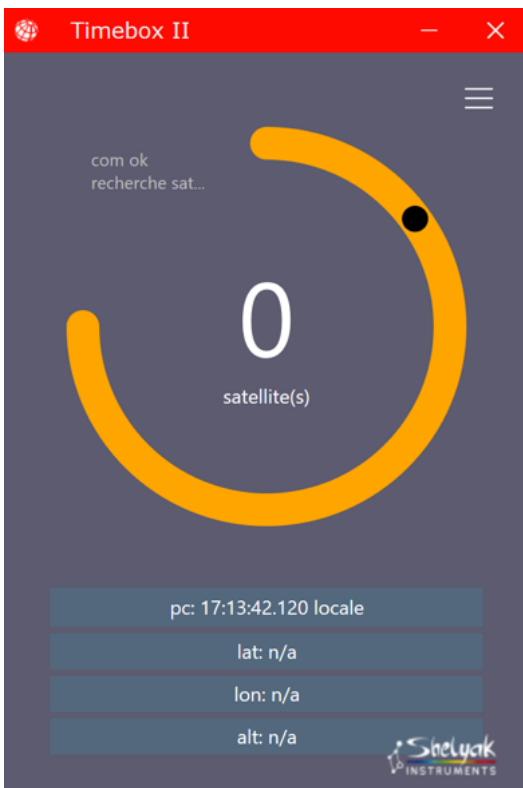


FIGURE 4.3 – TimeBox II connectée

lement s'afficher les coordonnées GNSS et l'altitude de votre site d'observation (fig. 4.5).

La synchronisation proprement dite de l'horloge du PC sur l'heure GNSS démarre alors (la synchronisation peut en fait démarrer manuellement ou automatiquement). Selon l'écart d'heure entre PC et GNSS, la synchronisation peut prendre plus ou moins de temps (cela peut aller jusqu'à quelques minutes). L'objectif du logiciel est d'assurer un écart maximal de 2 millisecondes. Tant que l'écart est supérieur à 2 millisecondes, le cercle reste rouge. Dès que l'écart passe sous la barre des 2 millisecondes, le cercle passe en vert (fig. 4.6).

Lorsque le cercle est VERT, cela indique que l'horloge de votre PC est sous contrôle; vous pouvez commencer vos observations en toute sérénité.

Lorsque le logiciel fait une mise à jour de l'horloge du PC, on le voit par un "flash" sur la zone de la fenêtre principale qui montre l'écart entre les deux heures.

Bien entendu, vous devez laisser le logiciel ouvert pour maintenir la synchronisation de l'horloge du PC sur le GNSS.

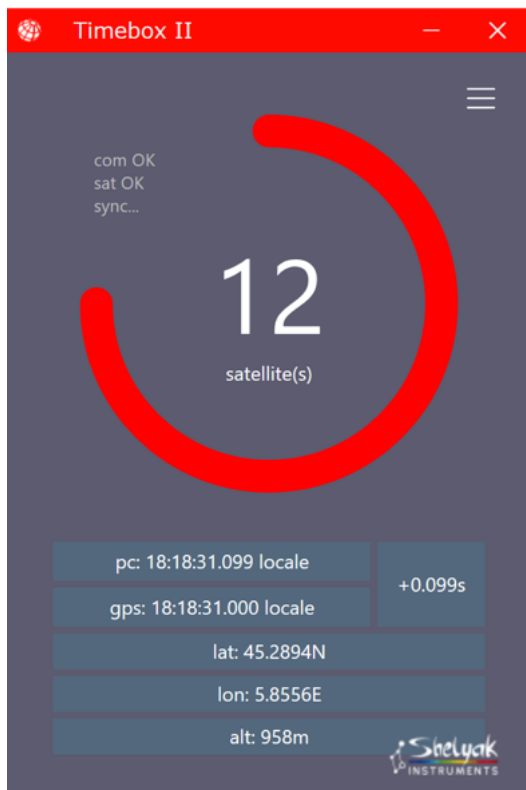


FIGURE 4.5 – Synchronisation en cours

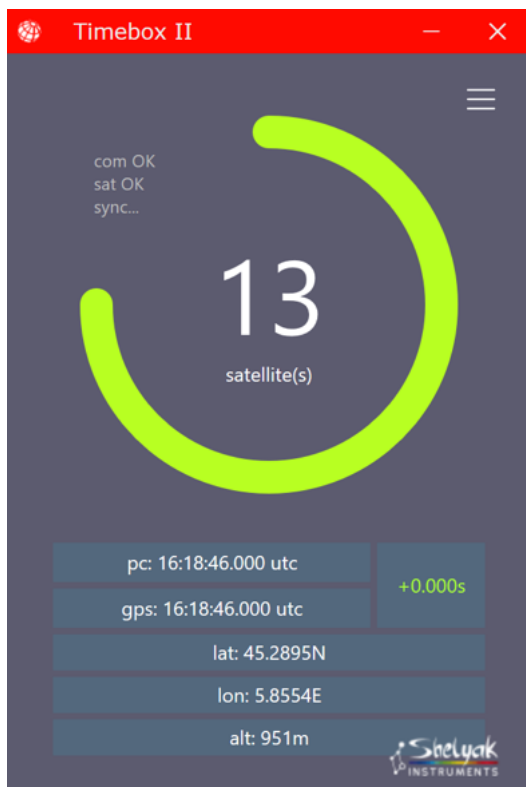


FIGURE 4.6 – Horloge du PC synchronisée

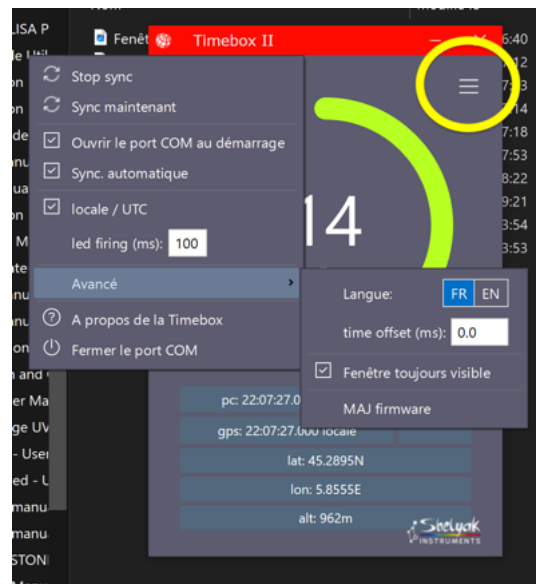


FIGURE 4.7 – Accès au menu (cercle jaune)

4.1 Options du logiciel

Dans le fonctionnement "ordinaire", l'utilisation est simple, et correspond aux étapes décrites ci-dessus. Mais le logiciel dispose aussi de quelques options qui permettent de l'adapter à vos besoins.

Ces options sont accessibles dans le "menu hamburger", en haut à droite de la fenêtre principale (les trois petits traits horizontaux - fig. 4.7).

Passons ces options en revue.

4.1.1 Arrêt de la synchronisation

Vous pouvez interrompre à tout moment la synchronisation en cliquant sur "Stop Sync". Evidemment, la synchronisation est aussi interrompue si vous sortez du logiciel.

Vous pouvez redémarrer la synchronisation en cliquant sur "Démarrage sync".

4.1.2 Synchroniser maintenant

L'algorithme de synchronisation est très progressif, pour éviter des "sauts temporels" importants sur l'horloge du PC. En temps normal, c'est gage de précision, mais si au moment de la première connexion le décalage entre l'horloge du PC et le GNSS est important, la correction peut prendre du temps (jusqu'à plusieurs minutes). Dans ce cas, et si vous n'êtes pas en train de faire des observations sensibles, vous pouvez forcer la synchronisation en cliquant "Sync maintenant". Dans les secondes qui suivent, votre PC sera à l'heure GNSS (cercle vert).

4.1.3 Ouverture automatique du port COM

Si vous utilisez la TimeBox II toujours dans la même configuration, vous pouvez demander au logiciel de se connecter automatiquement, en cochant la case "Ouvrir le port COM au démarrage". Cela permet d'éviter l'étape de connexion au port COM.

4.1.4 Synchronisation automatique

De la même manière, vous pouvez démarrer automatiquement la synchronisation à la connexion. Pour cela, cochez la case "Sync. automatique". Associée à l'ouverture automatique du port COM, cela permet de démarrer entièrement automatiquement dès le lancement du logiciel.

4.1.5 Basculement heure locale / UTC

Les heures (PC et GNSS) sont affichées soit en temps universel (UTC), soit en heure locale. Vous pouvez passer de l'un à l'autre en cochant / décochant cette option.

Vous pouvez également passer de l'un à l'autre en cliquant sur une des heures dans la fenêtre principale.

4.1.6 Durée LED PPS

Par défaut, la LED PPS (Pulse Per Second) suit le signal GNSS, qui bat précisément la seconde, avec une durée d'impulsion de 100 ms. Dans certains cas, il est utile de pouvoir changer la durée d'allumage (sans changer l'instant d'allumage, bien sûr). Vous pouvez changer cette valeur dans le champ "LED firing (ms)". La nouvelle valeur sera mémorisée (même en quittant le logiciel) jusqu'à un nouveau changement.

Note : il faut redémarrer le logiciel pour que la nouvelle valeur soit prise en compte

4.2 Fonctions avancées

Outre ces options "basiques", on dispose aussi de quelques options avancées.

4.2.1 Choix de la langue

Choisissez ici votre langue (anglais ou français).

4.2.2 Décalage de temps intentionnel

Le logiciel surveille en permanence l'écart entre l'horloge du PC et le GNSS, le but ultime étant de permettre une datation précise d'images astronomiques. Mais selon votre équipement, il est possible – et même probable – qu'il y ait un temps de latence entre le temps GNSS "absolu" et la date/heure inscrite dans l'entête de l'image. Ce décalage peut être mesuré en

faisant une séquence d'image sur la LED de la TimeBox II, que l'on peut considérer comme une référence valable (signal PPS du GNSS). Il suffit ensuite de lire l'heure enregistrée dans les images où l'on observe l'allumage de la LED. Il est possible d'observer un décalage de quelques millisecondes.

Le logiciel TimeBox II permet de corriger un tel décalage, en indiquant dans la zone "Time offset (ms)". La valeur indiquée (en millisecondes) peut être positive ou négative, et peut être décimale.

Lorsqu'un tel décalage est enregistré, il apparaît clairement au-dessus du décalage entre PC et GNSS. Par exemple, dans la figure 4.8 on a forcé un décalage de -3.7 ms

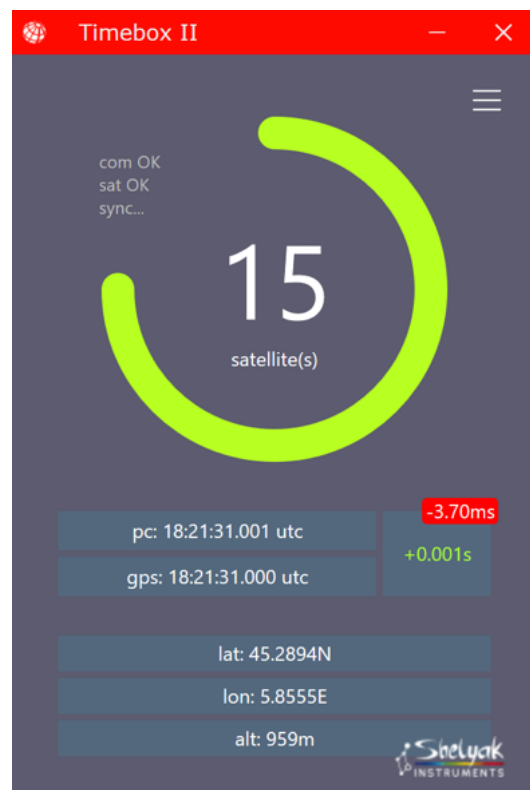


FIGURE 4.8 – Un décalage de -3.7ms

4.2.3 Fenêtre toujours visible

Il peut être utile pendant votre observation de garder toujours à l'œil le logiciel de la TimeBox II - a minima pour vérifier que le cercle est toujours vert (signe d'une synchronisation meilleure que 2 ms).

Pour cela, vous pouvez cocher l'option "Fenêtre toujours visible".

4.2.4 Mise à jour du firmware

La TimeBox II intègre un microcontrôleur, avec un micro-logiciel (firmware). Il s'agit d'un RP2040, commercialisé par la fondation Raspberry, et qui équipe les Raspberry Pi Pico.

Ce système permet une programmation simple, la même que les Raspberry Pi Pico, si vous connaissez ce type de composant. Il s'agit de passer le micro-contrôleur en mode "programmation", et vous voyez alors apparaître dans votre explorateur de fichier la TimeBox II, sous la forme d'un lecteur USB nommé "RPI-RP2".

Pour passer la TimeBox II en mode programmation, cliquez sur l'option "MAJ firmware" ; et surveillez l'apparition de RPI-RP2 dans votre explorateur de fichiers (c'est presque immédiat).

Le micro-logiciel (firmware) se présente sous la forme d'un fichier avec l'extension .uf2. Il suffit de "copier-coller" ce fichier dans le lecteur "RPI-RP2", et au bout de quelques secondes ce lecteur disparaît.

Votre TimeBox II est alors mise à jour avec le nouveau firmware !

4.3 Utilisation de la TimeBox II à distance

Nous avons fait en sorte que la TimeBox II puisse être utilisée à distance, c'est à dire qu'elle peut être utilisée sans avoir besoin de débrancher / rebrancher le connecteur USB. Même la mise à jour du firmware peut être faite à distance !

4.3.1 Le bouton Reset

Le bouton Reset de la TimeBox II permet d'interrompre la synchronisation, au même titre que l'option "Stop Sync" (il faut le garder appuyé 2 secondes au moins).

Lorsque la synchronisation est interrompue, le message "pas de satellites, cliquez pour rechercher" apparaît. il suffit de cliquer sur ce message pour redémarrer la synchronisation.



FIGURE 4.9 – Bonnes observations !