



Par Moshe Braner

Dernière mise à jour de cette version : 17 juillet 2024  
(compatible avec la version logicielle MB144)

<https://github.com/moshe-braner/Open-Glider-Network-Groundstation/tree/main/ognbase>

## HISTORIQUE

FLARM, le système d'alerte de trafic et d'évitement de collision adopté par la plupart des pilotes de planeurs (et de nombreux autres aéronefs) en Europe, fonctionne dans la bande de fréquences 866-928 MHz (selon la réglementation en vigueur dans chaque région du monde ; 470 MHz en Chine). Il émet à faible puissance (20 milliwatts), par brèves impulsions de quelques millisecondes, une à deux fois par seconde. Développé avant les dernières avancées en matière d'intégration matérielle et de modulation, il est conçu pour l'évitement des collisions et non pour les communications longue portée.

L'Open Glider Network (OGN) a encouragé la mise en place de nombreuses stations au sol, notamment en Europe, qui captent les signaux de FLARM et d'autres dispositifs, et transmettent les données à des serveurs sur Internet. Malgré leur faible puissance, les stations FLARM peuvent recevoir des signaux à plusieurs dizaines de kilomètres de distance.

La communauté de l'Internet des objets (IoT) a incité les fabricants à développer du matériel basse consommation et peu coûteux, intégrant une puissance de calcul et des capacités de communication importantes, notamment le Wi-Fi, le Bluetooth, le GNSS (comme le GPS) et des radios fonctionnant dans les bandes de fréquences non licenciées de 400 à 1 000 MHz, avec différents schémas de modulation.

Linar Yusupov (<https://github.com/lyusupov/SoftRF>) a développé SoftRF, qui permet, entre autres, d'envoyer, de recevoir et d'interpréter des signaux à destination et en provenance d'aéronefs, selon le même protocole que celui utilisé par FLARM, ainsi que d'autres protocoles. SoftRF est compatible avec plusieurs types de dispositifs matériels IoT.

Manuel Rösel a développé le logiciel « OGNbase », basé sur SoftRF, qui permet d'envoyer les données de trafic reçues à OGN via le Wi-Fi du matériel (et un point d'accès Internet disponible). OGNbase offre une alternative plus simple aux stations au sol OGN sous Linux. Elle permet également de répartir le fonctionnement entre deux stations : une station relais distante qui reçoit les signaux FLARM et les relaie par radio à une autre station, la station de base, connectée à Internet. Les avantages et les inconvénients de ce système de relais seront détaillés plus loin dans ce document.

Moshe Braner (<https://github.com/moshe-braner/Open-Glider-Network-Groundstation>) a développé OGNbase pour permettre son fonctionnement dans les régions (États-Unis, Canada et Australie) où la bande de fréquences est très étendue et où FLARM effectue un saut de fréquence entre les canaux, avec une précision temporelle à la fraction de seconde près. Il a également modifié OGNbase pour qu'elle interprète le nouveau protocole radio de 2024.

Les développements futurs pourraient inclure la prise en charge d'autres protocoles radio que FLARM, tels que ADS-L, OGNTP, P3I, FANET, voire ADS-B. Certaines de ces fonctionnalités

sont déjà prises en charge par SoftRF, mais pas par OGNbase. OGNbase pourrait être en mesure de changer de protocole à la volée, soit pour tenter de recevoir des données d'aéronefs utilisant différents protocoles, soit pour utiliser un protocole de relais différent de celui initialement émis par l'aéronef. Par exemple, l'utilisation du protocole FANET, qui repose sur la modulation LoRa, pourrait améliorer la fiabilité de la communication entre les stations distantes et les stations de base sur de longues distances.

## PLATEFORMES MATÉRIELLES ET LOGICIELLES

Actuellement, OGNbase fonctionne spécifiquement sur des appareils basés sur le microcontrôleur ESP32. Plus précisément, trois appareils de la société LilyGo (TTGO) : le « T3S3 », le « Paxcounter » LORA32 (sans GNSS) et le « T-Beam » (avec module GNSS). Ces appareils consomment si peu d'énergie que la station relais distante peut fonctionner avec un panneau solaire d'environ 20 cm de diamètre. Ils peuvent passer en mode veille la nuit pour économiser l'énergie et se réactiver automatiquement le lendemain matin.

### Liens fichiers binaire:

T-beam <https://github.com/moshe-braner/Open-Glider-Network-Groundstation/blob/main/ognbase/binaries/ognbase.mb148.TBEAM.zip>

TTGO: <https://github.com/moshe-braner/Open-Glider-Network-Groundstation/blob/main/ognbase/binaries/ognbase.mb148.TTGO.zip>

T3S3: <https://github.com/moshe-braner/Open-Glider-Network-Groundstation/blob/main/ognbase/binaries/ognbase.mb148.T3S3.zip>

Le logiciel pour ESP32 est embarqué, c'est-à-dire qu'il s'exécute directement sur le matériel, sans système d'exploitation, bien qu'il intègre des bibliothèques logicielles des fabricants et de tiers. Ce logiciel est développé sur d'autres systèmes (par exemple, Linux ou Windows) puis copié (« flashé ») dans la mémoire flash des appareils IoT, via un câble USB, le Wi-Fi ou une carte SD. La taille de ce firmware compilé est d'environ un mégaoctet, contre plusieurs gigaoctets pour l'« image » installée sur un Raspberry Pi pour une station au sol OGN classique (qui inclut le système d'exploitation Linux).

Les logiciels SoftRF et OGNbase sont entièrement libres, contrairement aux logiciels des stations au sol OGN classiques qui contiennent des composants propriétaires.

## POURQUOI (OU POURQUOI PAS) UTILISER OGNBASE ?

Outre son aspect open source embarqué, OGNbase offre une fonction de relais. La possibilité de placer la station distante sur une colline où la réception est bonne, sans avoir besoin d'alimentation électrique ni d'accès à Internet, peut améliorer la réception, notamment dans les régions où la réception est limitée en raison des arbres et autres obstacles. La plupart des sommets desservis par l'électricité et Internet sont « perturbés » par la présence d'antennes-relais et autres infrastructures qui émettent des signaux locaux puissants, rendant difficile le décodage des faibles signaux provenant de FLARM éloignés par un récepteur bon marché.

En revanche, il semble que la portée de réception d'OGNbase soit légèrement inférieure à celle des récepteurs SDR. Cela s'explique par le fait que le type d'émetteur-récepteur intégré aux appareils sur lesquels OGNbase fonctionne requiert un signal plus parfait. Les paquets de données dont le contrôle CRC échoue sont rejettés. La correction d'erreurs binaires, récemment ajoutée à OGNbase, pourrait améliorer quelque peu sa portée. Cette fonctionnalité exploite la redondance offerte par le

CRC 16 bits supplémentaire dans le paquet radio pour tenter de corriger certaines erreurs binaires en cas de réception limite. Elle semble corriger un pourcentage significatif des paquets imparfaits. Quoi qu'il en soit, tout récepteur doit être équipé d'une antenne aussi performante que possible, placée aussi haut et dégagée que possible, et d'un préamplificateur (LNA) et d'un filtre (SAW) entre l'antenne et le récepteur.

## UTILISATION D'OGNBASE

### Choix du matériel

Important :

utilisation d'un peampli en station simple <https://store.uptronics.com/products/uptronics-filtered-preamps?variant=48292157423950>

utilisation d'un preampli station de base avec relais <https://store.uptronics.com/products/filtered-preamp-with-transmit-bypass>

Les modèles LilyGo (TTGO) « T3S3 » et « Paxcounter » ne possèdent pas de module GNSS, mais peuvent être utilisés en récupérant les données horaires via des serveurs Internet (NTP). Le produit actuellement recommandé est le T3S3. Il est disponible avec le module radio sx1276 ou sx1262 ; ce dernier offre théoriquement une meilleure réception. Les versions 915 MHz et 868 MHz conviennent toutes deux ; elles sont identiques à ma connaissance, à l'exception de la petite antenne qui ne sera de toute façon pas utilisée.

<https://lilygo.cc/products/t3s3-v1-0?variant=42740446331061>

<https://lilygo.cc/products/t3s3-v1-0?variant=42586879721653>

<https://lilygo.cc/products/t3s3-v1-0?variant=42740446298293>

<https://lilygo.cc/products/t3s3-v1-0?variant=42586879688885>

Le LilyGo « T-Beam » intègre un module GNSS (GPS) et est compatible avec le système anticollision SoftRF FLARM. Il dispose également d'un support intégré pour une batterie lithium-ion 18650. Assurez-vous de choisir le modèle compatible avec la fréquence utilisée dans votre région, par exemple 915 MHz en Amérique du Nord et 868 MHz en Europe. Seul le modèle « T-Beam » standard (ancien modèle) est actuellement pris en charge par OGNbase, et non le « T-Beam Supreme ».

Remarque : pour éteindre le T-Beam, maintenez enfoncé le bouton le plus proche du port USB jusqu'à ce que la LED rouge s'éteigne.

Remarque : le firmware doit être installé selon le modèle de matériel.

D'autres modèles de matériel pourraient être utilisés, mais n'ont pas encore été testés. Consultez la liste complète des modèles compatibles avec SoftRF : <https://github.com/lyusupov/SoftRF>

La station distante d'un système de relais peut être alimentée par énergie solaire. Le T-Beam nécessite une batterie lithium-ion 18650 et intègre un circuit de régulation de charge à partir d'une source 5 V via le port USB. La carte T3S3 possède une prise pour connecter une batterie lithium externe et intègre une puce de contrôle de charge. Elle peut également être alimentée par une batterie externe USB 5 V, elle-même rechargeable par le panneau solaire. Cependant, dans ce cas, le logiciel OGNbase ne détecte pas les niveaux de batterie faibles à moyens. Il est donc nécessaire

d'insérer un convertisseur abaisseur de tension (de la tension du panneau solaire à 5 V) entre ce dernier et la prise de charge USB. Un courant de charge solaire d'environ 100 mA en plein soleil devrait suffire, surtout si le logiciel est configuré pour mettre le processeur en veille la nuit ou en l'absence de vol de planeurs.

Une antenne plus performante que la petite antenne fouet fournie avec ces cartes est indispensable. Consultez les guides OGN pour plus de recommandations. Par exemple :

<https://www.amazon.com/Signalplus-Omni-Directional-Antenna-824-960MHZ-Outdoor-Verizon/dp/B0917CPP84>

Pour une station autonome ou la station distante d'un système de relais, une antenne omnidirectionnelle est nécessaire afin de recevoir les signaux des planeurs dans toutes les directions. Pour une station de base reliée à une seule station distante, une antenne directionnelle pointée vers cette dernière peut s'avérer plus performante qu'une antenne omnidirectionnelle. Dans tous les cas, l'antenne est bien plus chère que le circuit imprimé ! Maintenant que l'engouement pour l'extraction d'hélium s'estompe, on trouve sur le marché des antennes d'occasion et en fin de série.

## Installation initiale du firmware

Le T-Beam est souvent livré avec SoftRF préinstallé. Cela permet l'installation d'OGNbase, ainsi que des mises à jour de SoftRF, via Wi-Fi. Consultez les instructions ici :

<https://github.com/lyusupov/SoftRF/wiki/Firmware-update-%28Web-method%29> #esp32

N'oubliez pas d'utiliser le fichier .bin OGNbase correspondant à votre matériel : il existe une version pour le T3S3, une pour le T-Beam et une version « TTGO » pour le Paxcounter.

Sur un T3S3, un Paxcounter ou un T-Beam sans version fonctionnelle de SoftRF ou d'OGNbase préinstallée, OGNbase doit être installé initialement via le port USB. Pour le T-Beam ou le compteur de passagers, suivez les mêmes instructions que pour SoftRF, disponibles ici : <https://github.com/lyusupov/SoftRF/blob/master/software/firmware/binaries/README.md#esp32> – en remplaçant le fichier SoftRF.ino.bin par le fichier OGNbase.bin. Une archive ZIP contenant les fichiers nécessaires et des instructions plus détaillées est disponible ici : <https://github.com/moshe-braner/Open-Glider-Network-Groundstation/tree/main/ognbase/binaries> .

Pour le T3S3, des fichiers et adresses de flash différents sont nécessaires ; consultez le fichier T3S3\_flashing.zip dans le même dossier. Contrairement aux cartes plus anciennes, le T3S3 ne possède pas de puce adaptatrice USB-série ; son processeur ESP32-S3 intègre une interface USB CDC. Windows 10 lui attribue un port COM, qui peut ensuite être sélectionné dans l'outil de flashage.

Une alternative à l'outil ESP pour Windows est une version WebSerial disponible ici :

<https://esptool.spacehuhn.com/>

Elle serait compatible avec Mac, par exemple.

Après l'installation du firmware, OGNbase démarre et attend le chargement d'un fichier de configuration. Les deux sections suivantes décrivent ce fichier et l'interface web permettant de le charger, ainsi que d'autres fichiers. Notez qu'une mise à jour ultérieure du firmware OGNbase ne nécessite généralement pas de recharger le fichier de configuration. Ce dernier, ainsi que d'autres petits fichiers, restent intacts dans la zone de stockage de fichiers de petite taille (appelée « SPIFFS ») réservée dans la mémoire flash de l'appareil. Cependant, certaines mises à jour du firmware requièrent également la mise à jour du fichier de configuration et du fichier index.html. Dans ce cas,

si possible, il est conseillé de charger ces fichiers en premier, puis de procéder à la mise à jour du firmware.

## Options du fichier de configuration

Le fichier de configuration se nomme config.json et est au format JSON. Commencez par le fichier config.json fourni ici :

<https://github.com/moshe-braner/Open-Glider-Network-Groundstation/tree/main/ognbase/data>

et modifiez uniquement ce dont vous avez besoin. Ce fichier est en texte brut ; vous pouvez l'éditer avec n'importe quel éditeur de texte. Veillez à ne pas supprimer (ni ajouter) de virgules ou de guillemets. De nombreux paramètres sont activés ou désactivés, ce qui, dans ce fichier, est indiqué par « true » ou « false », ou par « 1 » ou « 0 ». Le fichier est divisé en sections, telles que « wifi », « coordinates », etc.

La section « wifi » comporte deux sous-sections : la première vous permet de lister les noms des réseaux Wi-Fi (un ou plusieurs) que vous souhaitez que l'appareil reconnaissse, et la seconde, le mot de passe de ces réseaux. Une fois activé, l'appareil tentera de se connecter au(x) réseau(x) indiqué(s). Si aucun réseau n'est à portée, il créera son propre réseau (après quelques minutes). Voici un exemple de cette section :

```
"wifi":{  
    "ssid": [  
        "my_wifi_ssid",  
        "xxxxxx",  
        "xxxxxx",  
        "xxxxxx",  
        "xxxxxx"  
    ],  
    "pass": [  
        "my_wifi_password",  
        "xxxxxx",  
        "xxxxxx",  
        "xxxxxx",  
        "xxxxxx"  
    ],  
    "timeout": 12000  
},
```

La section « Coordonnées » indique l'emplacement de la station, en utilisant la latitude et la longitude (en degrés décimaux), l'altitude et la séparation du géoïde (en mètres). Vous pouvez consulter la séparation du géoïde de votre emplacement ici :

<https://geographiclib.sourceforge.io/cgi-bin/GeoidEval> . Voici un exemple de cette section :

```
"coordinates": {  
    "lat": 43.78917,  
    "lon": -72.35194,  
    "alt": 582,  
    "geoidsep": -28,  
    "mobile": false  
},
```

Si l'option « mobile » est activée, la position n'est pas fixe ; la station peut se déplacer et sa localisation est mise à jour en continu par GNSS. Pour que la station se positionne automatiquement à l'allumage d'OGNbase, sans se déplacer pendant son fonctionnement, désactivez l'option « mobile » et définissez les valeurs « lat » et « lon » sur zéro. Dans tous les cas, pour un positionnement automatique, le périphérique utilisé doit être compatible GNSS et la valeur « gnsstime » doit être définie sur 1 (voir la section relais ci-dessous). Notez que l'interface web (voir ci-dessous) ne met pas à jour les coordonnées de latitude/longitude affichées après leur ajustement par GNSS ; elle conserve les valeurs définies dans le fichier de configuration.

La section « radio » comprend les paramètres de réception des signaux radio des aéronefs. Le paramètre « protocole » est facultatif, car il est toujours défini sur « legacy », c'est-à-dire le format des messages radio utilisés par les FLARM. OGNbase reçoit et transmet les deux protocoles : le nouveau (mars 2024) et l'ancien. Voici un exemple de cette section (en omettant le « protocole ») :

```
"radio":{  
    "band":1,  
    "bec":true  
},
```

La bande de fréquence doit être réglée sur la bande appropriée à la région où se trouve votre station, sinon elle ne pourra pas écouter sur les bonnes fréquences. Les codes des régions sont les suivants :

```
RF_BAND_EU = 1, /* 868.2 MHz band */  
RF_BAND_US = 2, /* 915 MHz band */  
RF_BAND_AU = 3, /* 921 MHz band */  
RF_BAND_NZ = 4, /* 869.250 MHz band */  
RF_BAND_RU = 5, /* 868.8 MHz band */  
RF_BAND_CN = 6, /* 470 MHz band */  
RF_BAND_UK = 7, /* 869.52 MHz band */  
RF_BAND_IN = 8, /* 866.0 MHz band */  
RF_BAND_IL = 9, /* 916.2 MHz band */  
RF_BAND_KR = 10 /* 920.9 MHz band */
```

La configuration d'exemple ci-dessus (« bande : 1 ») sélectionne la bande européenne. Cet exemple active également la correction d'erreurs binaires (déjà activée par défaut).

La section « aprs » concerne le serveur OGN auquel OGNbase enverra les paquets de données APRS, son identification et certaines options de messagerie. Voici un exemple de cette section :

```
"aprs":{  
    "callsign":"GileMtn",  
    "server":"aprs.glidernet.org",  
    "port":14580,  
    "debug":false,  
    "debugport":12000,  
    "range":200  
    "hiderelayed":true  
},
```

Il est indiqué que le nom de la station est « GileMtn ». **Consultez la convention de nommage des stations ici : <http://wiki.glidernet.org/receiver-naming-convention>**

La « portée » correspond à la distance maximale (en km) à partir de laquelle un aéronef peut être signalé. Un aéronef situé au-delà de cette distance ne sera pas détecté. Si l'option « hidelayed » est activée (true), le trafic relayé par SoftRF est dissocié de cette station et signalé sous le nom « relayed ». Ceci afin de ne pas affecter les statistiques de portée de cette station. Si cette option est désactivée (false), « relayed » apparaîtra à la fin du message APRS normal émis par cette station.

La section « sleep » configure les options de veille profonde. Voici un exemple de cette section :

```
sleep":{  
    "mode":1,  
    "rxidle":60,  
    "wakeuptimer":30,  
    "morning":10,  
    "evening":17  
},
```

Si le paramètre « mode » est réglé sur 1, OGNbase mettra parfois l'appareil en veille profonde. Ceci est particulièrement utile pour une station relais distante alimentée par un petit panneau solaire, afin d'économiser de l'énergie. L'appareil passera en mode veille après « rxidle » minutes d'inactivité et restera en veille pendant environ « wakeuptimer » minutes avant de se réactiver (60 et 30 minutes dans cet exemple). L'heure de réveil peut être ajustée automatiquement pour correspondre au début de l'heure (ou à la demi-heure), afin de synchroniser le réveil des deux stations (si elles sont toutes deux configurées en mode veille 1). Si la station distante est en veille tandis que la station de base reste active, cette dernière enverra des messages d'état à OGN toutes les quelques minutes, indiquant une tension de batterie nulle et « time\_not\_synched ».

Si la mise en veille a lieu tard dans la journée (« evening ») ou si la tension de la batterie est faible (< 3,65 V), l'appareil restera en veille jusqu'au matin (« morning »), au lieu de « wakeuptimer » minutes. (Si la batterie est faible et qu'il est tard dans la journée, la mise en veille se prolongera jusqu'au lendemain matin.) Notez que tant qu'il y a du trafic, la mise en veille nocturne sera reportée (sauf si la batterie est faible). Si le relais horaire est sélectionné, le minuteur rxidle n'avancera pas avant la première synchronisation horaire. Dans cet exemple, « matin » correspond à 10h00, heure normale (hors heure d'été), et « soir » à 17h00. Ces heures sont locales et approximatives ; elles sont calculées en fonction de la longitude de la station. Ajustez ces heures selon vos besoins.

Si « rxidle » est réglé sur 0, la station reste active toute la journée (sauf si la batterie est faible), même en l'absence de trafic. En revanche, si « mode » est supérieur à 0, elle se met en veille la nuit, du « soir » au « matin ». Si « wakeuptimer » est réglé sur 0, la station, lorsqu'elle se met en veille, restera en veille jusqu'au lendemain matin. Par exemple, si rxidle=180 et wakeuptimer=0, la station écoute le trafic pendant 3 heures à partir du lendemain matin. En l'absence de trafic, ou après 3 heures sans nouveau trafic, elle se mettra en veille jusqu'au lendemain matin.

Pour une station de base uniquement, et seulement lorsqu'elle communique avec la station distante (voir la section sur le mode relais ci-dessous), si le mode de veille est réglé sur 2 (« suivre la station distante »), la station de base se mettra en veille quelques minutes après la station distante et se réveillera quasiment en même temps. Si la station de base se met en veille, elle n'enverra pas de messages d'état à OGN. Les derniers messages d'état avant la mise en veille indiqueront la durée de veille prévue par la station distante, puis l'intention de mise en veille de la station de base.

La section « privé » permet de sélectionner un port autre que le port 80 pour l'écoute du serveur web. Ceci autorise l'accès distant à l'interface web via [http://adresse\\_externe:numéro\\_de\\_port](http://adresse_externe:numéro_de_port). (Il est également nécessaire de configurer, dans les paramètres de votre routeur, l'accès public via ce

port à l'adresse IP (statique) de l'appareil.) Choisissez un numéro de port unique compris entre 49152 et 65535. Par exemple :

```
"private":{  
    "webport":65432  
},
```

La section « ognrelay » permet de sélectionner le mode de fonctionnement d'OGNbase. Consultez la suite de ce document concernant les modes de relais. L'exemple suivant désactive tous les paramètres de relais, c'est-à-dire qu'il sélectionne le fonctionnement en mode mono-station, sans utiliser de GNSS (GPS), c'est-à-dire que la synchronisation horaire se fait via des serveurs NTP sur Internet :

```
"ognrelay":{  
    "enable":0,  
    "basestation":0,  
    "relaytime":0,  
    "reversetime":0,  
    "gnsstime":0,  
    "relaykey":54321  
},
```

Certaines sections du fichier de configuration concernent des sujets que je ne maîtrise pas, et j'espère que Manuel les documentera. Par exemple, la journalisation et le débogage à distance. Vous pouvez désactiver toutes ces options et laisser OGNbase communiquer directement avec OGN.

## Interface Web

Après le démarrage, OGNbase tente de se connecter à un réseau Wi-Fi et propose son interface web à une adresse IP attribuée par le réseau hôte. Cette adresse IP s'affiche sur l'écran OLED de l'appareil et figure également dans la liste des clients DHCP du réseau hôte.

Si aucun fichier de configuration (nommant le réseau Wi-Fi) n'a été chargé, ou si le ou les réseaux spécifiés sont hors de portée, OGNbase configure son propre réseau avec le mot de passe d'accès 987654321. Cette opération peut prendre quelques minutes. OGNbase propose ensuite son interface web à l'adresse IP 192.168.1.1.

Dans tous les cas, un navigateur web (sur un ordinateur, une tablette ou un smartphone connecté au même réseau), en saisissant l'adresse IP d'OGNbase, se connecte au mini-serveur web intégré, permettant ainsi de consulter et de modifier les paramètres, de charger un fichier de configuration, voire de mettre à jour le firmware.

L'interface web affiche la page d'état d'OGNbase, sa page de téléchargement de fichiers, sa page de statistiques, etc. - voir les sections ci-dessous.

## Téléchargement de fichiers

Avant de télécharger un fichier de configuration sur l'appareil, l'interface web vous redirige automatiquement vers la page de téléchargement. Sur cette page, les fichiers actuellement stockés sont listés. Cliquez sur le bouton « Parcourir » à gauche, sélectionnez un fichier dans la fenêtre de sélection de fichiers du navigateur, cliquez sur « Ouvrir » (ou l'option correspondante), puis sur « Téléverser » sur la page de téléchargement d'OGNbase. Si vous téléchargez un fichier, il écrasera

silencieusement tout fichier du même nom déjà enregistré. Le fichier sera téléchargé immédiatement et la page d'état (ou de téléchargement) s'affichera de nouveau.

Le seul fichier que vous DEVEZ télécharger est le fichier de configuration, qui doit être nommé config.json (voir la section précédente). Lors du téléchargement, si une version précédente existe sur l'appareil, elle sera renommée « oldconf.json ». La page de téléchargement contient un lien permettant de revenir à l'ancienne version si nécessaire. Si le fichier config.json téléchargé est illisible, au prochain démarrage, l'ancienne version enregistrée sera utilisée. Si le fichier nouvellement téléchargé est lisible mais d'une version incorrecte, il sera tout de même utilisé pour tenter de maintenir les paramètres de connexion Wi-Fi. Un message vous indiquera cependant qu'il s'agit d'une version incorrecte.

Vous pouvez également télécharger les fichiers « index.html » et « style.css ». Une fois cette opération effectuée, au prochain démarrage d'OGNbase, le serveur web affichera la page d'état d'OGNbase au lieu de la page de téléchargement de fichiers. Si le fichier « index.html » est d'une version incorrecte, il sera automatiquement supprimé au prochain redémarrage.

Pour télécharger des fichiers ultérieurement (par exemple, pour modifier la configuration), deux méthodes sont possibles :

- (1) Sur la page d'état de l'interface web, cliquez sur le bouton « Téléverser ». Vous serez alors redirigé vers la page de téléchargement de fichiers.
- (2) Sur le matériel Paxcounter, qui dispose d'un emplacement pour carte SD, vous pouvez placer tous les fichiers (y compris, éventuellement, un fichier de mise à jour du firmware, renommé « ognbase.bin », dans le dossier « firmware ») sur la carte SD. Au démarrage, OGNbase les lira depuis la carte SD. Voir : <https://github.com/moshe-braner/Open-Glider-Network-Groundstation/tree/main/ognbase/sdcard>

## Autres fonctionnalités de l'interface web

La page d'état affiche les paramètres OGNbase actifs ainsi que quelques statistiques de fonctionnement. En haut de la page, la version d'OGNbase et le mode de fonctionnement sont indiqués. En cas de problème de lecture ou d'interprétation du fichier de configuration, un message s'affiche à ce sujet sur la ligne « Mode ». Les boutons et liens en bas de page permettent de réinitialiser le périphérique local ou distant, ou d'accéder à la page des statistiques, à la page de chargement de fichiers et à la page de mise à jour du firmware. Le bouton « Effacer » supprime tous les fichiers stockés sur le périphérique. En général, cette opération est inutile, car le chargement d'un fichier écrase la version précédente. Toutefois, si vous avez chargé par erreur un fichier incorrect, par exemple un fichier volumineux qui remplit tout l'espace disponible, ce bouton peut s'avérer utile. De plus, une future version du firmware peut être incompatible avec les fichiers déjà chargés ; il est donc conseillé de supprimer les fichiers avant de mettre à jour le firmware. (Voir la section suivante concernant les mises à jour du firmware.)

Les paramètres OGNbase affichés sur la page d'état peuvent y être modifiés. Le bouton « Enregistrer la configuration » permet de les sauvegarder dans le fichier de configuration interne de l'appareil, puis de le redémarrer immédiatement. Il est toutefois préférable de modifier le fichier de configuration en dehors de l'appareil avant de le télécharger. Pour télécharger le fichier de configuration actuel enregistré sur l'appareil, afin de le consulter ou de le modifier, cliquez sur le bouton « Télécharger la configuration » de la page d'état.

En mode relais, le bouton « Redémarrage à distance » envoie un paquet radio depuis la station de base, ordonnant à la station distante de redémarrer. Le redémarrage n'a lieu que sous certaines conditions : la station distante doit être en fonctionnement depuis au moins 10 minutes, son serveur Wi-Fi doit être éteint et le paquet reçu doit être lisible et avoir passé avec succès le contrôle de sécurité basé sur la « clé de relais ». Appuyer plusieurs fois sur ce bouton ne déclenche pas systématiquement l'envoi d'un tel paquet. Vous pouvez donc appuyer plusieurs fois sans risque, car la station distante ne redémarrera pas avant 10 minutes. Chaque fois que vous cliquez sur ce bouton (ou sur le bouton « Actualiser »), les statistiques en haut de la page d'état s'actualisent. En mode relais temporel, le nombre de satellites GNSS (distants) reçus est affiché, indiquant si la station distante a terminé son redémarrage et l'établissement de la communication.

La page de statistiques, accessible via un bouton en bas de la page d'état, affiche des statistiques supplémentaires, particulièrement pertinentes en mode relais. Celles-ci incluent le nombre d'aéronefs uniques observés (aujourd'hui ou depuis le début) et le nombre de paquets radio reçus par minute. Les statistiques s'actualisent en suivant ce lien, lorsque la page de statistiques est actualisée dans votre navigateur ou automatiquement toutes les 23 secondes. Pour revenir à la page d'état, utilisez le bouton « Retour » de votre navigateur.

Notez que la station de base ne peut transmettre les statistiques de la station distante que si le relais temporel est activé, car ces statistiques sont envoyées par la station distante dans le cadre des paquets de relais temporel. Les compteurs d'aéronefs (et de paquets) « aujourd'hui » et « depuis toujours » sont réinitialisés si l'appareil se met en veille. Par conséquent, le compteur « depuis toujours » peut correspondre à la journée d'aujourd'hui, ou seulement à une partie de celle-ci. Consultez la statistique de disponibilité.

L'interface web peut être configurée pour être accessible à distance. Choisissez un port web dans le fichier de configuration et indiquez à votre routeur de rediriger les requêtes HTTP sur ce port vers l'appareil OGNbase. (Votre fournisseur d'accès Internet peut bloquer ou non ces requêtes.)

## Écran OLED

Le petit écran intégré aux composants T3S3 et Paxcounter, et pouvant être soudé en option au T-Beam, affiche des informations sur le fonctionnement d'OGNbase. Il alterne entre 3 ou 4 pages et s'efface parfois pour n'afficher qu'une seule ligne pendant un court instant. Il indique le nombre de paquets radio reçus, le réseau Wi-Fi connecté et son adresse IP, le mode de fonctionnement d'OGNbase, l'état de la réception des satellites GNSS, l'heure actuelle, la position de la station, etc. L'écran OLED s'éteint automatiquement après 10 minutes de fonctionnement. Remarque : le T-Beam offre désormais la possibilité de connecter l'écran OLED aux broches 21 et 22 ou aux broches 2 et 13 ; le logiciel détecte automatiquement le branchement.

L'écran OLED s'éteint après environ 15 minutes ; cette durée peut être configurée via le paramètre « oled » et « disable » du fichier de configuration. Pour le rallumer, redémarrez l'appareil ou, sur le T-Beam, appuyez sur le bouton central.

Sur les cartes T3S3 et paxcounter, une LED verte est également présente (en plus de la LED bleue qui reste allumée lorsque l'alimentation externe est connectée). En mode mono-station, OGNbase allume la LED verte dès que l'heure NTP (ou GNSS) est disponible et qu'une connexion aux serveurs OGN est établie. En mode bi-station, sur la station de base, la LED verte s'allume une fois que l'heure des deux stations est synchronisée et qu'une connexion aux serveurs OGN est établie. Autrement dit, un simple coup d'œil à la LED verte suffit pour confirmer le bon fonctionnement de la station. Sur la station distante d'un système bi-station, la LED verte s'allume une fois la synchronisation horaire effectuée et reste allumée tant que le Wi-Fi est actif. En fonctionnement

normal, une station distante se trouve hors de portée de tout réseau Wi-Fi et désactive son propre réseau Wi-Fi (et la LED verte) après 10 minutes afin d'économiser de l'énergie

## Sortie série

Le port USB de l'appareil peut être connecté à un ordinateur. En exécutant un programme de terminal approprié (par exemple, « Putty » ou « Termite »), il est possible de visualiser des messages supplémentaires provenant d'OGNbase. Ceci est particulièrement utile pour le débogage. Les messages envoyés par OGNbase au serveur APRS OGN sont également affichés sur l'ordinateur.

## Mise à jour du firmware OGNbase

Il existe trois méthodes pour installer une nouvelle (ou ancienne) version du firmware OGNbase, en remplacement de la version actuellement installée sur l'appareil. Veillez à utiliser le fichier .bin OGNbase correspondant à votre matériel : une version T3S3, une version T-Beam et une version « TTGO » pour le compteur de passagers.

Il peut être nécessaire de remplacer les fichiers de configuration et/ou index.html lors de la mise à jour du firmware, car les nouvelles versions peuvent nécessiter des paramètres différents ou supplémentaires. La meilleure approche consiste à télécharger d'abord les nouveaux fichiers, puis à mettre à jour le firmware, le tout au sein de la même session via l'interface web, sans redémarrer avant la fin de la mise à jour. Il est possible, si vous le souhaitez, d'effacer les fichiers stockés au préalable via le bouton « Effacer » de la page d'état. Cependant, si vous redémarrez après avoir effacé les fichiers, vous devrez vous connecter au réseau Wi-Fi généré par l'appareil pour télécharger les nouveaux fichiers, ce qui peut s'avérer contraignant. Dans le pire des cas, si les anciens fichiers sont présents, il est possible que la nouvelle version du firmware OGNbase ne parvienne pas à démarrer correctement l'interface web, et vous devrez alors réinstaller le firmware via le port USB. OGNbase tente d'éviter cette situation en vérifiant la ligne suivante dans le fichier index.html : meta name="OGNbase-Version" content="MB104" ; si la version est incorrecte, le fichier index.html est ignoré et la page de téléchargement des fichiers est chargée. De même, OGNbase vérifie la présence du même numéro de version en haut du fichier config.json. (Si le numéro de version est incorrect, l'appareil tentera tout de même de se connecter au réseau Wi-Fi spécifié afin de préserver l'accès à distance.) C'est pourquoi il est préférable de télécharger les fichiers avant de mettre à jour le firmware.

La mise à jour du firmware « On The Air » (OTA) s'effectue via Wi-Fi, soit au sein du réseau auquel l'appareil se connecte conformément à sa configuration, soit via le point d'accès qu'il crée. Dans un navigateur web, cliquez sur le bouton « Mettre à jour » de la page d'état, puis sélectionnez le fichier .bin à télécharger, comme pour le téléchargement des fichiers de configuration. Une fois que vous aurez cliqué sur « Mettre à jour », l'opération prendra environ une minute ; ne l'interrompez pas. Ensuite, vous devrez peut-être appuyer sur le bouton de réinitialisation de l'appareil (ou l'éteindre et le rallumer).

Sur les appareils T3S3 ou Paxcounter, il est également possible de mettre à jour le firmware (et/ou les fichiers de configuration) via une carte SD. Formatez la carte SD en FAT ou FAT32 et placez-y les fichiers comme indiqué ici : <https://github.com/moshe-braner/Open-Glider-Network-Groundstation/tree/main/ognbase/sdcard>. Tous les fichiers doivent se trouver à la racine, à l'exception du fichier de firmware « ognbase.bin » qui doit être placé dans le dossier « firmware ». Insérez la carte SD dans le lecteur de carte SD du Paxcounter et mettez-le sous tension. L'écran OLED affichera la progression de la mise à jour. Une fois la mise à jour du firmware terminée, le fichier ognbase.bin sera supprimé de la carte SD.

Enfin, la mise à jour du firmware via le port USB est toujours possible ; consultez la section ci-dessus relative à la première installation du firmware.

## Fonctionnement en relais

OGNbase propose plusieurs modes de fonctionnement. Les paramètres correspondants se trouvent dans la section « ognrelay » du fichier config.json :

« enable » : 1 configure cet appareil comme station distante dans un relais.

« basestation » : 1 configure cet appareil comme station de base dans un relais (et non en mode station unique).

« relaytime » : 1 active la transmission de l'heure actuelle de la station distante vers la station de base.

« reversetime » : 1 active la transmission de l'heure actuelle de la station de base vers la station distante.

« gnsstime » : 1 indique que le GNSS de cet appareil doit être utilisé pour obtenir l'heure actuelle.

La « relaykey » est un nombre arbitraire utilisé pour valider les messages de relais, afin de garantir que les données proviennent bien de la station distante prévue et qu'elles n'ont pas été corrompues. Cette clé doit être identique pour la station distante et la station de base, et elle est secrète, connue uniquement de ces stations. Elle n'est jamais diffusée.

Voici des exemples de la section « ognrelay » du fichier config.json pour les différents modes :

Station unique sans GNSS (synchronisation horaire via des serveurs NTP sur Internet) :

```
"ognrelay":{  
    "enable":0,  
    "basestation":0,  
    "relaytime":0,  
    "reversetime":0,  
    "gnsstime":0,  
    "relaykey":54321  
},
```

Station unique utilisant le GNSS comme source de l'heure actuelle :

```
"ognrelay":{  
    "enable":0,  
    "basestation":0,  
    "relaytime":0,  
    "reversetime":0,  
    "gnsstime":1,  
    "relaykey":54321  
},
```

Station relais distante sans GNSS, c'est-à-dire sans source pour l'heure actuelle : ne fonctionne que si la station de base envoie l'heure (NTP) à la station distante :

```
"ognrelay":{  
    "enable":1,  
    "basestation":0,  
    "relaytime":0,  
    "reversetime":1,  
    "gnsstime":0,  
    "relaykey":54321  
},
```

La station de base, sans GNSS, reçoit l'heure du NTP et l'envoie également à la station distante :

```
"ognrelay":{  
    "enable":0,  
    "basestation":1,  
    "relaytime":0,  
    "reversetime":1,  
    "gnsstime":0,  
    "relaykey":54321  
},
```

Station distante avec GNSS et relais horaire - elle envoie l'heure (GNSS) à la station de base :

```
"ognrelay":{  
    "enable":1,  
    "basestation":0,  
    "relaytime":1,  
    "reversetime":0,  
    "gnsstime":1,  
    "relaykey":54321  
},
```

Station de base avec relais temporel depuis la station distante - n'utilise ni GNSS directement, ni NTP :

```
"ognrelay":{  
    "enable":0,  
    "basestation":1,  
    "relaytime":1,  
    "reversetime":0,  
    "gnsstime":0,  
    "relaykey":54321  
},
```

N'oubliez pas de configurer la « clé de relais » avec le même numéro unique sur les deux stations de votre système de relais ; n'utilisez pas le numéro d'exemple. Choisir un numéro « secret », comme une combinaison de cadenas, vous protège contre les signaux provenant d'autres systèmes. Assurez-vous également que la même version du logiciel est installée sur les deux stations. Bien que la plupart des versions logicielles fonctionnent correctement avec une version plus ancienne sur

l'autre station, cela n'est pas garanti. En particulier, la version MB144 a apporté des modifications importantes au mode de communication entre les stations et ne fonctionnera pas avec les versions antérieures à MB144 sur l'autre station.

## DÉTAILS DE FONCTIONNEMENT

### Station au sol de base

OGNbase reçoit les signaux FLARM dès leur arrivée et conserve une liste des aéronefs déjà détectés et en attente de signalement. Elle transmet ses données à OGN toutes les 5 secondes. Comme les aéronefs émettent généralement des signaux plus fréquemment, et afin d'éviter de surcharger OGN de rapports, un aéronef n'est plus signalé pendant une certaine durée, correspondant au nombre de secondes pendant lesquelles il est suivi (jusqu'à 30 aéronefs).

Les aéronefs suivants ne sont PAS signalés à OGN :

- \* ceux dont l'indicateur de non-suivi est activé
- \* ceux dont le dernier signal remonte à plus de 60 secondes (« signal expiré »)
- \* ceux qui se trouvent à une distance de la station supérieure à la portée définie
- \* les paquets FLARM ressemblant à du bruit GNSS ou à une transmission corrompue (déplacement de position trop rapide et trop important)

### Pourquoi le GNSS est (ou non) nécessaire

Aux États-Unis, au Canada et en Australie, où la bande comporte de nombreux canaux, FLARM effectue un « saut de fréquence » entre ces canaux, en se basant sur l'heure exacte à la fraction de seconde près. En Europe, il n'y a que deux canaux, mais le choix entre eux repose également sur l'heure exacte.

OGN utilise un schéma de saut de fréquence standard pour ses trackers, similaire à celui de FLARM, mais sur une fréquence différente à chaque instant. OGNbase utilise les fréquences OGN pour la transmission des données de trafic.

Le saut de fréquence utilisé par FLARM est basé sur l'heure actuelle à la seconde près. De plus, deux « créneaux » de fréquence sont utilisés, dans des fenêtres temporelles de 400 ms au sein de la seconde. Il est donc nécessaire de connaître le début de la seconde à 100 millisecondes près, voire mieux. La transmission des paquets radio au sein de ces fenêtres temporelles est aléatoire afin de minimiser les interférences.

L'utilisation d'un module GNSS (GPS) est une solution pour obtenir l'heure exacte. OGNbase permet à la station relais distante d'envoyer les données horaires à la station de base, dispensant ainsi cette dernière de la réception GNSS – une opération parfois complexe à mettre en place dans un même espace intérieur disposant d'un accès internet.

Par ailleurs, et plus récemment, le problème de l'obtention d'une synchronisation à la seconde près à partir de serveurs NTP sur l'ESP32 a été résolu. Il est même possible d'envoyer l'heure NTP de la station de base à la station relais distante, sans passer par le GNSS. La carte T3S3, plus simple et moins coûteuse, peut ainsi être utilisée aussi bien dans la station de base que dans la station relais distante d'OGNbase.

## Fonctionnement en relais

La station distante, en mode relais, reçoit les signaux FLARM dès leur arrivée et tient à jour une liste des aéronefs déjà détectés et en attente de relais vers la station de base. Le relais s'effectue par messages radio sur la même bande de fréquences que FLARM et est soumis aux mêmes limitations d'utilisation. Par conséquent, la station distante ne relaie la position que d'un ou deux aéronefs par seconde. Étant donné que plusieurs aéronefs peuvent se trouver à portée, une fois qu'un aéronef est détecté, son signalement n'est pas repris pendant un certain temps, correspondant au nombre de secondes pendant lesquelles des aéronefs sont suivis (jusqu'à 30).

Lorsque la station distante est prête à relayer la position d'un aéronef, elle sélectionne celui qui attend depuis le plus longtemps depuis son dernier signalement. Comme au maximum 30 aéronefs sont suivis, chacun sera relayé au moins une fois toutes les 30 secondes.

Afin d'éviter toute interférence avec FLARM pour le spectre radioélectrique, OGNbase tente de relayer les messages sur une fréquence différente de celle utilisée par FLARM. Ceci est évidemment impossible dans les régions où un seul canal est disponible. Dans les régions à deux canaux (Europe), le système utilise le canal « autre », celui qui n'est pas utilisé par FLARM à cet instant précis. Ceci est valable si l'heure exacte est connue, car elle sert à choisir le canal. Sinon (sans heure précise), il écoute uniquement les FLARM sur le canal 0 (où il devrait pouvoir capter la moitié des paquets FLARM) et ne relaie que sur le canal 1. Dans les régions à plus de deux canaux (États-Unis, Australie), l'heure exacte est requise et le système sélectionne le canal de relais à l'aide du protocole OGNTP, c'est-à-dire qu'il utilise la même fréquence que les dispositifs de suivi OGN, qui est toujours différente de celle utilisée par FLARM. Comme ces dispositifs de suivi sont rares (sauf dans certains concours internationaux), cela ne devrait pas poser de problème. De toute façon, une station distante OGNbase ne transmet au total qu'autant de paquets radio qu'un seul dispositif FLARM ou de suivi OGN. La position de chaque aéronef est relayée beaucoup moins fréquemment que lorsqu'elle est transmise par les FLARM.

Idéalement, le rapport transmis à OGN inclura l'heure exacte à laquelle l'aéronef a transmis sa position. Les paquets FLARM ne comportent pas d'horodatage ; ils sont censés être envoyés en temps réel. Les paquets relayés par OGN peuvent accuser un retard de plusieurs secondes, voire jusqu'à 30 secondes si de nombreux autres aéronefs transmettent leurs données dans la zone. Par conséquent, OGNbase insère dans le paquet relayé l'heure de sa réception initiale par la station distante. La station de base utilise cet horodatage pour transmettre ses données à OGN. Ceci n'est possible que si la station distante dispose des données temporelles exactes. Dans le cas contraire, la station distante n'envoie qu'un seul bit, indiquant si le paquet a été relayé plus de 12 secondes après sa réception. La station de base calcule alors un horodatage approximatif : l'heure de réception du paquet relayé moins 4 secondes, ou moins 16 secondes si le paquet a été marqué comme retardé.

Le paquet radio relayé est converti au protocole FLARM ancien (antérieur à 2024), et quatre bits du premier mot de 32 bits (non chiffré) sont modifiés : de 0010 (ou 0000) dans le nouveau (ou ancien) protocole, ils deviennent 1101 (0xD) ou 1011 (0xB) pour l'identifier comme paquet relayé, avec ou sans horodatage respectivement. Lors d'une telle opération de relais, la station de base ignore tous les paquets radio non marqués.

Le choix de fréquences différentes de celles du protocole FLARM, associé à un protocole différent et à ces bits de marquage, empêche les systèmes FLARM de recevoir les paquets relayés et de les confondre avec du trafic réel (il s'agit bien de trafic réel, mais décalé dans le temps). De plus, la clé de chiffrement utilisée par FLARM dépend de l'heure actuelle. Si la station distante dispose des données temporelles exactes, OGNbase déchiffre le paquet, puis le rechiffre pour la transmission

par relais, à l'aide d'une clé différente, basée sur la « clé de relais » de la configuration. Si la station distante ne dispose pas de l'heure GNSS et ne reçoit pas l'heure NTP de la station de base, elle ne peut pas déchiffrer le paquet FLARM d'origine. Elle le relaie alors tel quel, avec le chiffrement d'origine, mais sur une fréquence non FLARM, et avec certains bits activés dans le premier mot pour le signaler comme autre chose qu'un paquet de trafic normal. Le contenu du paquet apparaîtra également illisible pour une station FLARM (ou une station au sol OGN standard) qui tenterait de le déchiffrer, car le premier mot fait partie de la clé de chiffrement du protocole FLARM. Il est possible qu'à l'avenir, OGNbase utilise un protocole de messagerie différent, par exemple le protocole OGNTP, voire FANET, pour les messages relayés.

## Relais horaire

Il est facile de configurer la station distante avec réception GNSS puisqu'elle est située en espace ouvert. La station de base doit avoir accès à Internet via Wi-Fi, ce qui implique généralement un emplacement à l'intérieur d'un bâtiment, où la réception GNSS est peu fiable. Elle peut cependant utiliser les données horaires NTP.

OGNbase offre la possibilité d'envoyer l'heure exacte de la station distante (avec GNSS) à la station de base (sans GNSS). Les données envoyées comprennent l'heure actuelle à la seconde près, ainsi que les millisecondes écoulées depuis le début de la seconde. Un léger délai (environ 10 millisecondes) est induit par le processus d'envoi et de réception des paquets de données horaires, mais le dispositif récepteur ajoute simplement une petite valeur fixe à l'heure reçue, ce qui est suffisamment précis pour l'usage prévu.

Par ailleurs, dans une configuration à deux stations, OGNbase peut désormais envoyer les données horaires en sens inverse, de la station de base vers la station distante. Cela permet à la station de base (avec accès Internet) de récupérer l'heure via NTP et de l'envoyer à la station distante, qui n'a alors plus besoin de GNSS. Les deux stations peuvent ainsi utiliser un matériel plus simple, comme le T3S3.

Au démarrage, l'une des stations ne dispose pas encore des données horaires et ne peut donc pas utiliser le saut de fréquence habituel. Par conséquent, les deux stations communiquent initialement sur le canal 0. Ces transmissions n'ayant lieu qu'une fois toutes les quelques secondes, et seulement jusqu'à l'établissement de la communication, elles ne saturent pas ce canal.

Les paquets de données horaires incluent un contrôle de données basé sur l'heure envoyée hachée avec la « clé de relais ». Cela garantit que les données ont été correctement reçues et proviennent bien de la station source prévue.

La station émettrice ne considère pas que l'autre station a reçu les données tant qu'elle n'a pas répondu par un paquet d'accusé de réception, lequel contient également un contrôle d'intégrité des données.

Une fois que la station réceptrice a reçu l'heure de la station émettrice, elle peut maintenir sa propre horloge avec une précision suffisante pendant un certain temps sans intervention supplémentaire. La station émettrice tente d'envoyer de nouveaux paquets de données temporelles toutes les 10 secondes. Certains paquets ne seront pas envoyés ou reçus. Si elle ne reçoit aucun accusé de réception de la station réceptrice pendant 185 secondes, elle reprend la communication sur le canal 0. La station réceptrice fait de même si elle ne reçoit aucune nouvelle donnée temporelle pendant cette période.

Les paquets temporels se distinguent des rapports de trafic par un identifiant d'aéronef spécifique et par quelques autres bits dans le premier mot (non chiffré) du paquet radio FLARM. Ces bits prennent une valeur spécifique, différente de celle des paquets de trafic FLARM (ancien protocole) (où ils sont tous à zéro) et de celle des paquets de trafic relayés (où ils prennent l'une des deux autres valeurs mentionnées précédemment). Les paquets temporels sont également validés à l'aide d'un hachage basé sur la clé de relais connue des stations distante et de base.

Veuillez patienter, l'établissement de la liaison temporelle prend environ une minute. Si une station est réinitialisée mais pas l'autre, il faudra environ 4 minutes à cette dernière pour constater la perte de synchronisation et la rétablir. Pendant ce laps de temps, aucun paquet de données n'est relayé. Une fois la synchronisation rétablie, la station réceptrice affichera l'heure UTC correcte sur son écran OLED, et la station de base (si ce n'est pas une station T-Beam) allumera sa LED verte (si elle a également établi une communication avec les serveurs OGN).

## Messages d'état envoyés à OGN

Vous pouvez surveiller le fonctionnement de votre station à distance via Internet. Toutes les quelques minutes, la station de base envoie un message d'état aux serveurs d'OGN. Ces messages sont transmis aux clients qui en font la demande. Par exemple, si vous utilisez glideradar.com, sélectionnez votre station, cliquez sur « Paquets bruts » et vous pourrez consulter les derniers messages d'état (et de position) de votre station. Vous pouvez ajouter l'URL finale à vos favoris.

Les messages d'état d'OGNbase contiennent les informations suivantes : Par exemple :

K2B9>OGNSXR,TCPIP\*,qAC,GLIDERN2:>235055h vMB103-ESP32-OGNbase 3.7V 0/min  
0/0Acfts[1h] 120\_m\_r\_uptime

Où les champs sont :

K2B9 : nom de la station au sol émettrice

OGNSXR : identifie la source comme étant OGNbase

GLIDERN2 : nom du serveur OGN traitant ce message

235055h : horodatage

vMB123-ESP32-OGNbase : version du logiciel et type de matériel (peut indiquer « sx1262 » ou « 2-station »)

3,7 V : tension de la batterie (dans la station relais distante, le cas échéant)

0/min : nombre de paquets de trafic reçus au cours de la dernière minute

0/0Acfts[1h] : nombre d'aéronefs uniques détectés au cours de la dernière heure 120\_m\_r\_uptime : La station relais distante est opérationnelle depuis environ 120 minutes.

Les champs de données peuvent également inclure :

6\_m\_r\_uptime : La station relais distante est opérationnelle depuis 6 minutes.

36\_d\_r\_uptime : La station relais distante est opérationnelle depuis 36 jours.

331\_m\_uptime : La station de base est opérationnelle depuis 331 minutes.

8sat : Nombre de satellites GNSS reçus (par la station relais distante utilisant le GNSS).

time\_synced : La station de base et la station distante échangent des données d'horloge.

time\_not\_synced : La station de base et la station distante ont perdu la synchronisation horaire ; nouvelle tentative.

1325\_m\_sleep : La station de base se mettra bientôt en veille pendant 1 325 minutes.

1325\_m\_r\_sleep : La station relais distante se mettra bientôt en veille pendant 1 325 minutes.

## Paquets radio relayés par SoftRF

SoftRF (à partir de la version MB09x) relaie, en option, les paquets radio provenant d'aéronefs atterriss (ou éloignés ou volant à basse altitude). Afin d'éviter les relais récursifs, il marque le paquet en modifiant le type d'adresse (ID) avec des valeurs non utilisées par FLARM. OGNbase rétablit les types d'adresse d'origine lors de la transmission du trafic relayé à OGN, mais peut également modifier le nom de la station émettrice en « relayed » afin de ne pas affecter les statistiques de portée.

## Mesure du bruit

La version MB139 a introduit la mesure du bruit radio ambiant (signaux aléatoires ou indésirables) pour les radios de type sx1276 et sx1262. Cette mesure a deux objectifs : le rapport signal/bruit (SNR) transmis à OGN était auparavant égal au RSSI moins une constante. Désormais, il correspond au RSSI du signal moins le RSSI du bruit ambiant échantillonné plusieurs fois au cours des 30 millisecondes précédentes. Par exemple, si vous ajoutez un LNA entre l'antenne et l'appareil sur lequel OGNbase est exécuté, ce qui renforce le signal mais augmente également le bruit de fond, le rapport signal/bruit (SNR) indiqué n'est pas faussé. Le niveau de bruit échantillonné peut également être collecté au fil du temps pour comparer différentes positions d'antenne, avec ou sans LNA, etc. Un échantillon du RSSI (dBm) est lu toutes les 7 ms. Jusqu'à 4 096 échantillons sont collectés par canal ; avec 65 canaux en Amérique du Nord, il faut un certain temps pour atteindre ce maximum. Pour activer la collecte de données, ajoutez la ligne suivante à la section « radio » du fichier config.json :

« noise » :2

ou

« noise » :1

La valeur 2 signifie : collecter des échantillons de bruit en permanence, mais uniquement si le récepteur a déjà été configuré et qu'aucun paquet n'est arrivé entre-temps. La valeur 1 signifie : collecter les échantillons de bruit uniquement entre 240 et 390 ms après le PPS, c'est-à-dire pendant la période où aucun paquet radio valide ne peut arriver (après la fin du créneau temporel 1 et avant le début du créneau temporel 0). Utilisez la valeur 0 (ou omettez cette ligne) pour ne pas collecter les données de bruit. Pour extraire les données, accédez à l'URL « base\_url/noise » dans l'interface web (où « base\_url » est l'URL que vous utilisez pour accéder à la page d'état). Vous pouvez ensuite « Enregistrer la page sous... ». Lorsque vous accédez à la page /noise, les données sont réinitialisées à zéro et de nouvelles données sont collectées par la suite. Les données sont au format

texte brut, séparées par des virgules, avec les champs suivants : numéro de canal (0 à 64), nombre d'échantillons dans ce canal et somme des valeurs RSSI dans ce canal. Divisez la somme par le nombre d'échantillons pour obtenir la valeur moyenne, par exemple, avec 451 échantillons et une somme de -49 429, cela donne -109,6 dBm.

À partir de la version MB143, OGNbase transmet également à la station de base les données d'échantillonnage du bruit de fond collectées à la station distante. Ces données peuvent ensuite être extraites via la page /remote\_noise de l'interface web. Ce transfert de données n'a lieu que lors du relais de données de trafic de la station distante vers la station de base. Les données sont plus éparses, puisqu'un seul échantillon est envoyé par paquet de trafic relayé. Il est donc préférable de les extraire en fin de journée, période de forte activité à l'aéroport. Pour obtenir une moyenne sur une période plus longue, il est possible de collecter plusieurs échantillons et de les combiner.

## Compilation d'OGNbase

Jusqu'à récemment, je compilais OGNbase sous Ubuntu 20.04 avec l'IDE Arduino version 1.8.16 et le support de la carte ESP32 version 2.0.3. Des bogues dans le support de l'ESP32-S3 (version 2.0.3) m'ont contraint à passer à la version 2.0.17, avec l'IDE Arduino version 1.8.19 sous Windows 10. Le fichier build\_opt.h doit inclure l'option -DT3S3, -DTTGO ou -DTBEAM. Désactivez la PSRAM lors de la compilation pour TTGO. Pour le T3S3, utilisez les paramètres suivants :

Carte : module de développement ESP32S3

Méthode USB : CDC matériel

CDC USB au démarrage : activé

MSC et DFU : désactivés

Processeur : 80 MHz

Mémoire Flash : QIO 80 MHz

Taille de la mémoire Flash : 4 Mo

Partition : SPIFFS minimale avec OTA

PSRAM : QSPI

Traduction avec l'aimable autorisation de Moshe Braner--- Patrick CADEK (17/02/2026) F4OFF