



## CALCULATEUR ETANCHE PYPILOT-TINYPYPILOT AVEC IMU

### 1 – Présentation

Ce calculateur pypilot, associé à un contrôleur pypilot de moteur permet de constituer un pilote automatique performant très peu gourmand en énergie électrique. Les trois modèles de contrôleurs pypilot avec respectivement un courant de sortie nominal de 7, 15 ou 30 ampères permettent d'adapter pypilot à tous les moteurs ou vérins de gouvernail existants.

Ce calculateur utilise le logiciel libre PYPILOT, imaginé et conçu par Sean D'EPAGNIER, associé au système linux simplifié TINYCORE, disponible sous forme d'image de la carte SD sous le nom de TINYPYPILOT. Avec ce système de fichiers, le calculateur pypilot fonctionne parfaitement avec un petit Raspberry Pi et peut sans risque être mis en marche et arrêté avec un simple interrupteur au tableau électrique.

Le boîtier du calculateur, complètement étanche, offre une excellente protection pour le Pi Zero et ses connections à la carte micro-SD et au HAT. Il comprend un circuit imprimé intégrant l'afficheur LCD, l'IMU, l'interface UART vers le contrôleur moteur, un port NMEA0183 avec entrée isolée galvaniquement, des protections CEM contre les surtensions et un connecteur GPIO permettant d'utiliser un Raspberry Pi Zero 2W ou Zero W. Le circuit imprimé est marinisé côté composants par application de trois couches de vernis tropicalisant. Il dispose de bornes pour y connecter un clavier à 8 boutons.

- Calculateur équipé d'un câble pour l'alimenter en 5V DC ; ce câble est équipé d'un connecteur JST adapté au pypilot contrôleur 10 ou 15A Navitop ; avec le contrôleur 30A Navitop, il faut couper le connecteur et dénuder les fils pour les connecter aux deux bornes à poussoir DC 5V OUT du contrôleur; avec les contrôleurs 7A de Pypilot ou Navitop, utilisez un convertisseur 12-24V DC > 5V 1 A mini à raccorder à ce câble.
- Circuit intégré TDK ICM20948 de l'IMU directement installé sur le circuit imprimé avec ses circuits d'interface au PI fonctionnant en 3.3V
- Afficheur LCD JLX12864G-086-PN 3.3V
- Raspberry Pi Zero 2W avec carte microSD intégrant la dernière version stable de tinypilot (Pi Zero W en option gratuite si on priviliege une consommation électrique minimale plutôt qu'un démarrage plus rapide de la connexion WIFI)
- Interface WIFI (SSID :pypilot sans mot de passe à la mise en service)
- Serveur WEB pour permettre le contrôle de pypilot avec n'importe quel appareil relié au réseau Wifi du calculateur et disposant d'un navigateur web (adresse 192.168.14.1)
- Bornes pour raccordement d'un clavier avec 8 boutons
- Connecteur étanche 4 contacts pour raccordement au contrôleur de moteur
- En option, câble avec prise femelle USB-A pour connecter un adaptateur NMEA0183-vers-USB ou NMEA2000-vers-USB et/ou câble avec connecteur étanche 4 contacts pour entrée\* et sortie NMEA0183 (port ttyAMA4 avec TX et RX respectivement connectés aux broches GPIO12 et GPIO13 du Pi Zero)
- Dimensions : 85 x 58 x 33 mm (96mm entre les deux trous de fixation)

\* Fonctionnel à partir de la version 1.3

### 2 – Installation du calculateur Pypilot

Le cap magnétique du bateau est déterminé par le calculateur Pypilot qui contient l'IMU avec 9 capteurs dont 3 magnétomètres sensibles au champ magnétique. Pour limiter les perturbations, il est essentiel de bien lire les recommandations d'installation du manuel Pypilot. Il est impératif de maintenir le calculateur éloigné de toute pièce métallique ou magnétique en mouvement et de tout câble électrique avec des courants importants variables (panneau solaire, winch, pompe, etc.).



### 3 – Connexion WIFI

A la mise en service, le calculateur du pilote est configuré en routeur WiFi (master) avec le SSID pypilot sans mot de passe. Les paramètres wifi peuvent être modifiés avec la page configuration du serveur web pypilot ou par le menu LCD. En cas de perte du mot de passe, le menu LCD permet de réinitialiser les paramètres WIFI aux valeurs initiales.

### 4 - Commande et configuration du pilote automatique pypilot

Ce calculateur Pypilot offre de nombreuses options de commande et configuration. Il y a le serveur web Pypilot accessible à l'adresse 192.168.14.1 du navigateur web de n'importe quelle tablette, ordinateur, téléphone connectée au réseau wifi du calculateur. On peut aussi utiliser plusieurs télécommandes radio 433MHz (code tournant EV1527) dont on peut associer les touches à de très nombreuses fonctions.

Depuis une autre machine connectée au wifi du pilote, il est aussi possible de contrôler pypilot avec :

- Le plugin pypilot de l'application OpenCpn,
- les scripts clients de pypilot installés avec une suite logicielle telles que OpenPlotter ou Bareboat Necessities (BBN).

**TRES IMPORTANT** : Le script principal, ou script serveur « pypilot », doit uniquement tourner sur le Raspberry Pi auquel est connecté le contrôleur de moteur et l'IMU du pilote automatique. Avec tinyPilot, il démarre toujours automatiquement à la mise sous tension du calculateur pypilot. Ce script « pypilot », est en quelque sorte le tableau de toutes les données utilisées par le pilote automatique ainsi que par les scripts client de pypilot

Cependant, les scripts clients pypilot, tels que « pypilot\_control », « pypilot\_scope » et « pypilot\_calibration », peuvent être exécutés simultanément sur plusieurs ordinateurs. Si ceux-ci sont connectées au même réseau WiFi que le pilote automatique, ces scripts se synchroniseront automatiquement avec lui.

C'est pratique d'installer pypilot sur d'autres ordinateurs à bord afin d'installer automatiquement tous les scripts de pypilot. Mais, il est impératif de ne jamais saisir la commande « pypilot » dans l'invite de commandes Linux de ces ordinateurs. Prenez l'habitude d'exécuter systématiquement un script client de pypilot, par exemple « pypilot\_control ».

### 5 - Opérations à réaliser avant d'utiliser pypilot pour piloter automatiquement son bateau

Les opérations suivantes sont à effectuer dans l'ordre indiqué :

#### 1) Avant de fixer le calculateur au bateau, calculateur alimenté en 5V DC

- Etalonnage des accéléromètres, **déjà réalisé sur les calculateurs avec une carte SD provenant de Navitop**. Un nouvel étalonnage est recommandé après chaque changement d'image de la carte SD. Celui-ci se fait de préférence à terre, sur une surface horizontale comme une table. Voir manuel Pypilot
- Pré-étalonnage des magnétomètres, **déjà réalisé sur les calculateurs avec une carte SD provenant de Navitop**. Un nouveau pré-étalonnage est recommandé après chaque changement d'image de la carte SD. Le calculateur doit être tourné lentement dans toutes les directions. On peut aussi le faire tourner sur plusieurs de ses faces. **Le pré-étalonnage est terminé lorsque les points de mesure sont toujours sur la sphère et que la date d'étalonnage de la boussole est réinitialisée**. Ce pré-étalonnage 3D est indispensable pour garantir une compensation automatique rapide du compas en mer.

#### 2) Après avoir fixé le calculateur au bateau

- Avec le bateau horizontal et stable, il faut indiquer au calculateur que le bateau est de niveau. C'est indispensable car le boîtier du computer Pypilot peut être installé dans n'importe quel sens. Sean a d'ailleurs prévu de pouvoir inverser le sens d'affichage avec le menu LCD.
- Vérification du sens de rotation du moteur. Un appui sur la touche +1 doit faire tourner le gouvernail pour faire tourner le bateau dans le sens horaire (inverser les deux fils du moteur si nécessaire).
- Etalonnage de l'éventuel capteur d'angle de barre (voir manuel du contrôleur)
- Réglage de la limitation du courant dans le moteur (voir manuel du contrôleur)
- Etalonnage du compas magnétique en faisant lentement tourner le bateau en mer. Un tour suffit si le pré-étalonnage des magnétomètres a bien été effectué avant de fixer le calculateur pypilot au bateau

- Alignement du compas de pypilot avec le compas magnétique en introduisant si nécessaire un décalage.
  - calculateur pypilot fixé sur une cloison côté bâbord ,dans l'axe du bateau, ce décalage devrait être autour de 0
  - calculateur pypilot fixé sur une cloison vers l'avant, perpendiculaire à l'axe du bateau,il devrait être autour de -90
  - calculateur pypilot fixé sur une cloison côté tribord, dans l'axe du bateau, ce réglage devrait être autour de 180
  - calculateur pypilot fixé sur une cloison vers l'arrière, perpendiculaire à l'axe du bateau, ce réglage devrait être autour de 90
- Vérification qu'aucun objet magnétique mobile du bord ne perturbe le compas du calculateur

## 6 – Câble(s) optionnel(s) USB ou NMEA0183 pour échange de données NMEA0183

Le calculateur étanche avec récepteur radio de télécommande peut recevoir et fournir des données par WiFi avec le port TCP20220. En standard, il est fourni sans câble USB ni NMEA0183. Sur demande, le calculateur peut être équipé d'un ou deux presse-étoupes supplémentaires avec les câbles suivants en option :

- **Câble USB (option CU)**

Pour échanger des données NMEA, ce câble en option, équipé d'une prise femelle USB-A permet de connecter un convertisseur hors fourniture USB/CAN (NMEA2000) ou un convertisseur hors fourniture USB/RS422 (NMEA0183) et même plusieurs en utilisant un multiplexeur USB. L'avantage du port USB et qu'il permet la détection automatique des paramètres des échanges NMEA. Un convertisseur USB/RS485-RS422 peut aussi être utilisé pour le NMEA0183.

- **Câble NMEA0183 (option CN)**

Ce câble NMEA0183, en option, utilise le port ttyAMA4 avec TX et RX respectivement connectés aux broches GPIO12 et GPIO13 du Pi Zero.

L'entrée RX\*, protégée des surtensions, se fait par un optocoupleur permettant une isolation galvanique. La sortie TTL 5V est protégée des courts-circuits et des surtensions. Elle est par défaut asymétrique avec la sortie - reliée à GND, ce qui est adapté à presque tous les cas. Si nécessaire, elle peut être symétrique pour que le fil – soit à +5V lorsque le fil + est au niveau 0V. Pour cela, il faut modifier le circuit imprimé pour couper le pont de JP1 entre 1 et 2 puis relier par point de soudure 2 et 3.

\* fonctionnel à partir de la version 1.3

Le connecteur NMEA0183 est fourni avec un bouchon car il est préférable de déconnecter la prise femelle tant qu'elle n'est pas correctement raccordée à d'autres instruments pour éviter des courts-circuits.

Fonction des différents fils du câble NMEA0183 :

- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| • fil métal et marron | : A ou Input + ou RA |
| • fil métal et bleu   | : B ou Input – ou RB |
| • fil métal et noir   | : Y ou Output +ou TA |
| • fil métal           | : Z = Output – ou TB |

## 9 - Utilisation de données externes - Mise à disposition de données (USB ou NMEA0183 ou WIFI)

Sans données externes, pypilot ne fonctionne qu'en mode Compas. Pour pouvoir utiliser le mode Vent apparent, il faut fournir à pypilot les données NMEA d'une girouette. Pour utiliser le mode vent réel utile au portant ainsi que le mode GPS, il faut en plus fournir les données NMEA d'un GPS.

Sean, le concepteur de pypilot conseille d'utiliser de préférence une girouette classique pouvant fournir des données aussi peu filtrées que possible pour que pypilot qui effectue des calculs très rapides détermine précisément le vent réel, même avec de la gîte et des vagues.

Les échanges de données NMEA se font soit via wifi avec le port TCP 20220, soit avec le port USB (option CU) via des convertisseur NMEA0183 (RS422) ou NMEA2000 (CAN) vers USB, soit le port série NMEA0183 (option CN). Si la connexion est un port série ou un port de communication virtuel, elle sera détectée avec un débit de 4800 ou 38400 bauds. Les phrases reçues via USB ou série, non utilisées par le pilote automatique, seront relayées aux appareils connectés au Wi-Fi.

Avec le câble NMEA0183 (option CN) et ce calculateur, TX et RX sont respectivement connectés aux broches GPIO12 et GPIO13 du Pi Zero (port ttyAMA4).

Les phrases suivantes NMEA0183 suivantes peuvent être reçues et utilisées :

- MWV : vent apparent et vrai
- VWR : vent apparent (héritage alternatif)
- VWT : vent vrai (héritage alternatif)
- APB : relèvement du pilote automatique pour le suivi de route
- VWH : vitesse de l'eau
- LWY : dérive
- RMC : gps
- RSA : angle de barre (pour une action plus rapide de la limitation de course, il est cependant conseillé de raccorder le capteur directement au contrôleur du moteur)

Les phrases suivantes peuvent être générées par pypilot :

- MWV : après calibrage
- RSA : angle de barre
- RMC : si le filtre GPS combine les données IMU et GPS, cela peut fournir une sortie à grande vitesse pour la vitesse/la trace
- XDR : tangage et roulis
- HDM : cap magnétique
- ROT : taux de rotation angulaire

Si vous n'utilisez pas le câble NMEA0183, déconnectez le pour éviter les courts-circuits et mettez le bouchon sur le connecteur.

## 10 – Ouverture du boîtier étanche pour accéder à la carte SD

Pour ne pas arracher les connexions internes des câbles, il faut impérativement commencer par complètement desserrer tous les presse-étoupes des câbles. Il faut s'assurer que tous les câbles coulissent librement avant de dégager les circuits imprimés du boîtier. La carte micro-SD est insérée à gauche du Pi Zero.

Après remontage, bien resserrer les presse-étoupes.