



## HAT PYPILOT AVEC PORT NMEA0183 ET BORNES POUR 8 BOUTONS

### 1 - Présentation

Ce HAT (Hardware Attached on Top) est une carte d'extension conçue pour s'adapter au connecteur GPIO 40 broches d'un Raspberry Pi Zero.

Il permet de transformer le Raspberry Pi en un ordinateur de pilotage automatique de bateau Pypilot intégrant un compas hautes performances grâce à une centrale inertielle 9 axes performante.

Combiné à un contrôleur de moteur Pypilot, un Raspberry Pi Zero W ou 2W et le logiciel Tinpilot-PYPILOT installé sur sa carte microSD, ce HAT permet de créer un pilote automatique performant consommant peu d'énergie.

Tinpilot-Pypilot est une image de carte SD combinant le logiciel libre PYPILOT, imaginé et développé par Sean D'EPAGNIER, avec un système Linux simplifié TINYCORE. Cette image téléchargeable peut être installée sur la carte microSD du Pi Zero avec une application telle que Raspberry Pi Imager. Grâce à ce système de fichiers, PYPILOT fonctionne parfaitement avec un petit Raspberry Pi Zero et peut être allumé et éteint en toute sécurité grâce à un simple interrupteur sur le tableau électrique.

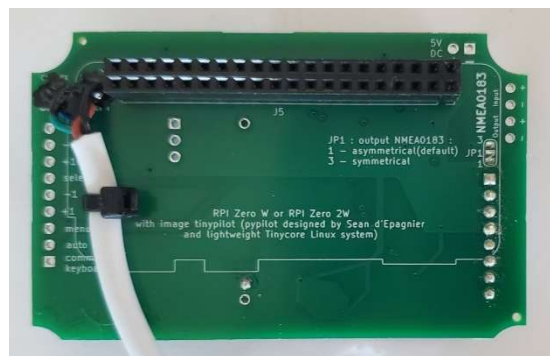
Quatre modèles de contrôleurs de moteur sont disponibles pour adapter PYPILOT à tous les systèmes d'entraînement existants. Vous pouvez construire le vôtre ou en acheter un. Notez que si le modèle 12-24 V 30 A avec commande d'embrayage est compatible avec tous les systèmes d'entraînement existants, les modèles 7 A sans sortie d'embrayage sont uniquement adaptés aux actionneurs linéaires pour barre franche.

Ce HAT intègre l'afficheur LCD, l'IMU, l'interface UART pour le contrôleur moteur, un port NMEA0183 avec entrée isolée galvaniquement, des protections contre les surtensions CEM et un connecteur GPIO permettant l'utilisation d'un Raspberry Pi Zero W ou Zero 2 W.

Le HAT est fourni avec un seul câble, qui permet de connecter le port UART au contrôleur.

**Important :** Pour un Pi supérieur à Zero, une entretoise GPIO est nécessaire pour surélever le HAT.

- Alimentation du HAT et du Raspberry Pi en 5 V CC via une prise micro-USB connectée au Pi ou directement sur le circuit imprimé, au niveau des deux plots de soudure repérés « Power Input 5 V CC »
- Circuit intégré IMU TDK ICM20948 installé directement sur le circuit imprimé avec ses circuits d'interface avec le PI fonctionnant à 3,3 V
- Écran LCD JLX12864G-086-PN 3,3 V
- Embase 2X20 contacts pour installer un Pi Zero W ou Pi Zero 2W
- Port NMEA0183 (ttyAMA4 avec TX et RX respectivement connectés aux broches GPIO12 et GPIO13 du Pi Zero) :
  - Entrée découplée galvaniquement par optocoupleur
  - Sortie TTL asymétrique (par défaut) ou symétrique, protégée des courts-circuits et surtensions
- Côté composants du circuit imprimé marinisé avec du vernis polyuréthane tropicalisant permettant les soudures
- Connecteur étanche 4 contacts vers le contrôleur moteur
- Bornes à souder pour connecter un clavier à 8 touches
- Dimensions : 76 x 51 x 24 mm



## 2 - Installation du calculateur Pypilot

Le cap du bateau est déterminé par le calculateur Pypilot, équipé d'une centrale inertielle (IMU) dotée de 9 capteurs, dont 3 magnétomètres sensibles aux champs magnétiques. Afin de minimiser les interférences, il est essentiel de suivre attentivement les instructions 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 un courant important (panneau solaire, contrôleur, etc.).

## 3 - Commande du pilote automatique Pypilot

Ce calculateur Pypilot offre de nombreuses options de contrôle, telles que des télécommandes radio 433 MHz (code tournant EV1527) ou le serveur web Pypilot accessible en Wi-Fi à l'adresse 192.168.14.1 depuis le navigateur web de n'importe quelle tablette, ordinateur ou téléphone. Pypilot permet de configurer plusieurs télécommandes utilisables simultanément.

Depuis une autre machine connectée au même réseau Wi-Fi, 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).

Il suffit de lancer en ligne de commande linux des scripts pypilot client tels que « pypilot\_control », « pypilot\_scope », « pypilot\_calibration », etc....

**Mais c'est important de garder en tête que le script serveur « pypilot » doit tourner uniquement sur le calculateur du pilote automatique, celui auquel sont connectés le contrôleur du moteur ainsi que l'IMU utilisée par pypilot.** Ce script « pypilot » est en quelque sorte le tableau de toutes les données utilisées par pypilot et par les différents scripts client.

C'est pour cela que le script principal « pypilot » ne doit jamais être lancé sur une autre machine que le calculateur du pilote automatique, même s'il est souvent utile d'installer pypilot sur les autres machines pour pouvoir y lancer les scripts clients de pypilot en ligne de commande linux. C'est toujours extraordinaire de voir comme Pypilot est bien conçu quand on voit ces scripts clients se connecter automatiquement au calculateur pypilot-tinypilot.

## 4 - 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 fixé sur une cloison côté bâbord, dans l'axe du bateau, ce décalage devrait être autour de 0
  - calculateur fixé sur une cloison vers l'avant, perpendiculaire à l'axe du bateau, il devrait être autour de -90
  - calculateur fixé sur une cloison côté tribord, dans l'axe du bateau, ce réglage devrait être autour de 180
  - calculateur 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

## 5 - NMEA0183 Computer serial port and USB port for NMEA exchanges (0183 or 2000)

Le port série NMEA de ce HAT est connecté aux broches GPIO12 (TX) et GPIO13 (RX) du Pi Zero (port ttyAMA4). Il faut vérifier la configuration NMEA0183, activer les port entrée et sortie, et configurer la vitesse.

L'entrée RX, protégée des surtensions, se fait par un optocoupleur permettant une isolation galvanique.

- Input + = A
- Input - = B

La sortie TX (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.

- Output + = Y
- Output - = Z

Pour échanger des données NMEA avec Pypilot, il est également possible d'utiliser le connecteur micro-USB marqué « USB » du Raspberry Pi Zero en y connectant un convertisseur NMEA2000-vers-USB ou un adaptateur NMEA0183-vers-USB (hors fourniture). Le deuxième connecteur micro-USB marqué « Power In » ne permet pas l'échange de données.

## 6 - Utilisation de données externes - Mise à disposition de données (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 via des convertisseurs NMEA0183 ou NMEA2000 vers USB, soit le port série NMEA0183. 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.

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