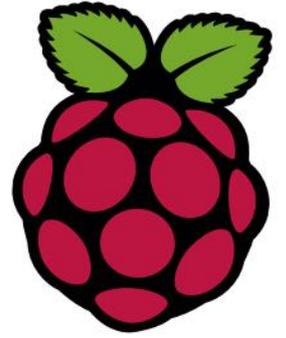


MagPi



n°9
juillet - août 2019

www.magpi.fr

Le magazine officiel du Raspberry Pi

CONSTRUIRE UN

PROJET RASPBERRY PI

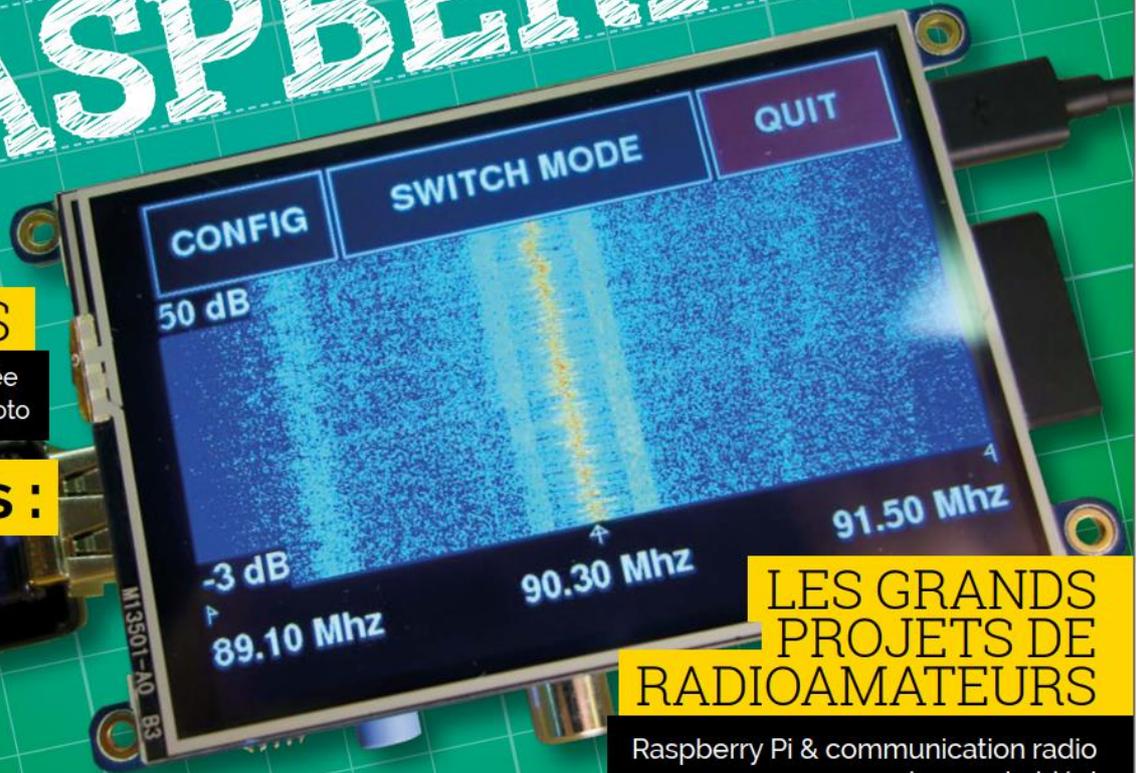
- ✓ Découvrir les trucs des makers
- ✓ S'inspirer de projets accessibles aux débutants
- ✓ Réaliser son propre projet

CRÉER DES ROMANS GRAPHIQUES

Convertir une vidéo enregistrée avec un HAT TV en roman-photo

Entre autres :

- ▶ **Système de surveillance des plantes** avec OpenCV et un module Camera
- ▶ **Images de l'ISS par ondes radio** avec une clé RTL-SDR
- ▶ **Barista personnel** avec Snips et une machine à café retouchée



LES GRANDS PROJETS DE RADIOAMATEURS

Raspberry Pi & communication radio - le couple idéal

LUX 10,55 € - CH 15,90 FS - DOM/S 10,95 € - CAN 17 Sca

ÉLECTRONIQUE AVEC **GPIO ZERO**



Le Raspberry Pi et les radioamateurs

De tout temps les radioamateurs ont été à la pointe de la technique et de l'expérimentation. Avec l'avènement des récepteurs SDR et l'arrivée du numérique dans les transmissions radio, le Raspberry Pi a tout naturellement trouvé sa place. Il est devenu un incontournable du fait de son prix abordable et de sa formidable flexibilité. Voici quelques possibilités offertes par ce nano-ordinateur.

Une quantité de programmes OM présents dans Raspbian

Le lien [1] référence plus de 120 programmes à destination des radioamateurs, directement accessibles depuis Raspbian. Un simple *apt-get install* suffit pour les installer et en profiter rapidement. De nombreux autres programmes développés par des radioamateurs ne sont pas dans cette liste, mais seront accessibles via des plateformes comme SourceForge ou Github.

Note : l'acronyme « OM » (abréviation radiotélégraphique de *Old Man*) est souvent utilisé pour remplacer le terme « radioamateur ». On trouve maintenant l'acronyme « YL » pour *Young Lady*, sans distinction d'âge. C'est une femme qui utilise une radio (autrefois c'était réservé aux hommes).

Expédition scientifique



▲ Figure 1. Le ballon sort des nuages. (© F4HHV)

L'équipe de Fabrice (F4HHV) [2] a lancé un ballon. L'objectif était de tester le comportement d'un écran OLED en altitude, dans des conditions extrêmes (altitude de 27 km, pression de 200 mbar à -60 °C). Le suivi de la nacelle était assuré par APRS. Il s'agit d'un système de radiocommunication numérique utilisé par les radioamateurs : le « système de transmission automatique par paquets » (*Automatic*

Packet Reporting System) permet de visualiser automatiquement et en temps réel les positions de stations radio et de divers objets sur des cartes affichées sur un PC.

En deux heures de vol, l'engin a pu tester la résistance de l'écran, filmé en permanence par une caméra RPi. Il a également fourni des images de très bonne qualité grâce à cette caméra de 8 Mp (figures 1 et 2).



▲ Figure 2. Delta du Rhône. (© F4HHV)

Gestion des logs

Index	Callsign	Date	Time	Frequency (MHz)	Band	Mode	Tx Power (dB)	RST Sent	RST Received	Grid Square
16	M8QTY	20171103	1556	145.850	2m	FM	5	59	59	R064
17	F4DUXP	20171103	1657	145.850	2m	FM	5	59	59	J807je
18	FM1FZB	20171128	2540	145.850	2m	FM	5	59	59	J845
19	OMAAUC	20171230	1910	145.850	2m	FM	5	59	59	
20	G7DSF	20171230	1914	145.850	2m	FM	5	59	59	
21	EB1AD	20180323	2125	145.850	2m	FM	5	59	59	R452
22	G7DSF	20180327	1954	145.850	2m	FM	5	59	59	R090
23	G6ABJ	20180327	1956	145.850	2m	FM	5	59	59	R090bu
24	EB1AD	20180327	1957	145.850	2m	FM	5	59	59	
25	M8QTY	20180328	1940	145.850	2m	FM	5	59	59	R219a

▲ Figure 3. Capture d'écran de PyOSO. (© christianjacobs.uk)

Une des premières utilisations du Raspberry Pi dans la station d'un radioamateur est la gestion des logs (figure 3). Le logbook ou carnet de trafic sert à enregistrer les QSO (en clair les contacts). Autrefois il s'agissait d'un simple cahier tenu à la main,



MAKER

François
Mocq

Électronicien, radioamateur (indicatif F1GYT), formateur informatique à la retraite. Il partage son temps entre le blog framboise314.fr, l'écriture de livres sur le Raspberry Pi et des conférences.



framboise314.fr



▲ Figure 4. Carte TNC-PigK6, un TNC 1200 de 2400 à 9600 bauds. (© https://tnc-x.com/)



▲ Figure 6. Carte relais MMDVM. (© F8BSY Xavier)



▲ Figure 9. Récepteur SDRPlay et Raspberry Pi. (© Andrew Back)

aujourd'hui il est dématérialisé. Des programmes comme PyQSO [3] peuvent aider à gérer les contacts en récupérant automatiquement les données sur qrz.com ou hamqth.com. En plus du tri des contacts, ils proposent l'impression ou la création du journal en PDF, le suivi du DXCC, la gestion des doublons, etc.

Apprendre/recevoir/envoyer la CW

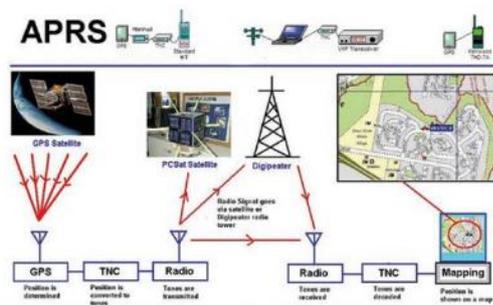
La télégraphie (*Continuous Waves*) est également au menu du Raspberry Pi. Celui-ci peut produire des suites de caractères pour l'apprentissage ou traduire les frappes sur le clavier en code morse pouvant être émis directement (mais où est le plaisir). Certains programmes sont capables de décoder la CW, mais il faut bien reconnaître que si l'opérateur est expérimenté et utilise un double contact... le Raspberry Pi aura beaucoup de mal à rivaliser avec une oreille bien entraînée !

Trafiqer en AX.25

Le mode de transmission AX.25 développé par les radioamateurs a connu ses heures de gloire dans les années 80. Il est peu à peu tombé dans l'oubli, remplacé par d'autres solutions numériques. Il est à la base des réseaux Packet et APRS, dans les bandes VHF et UHF, avec des débits compris entre 300 et 9600 bauds. Des cartes d'extension à 1200 et 9600 bauds ont été conçues pour le Raspberry Pi (figure 4 et [4]).

Réseau APRS

L'APRS [5] ou système de transmission automatique par paquets permet le partage d'informations entre les stations OM (figure 5). Il permet l'affichage, sur une carte, de données comme l'indicatif, la localisation des véhicules et des personnes, des rapports météo et/ou des messages en temps réel.



▲ Figure 5. Principe du réseau APRS. (© nwclimate.org)

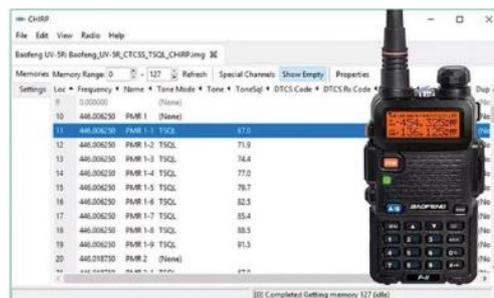
MMDVM, Multimode Digital Voice Modem

C'est dans le domaine du MMDVM (la radio numérique) que le Raspberry Pi montre toute sa puissance et sa flexibilité. Il existe différents modèles de cartes, de la plus élémentaire,

compatible avec le Raspberry Pi Zero, qui permet de créer un hotspot simple pour des tests en numérique, à la carte de la figure 6. Elle est compatible PiStar et permet de réaliser un véritable relais numérique.

Paramétrage de sa station

CHIRP [7] est un logiciel gratuit et à code source ouvert. Il permet de programmer les appareils utilisés par les radioamateurs. CHIRP prend en charge des dizaines de fabricants et de modèles ; il gère de nombreux types de fichiers de données (figure 7).



▲ Figure 7. Copie d'écran de CHIRP.

Réception des bandes amateurs

L'arrivée sur le marché de clés USB SDR a permis de développer des récepteurs numériques. Les premières versions fonctionnaient sur PC, mais l'arrivée des nano-ordinateurs a facilité le portage vers ces cartes peu coûteuses, comme le Raspberry Pi [8] (figure 8).



▲ Figure 8. Réception sur la bande des 40 m (7 MHz) sur le Raspberry Pi. (© gqrz.dk)

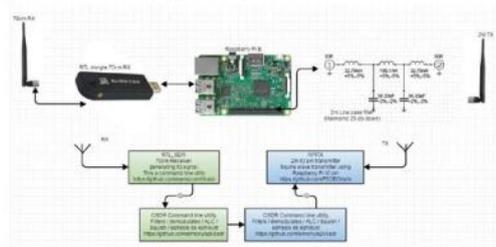
Il existe des systèmes plus puissants comme le SDRPlay [9] qui a ouvert la voie à la réalisation de récepteurs performants et peu chers (figure 9). Ce matériel couvre de 1 kHz à 2 GHz et possède deux entrées d'antennes coaxiales (0-30 MHz et VHF-UHF). Il dispose d'un LNA (*Low Noise Amplifier*, ampli à faible bruit). Une entrée d'antenne à haute impédance est également disponible pour la HF.

La mise en service est facilitée par des applications spécialisées. La réception de l'ADS-B (système de surveillance coopératif pour le contrôle

du trafic aérien et autres applications connexes) ou la réalisation d'un serveur SDR (*Software-Defined Radio*, radio logicielle) sont à la portée de nombreux OM [10].

Mini-transpondeur avec un Raspberry Pi

Le logiciel rpiTx développé par F5OEO [11] permet d'émettre directement depuis un des ports GPIO du Raspberry Pi. Couplé avec un récepteur SDR et un filtre de bande, rpiTx permet de réaliser sans gros investissement un transpondeur de faible puissance [12] (figure 10).



▲ Figure 10. Un transpondeur pour les bandes de 70 cm à 2 m avec un Raspberry Pi. (© ZR6AIC)

Balise WSPR

Le WSPR (*Weak Signal Propagation Reporter*) transmet avec une faible puissance et un débit très lent des informations sur la station (indicatif, QRA locator et puissance). Les données sont disponibles sur le site wsprnet [13].

La balise WSPR de HB9FGK fonctionne en 30 m (10,14 MHz) avec une puissance de 10 mW (figure 11). Elle est équipée d'un filtre de bande sur la sortie GPIO et a été reçue à... 2850 km de distance !

Équiper un relais radioamateur

Le Raspberry Pi est susceptible d'équiper un relais en offrant des possibilités étendues : gestion de la logique du relais, pilotage du relais à distance via Internet ou par DTMF, synthèse vocale (accueil / indicatif / valeur Smètre / température / humidité / pression...), surveillance de l'alimentation, alertes...

Ensemble d'émission/réception complet RadioBerry

Pour terminer ce tour d'horizon (non exhaustif) des possibilités du Raspberry Pi, voici le système RadioBerry [14] développé par PA3GSB.

C'est un émetteur/récepteur autonome, basé sur un Raspberry Pi et une carte fille conçue par PA3GSB autour d'un FPGA Intel Cyclone dont le micrologiciel est chargé via le RPi (figure 12). Il utilise un modem à large bande, avec convertisseur analogique/numérique sur 12 bits, d'Analog Devices (AD9866) et couvre de 0 à 30 MHz.

Distribution prête à l'emploi

Il en existe de nombreuses versions. Par exemple piSDR [15] de Luigi PU2SPY qui intègre gQRX, SDRAngel, GNURadio Companion, LimeUtil, LimeVNA et Soapy. Un grand nombre de périphériques est déjà géré : RTL-SDR, LimeSDR Mini, LimeSDR USB, AirSpy Mini, AirSpy R2. Le développement de cette distribution continue et vous pouvez y participer si vous êtes intéressé(e).

Conclusion

Au travers de ces exemples qui présentent une partie des applications possibles du Raspberry Pi dans le monde radioamateur, vous avez pu découvrir cette fabuleuse petite carte. La standardisation apportée par le Raspberry Pi et la disponibilité de distributions prêtes à l'emploi facilitent la mise en œuvre de ces technologies dans la station. C'est tout un monde qui s'ouvre à l'OM qui voudra s'investir dans ce domaine. [7]



▲ Figure 11. Balise WSPR de HB9FGK. (© hb9fgk)



▲ Figure 12. Émetteur/récepteur RadioBerry. (© PA3GSB)

Webographie

- Programmes pour les radioamateurs pour Raspbian : <http://www.raspberrypi.com/packages-list/item/71-raspbian-hamradio>
- Ballon dans la stratosphère : <http://fab4space.000webhostapp.com/language/fr/>
- Programme de gestion des logs : <https://christianjacobs.uk/pyqso/>
- Carte pour AX.25 : <https://tnc-x.com/>
- APRS : <http://www.nwclimate.org/aprs/introduction-to-aprs/>
- Carte de radio numérique : http://www.ref66.fr/2018/11/05/pi-star-configurer-en-un-clin-doeil-votre-hotspot_duplex/
- Logiciel de programmation CHIRP : <https://chirp.danplanet.com/projects/chirp/wiki/Home>
- Logiciel Gqrx SDR : <http://gqrx.dk/download/gqrx-sdr-for-the-raspberry-pi>
- Récepteur SDRPlay RSP2 PRO : <https://www.passion-radio.fr/recepteurs-sdr/rsp2-463.html>
- Serveur SDR : <https://www.rs-online.com/designspark/building-a-remote-sdr-with-the-pi-3-model-b-and-sdrplay-rsp2>
- Logiciel rpiTx : <https://github.com/F5OEO/rpitx>
- Transpondeur de faible puissance : <http://zr6aic.blogspot.com/2016/11/creating-2m-fm-repeater-with-raspberry.html>
- Site wsprnet pour les balises WSPR : <http://wsprnet.org/drupal/>
- Système complet d'émission/réception : <https://github.com/pa3gsb/RadioBerry>
- Distribution prête à l'emploi : <https://github.com/luigifreitas/pisdr-image>