

NPR-70

New Packet Radio sur 70cm

Introduction

Atelier F6KRK

Guillaume F4HDK

Mars 2022

Copyright Guillaume F4HDK 2018-2022

f4hdk_at_free.fr

Provided under the [Creative Commons BY-SA \(4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Ordre du jour

- Présentation générale
- Utilisation envisagée F6KRK ? (ou ailleurs)

- Guide démarrage « client » (utilisateur lambda)
- Démo pour un client

- Présentation de la doc complète
- Configuration d'un réseau entier (admin)

NPR70 – C'est quoi ? (1/5)

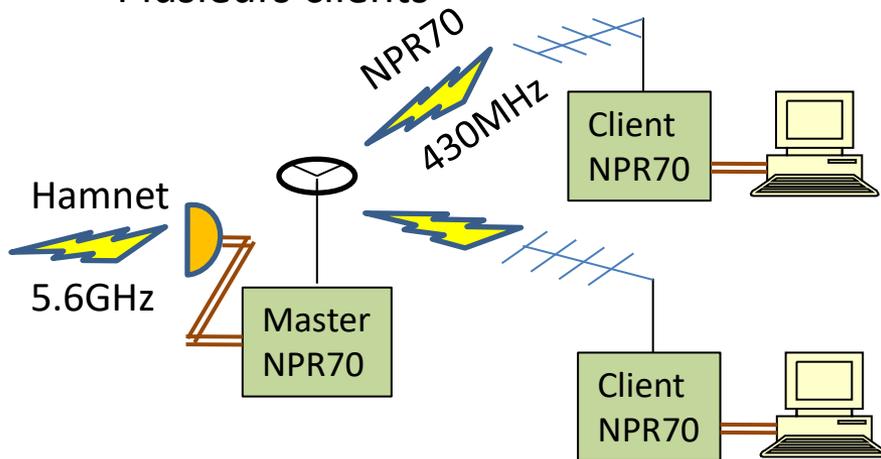
- C'est de l'IPv4 bi-directionnel sur liaison radio
(pas d'AX.25 malgré le nom "packet radio")
- Débit intermédiaire entre Packet et HSMM-Hamnet-WiFi
- Fréquences 420-450MHz plus facile à utiliser que 2.4GHz ou 5.6GHz (AREDN-HSMM-WiFi-Hamnet).
- Solution « matérielle »: pas de logiciel à installer, liaison Ethernet
- Conçu par un radio-amateur, pour les radioamateurs
- 100% Open-Source : PCB + firmware + protocole

	Débit	Fréquences
Packet radio	Brut : <9600bps Utilisable : quelques kbps	Toutes (principalement 144MHz et 430MHz)
NPR70 New Packet Radio	Brut : 110kbps à 1Mbps Utilisable : 70 à 500kbps	420-450MHz
HSMM - Hamnet– WiFi	Brut : >10Mbps Utilisable : >10Mbps ?	2.4GHz, 5.6GHz

NPR70 – C'est quoi ? (2/5)

Optimisé pour configuration « point à multipoint ».

- 1 Relais central, appelé MASTER
- Plusieurs clients



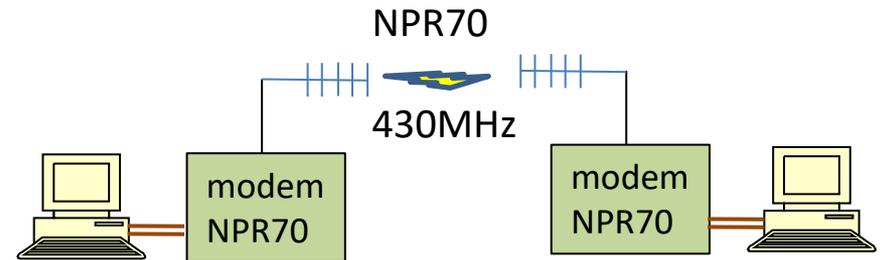
Le Master n'émet que s'il est sollicité par au moins 1 client.

Exemple d'utilisation :

extension de Hamnet 2.4GHz et 5.6GHz.

Dernier km « bas débit » pour Hamnet, en complément du backbone 2.4/5.6GHz

Utilisation possible en « point à point »



Exemple d'utilisation :

DATV bas débit (200kbps)

bi directionnelle mono fréquence.

NPR70 – C'est quoi ? (3/5)

Compatibilité avec réglementation radioamateur

- Transmission périodique des indicatifs
- Aucun chiffrement, transmission en clair
- Le Master (relais) n'émet que s'il est sollicité par au moins 1 client

Limitations:

- Pour l'instant 7 clients simultanés maxi
(évolution en cours pour passer à 15 clients)
- 300km maxi (limitation du protocole)
- Vu la bande 430MHz, non prévu pour utilisation 24h/24
- Difficilement utilisable en « mobile » (modulations 11, 20, 21)
- Adresses IP dynamiques seulement côté client

NPR70 – C'est quoi ? (4/5)

Pas de modulation adaptative:

- Paramètres de modulation fixés une fois pour toutes par l'admin/sysop
 - Symbol Rate (entre 50kS/s et 500kS/s)
 - 2/4FSK (états par Symbol / bits par Symbol)
- Paramètres modulation à choisir en fonction de
 - Bande passante radio occupée
 - Qualité de la liaison (distance, mobile, antennes)
 - Débit et latence souhaités

NPR70 –Les 9 modulations

- Numérotation sur 2 chiffre
 - 1^{ier} chiffre : 2GFSK ou 4GFSK
 - 2^{ième} chiffre: Symbol Rate

Modulation name 2nd digit	x0	x1	x2	x3	x4	
Symbol Rate	50	100	180	300	500	kS/s
Radio bandwidth	100	200	360	600	1000	kHz

2GFSK (1st digit of name : 1x)	Modulation name		11	12	13	14	
	Raw data rate		100	180	300	500	kbps
	Usable data rate		71	120	190	300	kbps
	Delay- Ping		540	310	200	130	ms

4GFSK (1st digit of name : 2x)	Modulation name	20	21	22	23	24	
	Raw data rate	100	200	360	600	1000	kbps
	Usable data rate	68	130	220	330	470	kbps
	Delay- Ping	560	290	180	120	80	ms

NPR70 – utilisation intermittente

- Le Master
 - Passe en veille (écoute) si aucun client n'est allumé
 - Se réveille si au moins 1 client actif
- A l'opposé, un client ne peut pas être réveillé à la demande à distance.
- Placer un équipement autonome côté « client » nécessite un réseau réveillé 24h/24
- Usage possible : Master dédié à l'administration d'un équipement autonome sur site isolé.

NPR70 – C'est quoi ? (5/5)

Un peu de technique

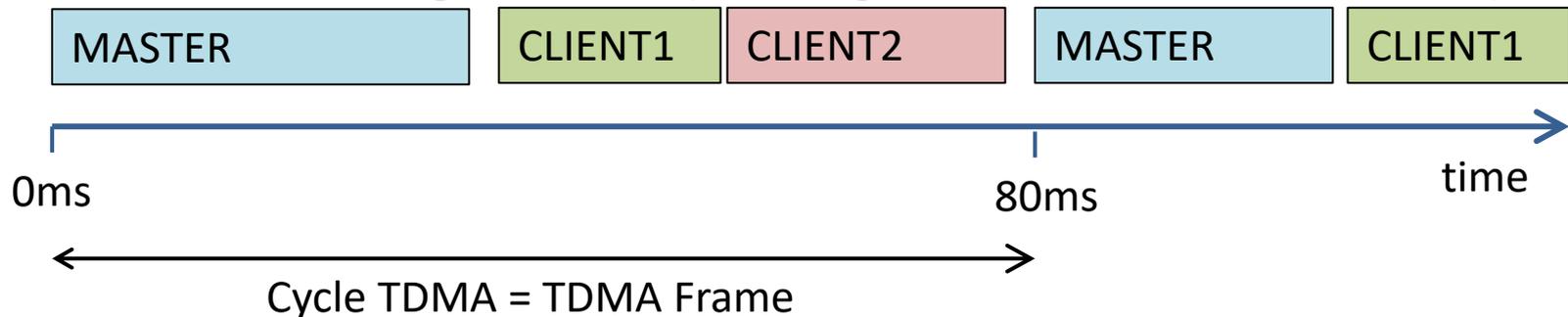
- Protocole inventé par moi (F4HDK)
- Détournement de puce dédiée à ISM 433MHz : SI4463
- Modulation 2GFSK ou 4GFSK
- FEC très simple (Forward Error Correction) et non réglable
- TDD : time division duplex.

Les stations parlent sur la même fréquence à tour de rôle.

- Cycles TX/RX rapides : 80ms à 200ms. (similaire au DMR).
- Managed-TDMA : Le Master (relais central) alloue les temps de parole à chacun (Master et clients), selon les besoins du moment, en temps réel.

➔ Aucune collision possible.

- Gestion des Timing Advance (décalage d'émission du à distance)

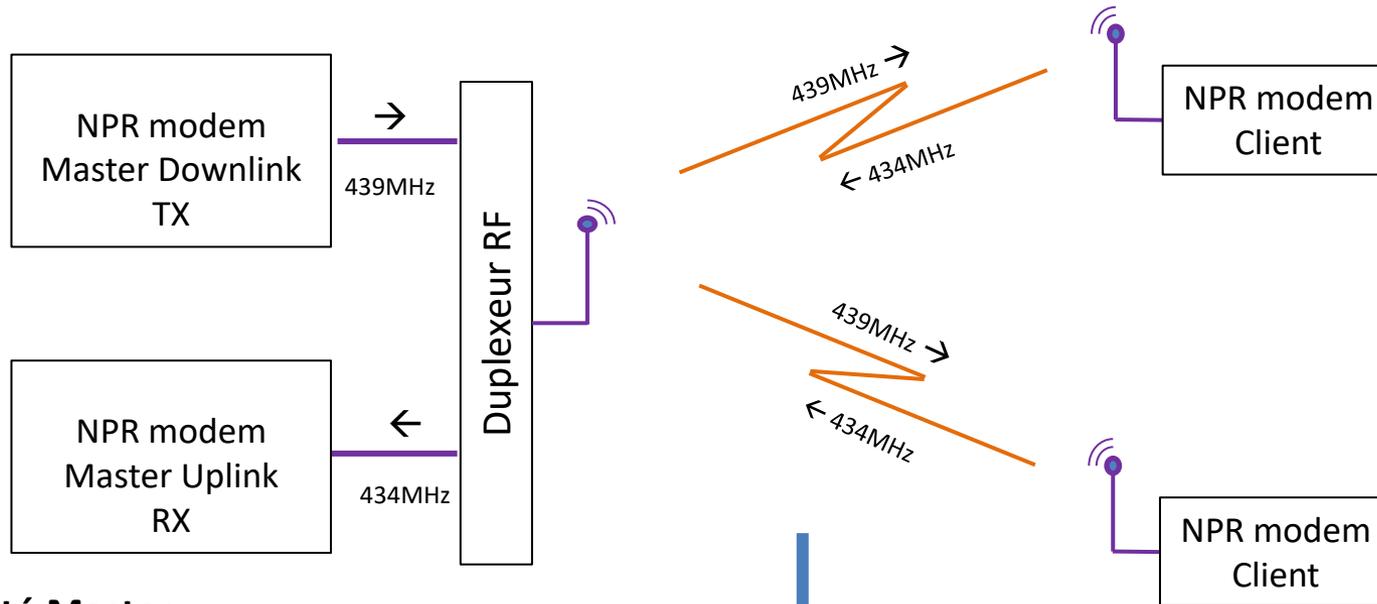


mode FDD (Frequency Division Duplex)

optionnel

Utilisation en Frequency Shift. 2 fréquences séparées

- Une fréquence pour l'uplink (depuis les Clients vers le Master)
- Une fréquence pour le downlink (depuis le Master vers les Clients)



Côté Master :

Installation radio full duplex
(avec duplexeur radio)

2 modems:

- Un dédié TX – Downlink
- Un dédié RX - Uplink

Côté Clients:

Un unique modem par Client.

Half duplex du point de vue radio.

Commute très rapidement entre les fréquences TX et RX.

Voir document « guide utilisateur avancé » pour plus de détails

NPR70 – les antennes

- Il faut du gain d'antenne! C'est de la large bande!
- ~~Polarisation horizontale fortement recommandée~~
- Polarisation horizontale ou verticale à choisir en fonction des contraintes locales
 - (il n'y a plus de recommandation IARU à ce sujet!)
- A cause des problèmes de réflexion RF « multi-path »
 - Les clients privilégieront une antenne directionnelle (Yagi)
 - Le Master peut utiliser une antenne « omni », mais elle doit être bien dégagée

Master :

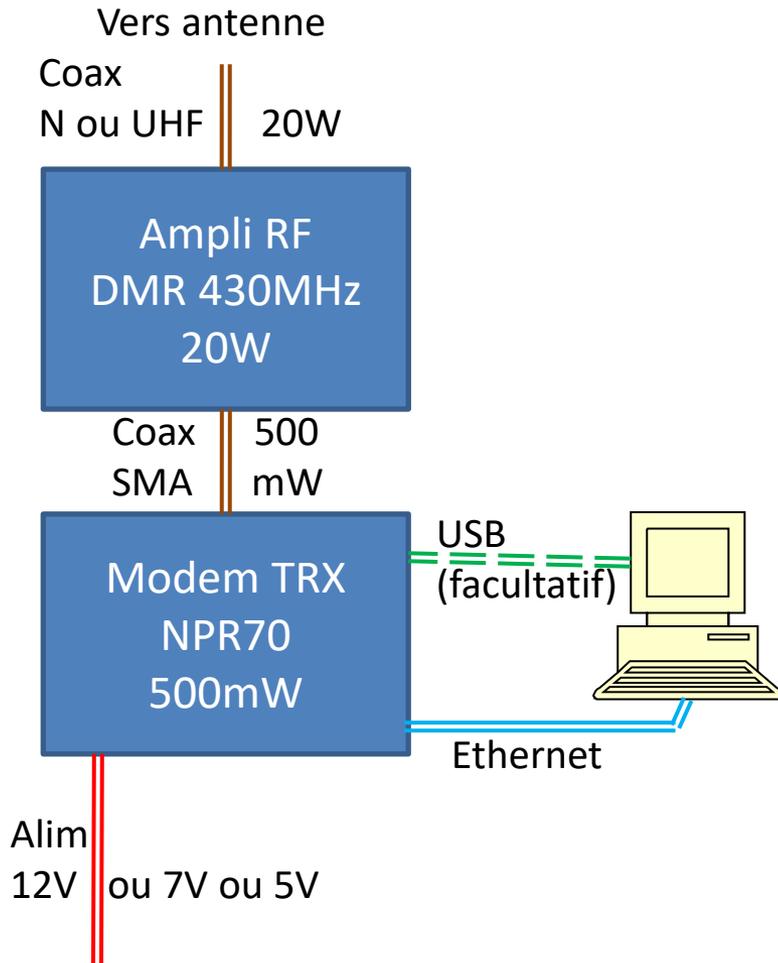
- Omni verticale : classique, colinéaire
- ou
- Horizontale sectorielle (1 ou plusieurs antennes panneau)
- ou
- omni polar horizontale (Stack de big weels ou multiples antennes panneaux)



Clients:

Yagi horizontale ou verticale

NPR70 matériel (1/7)



Ampli RF

- Protocole NPR est compatible avec certains ampli RF DMR du commerce
- Ampli à commutation TX/RX rapide (centaine de microsecondes)
- Intègre un préampli RX, améliore la sensibilité

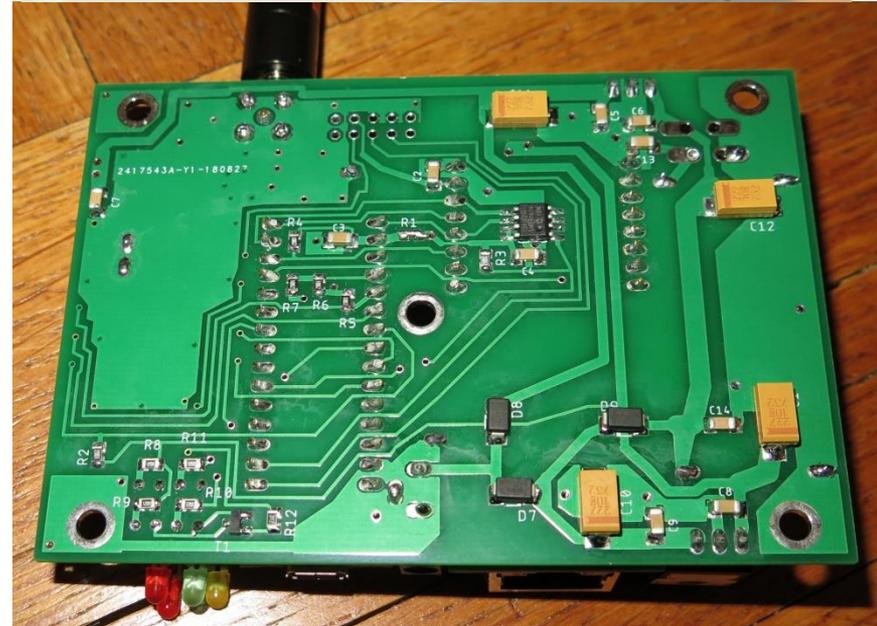
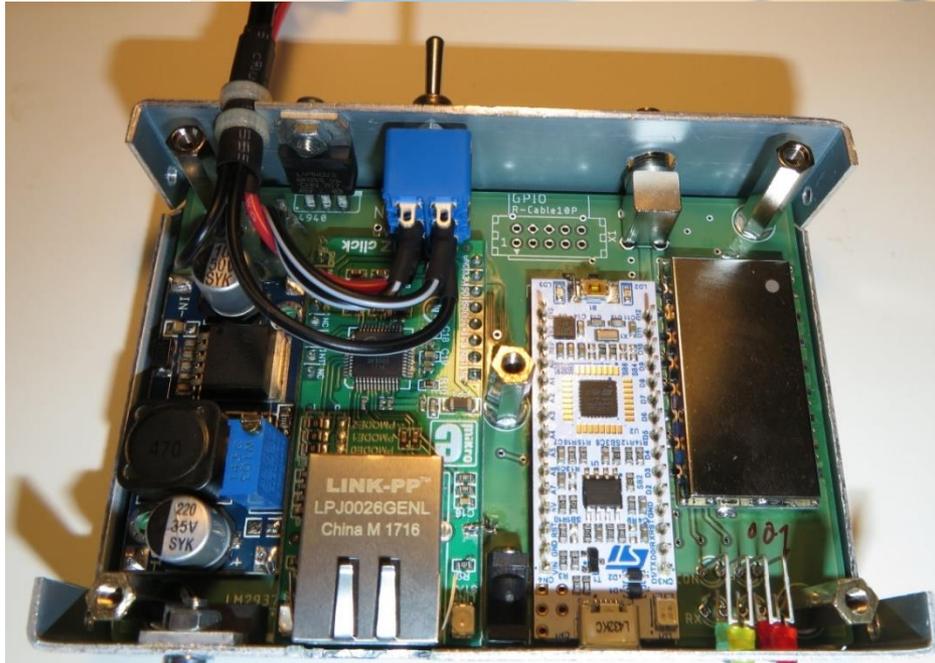
Modem-Transceiver

- fait maison (PCB + logiciel).
- 3 sources d'alimentation au choix
 - 12V (9V à 20V)
 - 7V (6.5V à 8V)
 - 5V régulé (pour tests seulement, sensibilité RX dégradée)
- Connexion Ethernet
- Aucun logiciel à installer sur le PC!

NPR70 matériel (2/7)

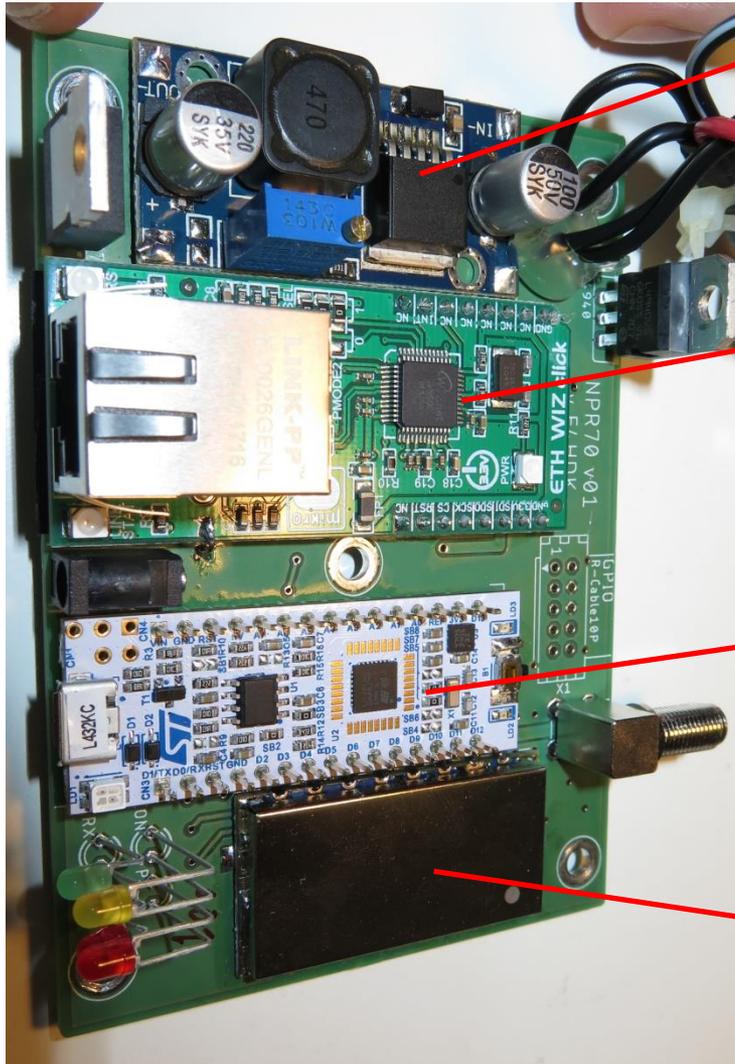
Le modem (TRX)

Un seul type de modem pour Master ou Client.



NPR70 matériel (3/7)

Détail PCB modem



Régulateur à découpage
(ITEAD LM2596)

Module Ethernet SPI
(Eth-Wiz-Click Wiznet W5500
ou USR-ES1)

Microcontrôleur
Mbed Nucleo STM32 L432KC

Module radio
RF4463 F30 (à base de SI4463)

NPR70 matériel (4/7)

Modem fabrication Chinoise



Production petite série

<https://elekitsorparts.com>

Kit 98 \$

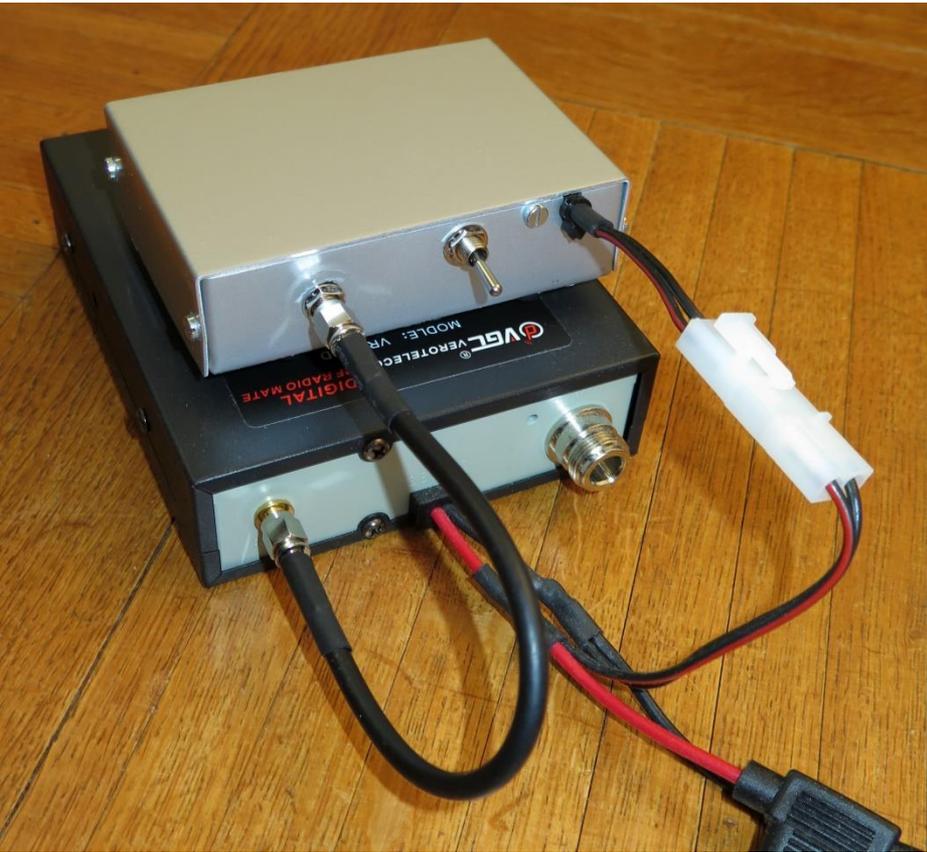
Assemblé 110 \$

(prix TTC, port inclus)



Merci à Li BD5XM

NPR70 matériel (6/7)



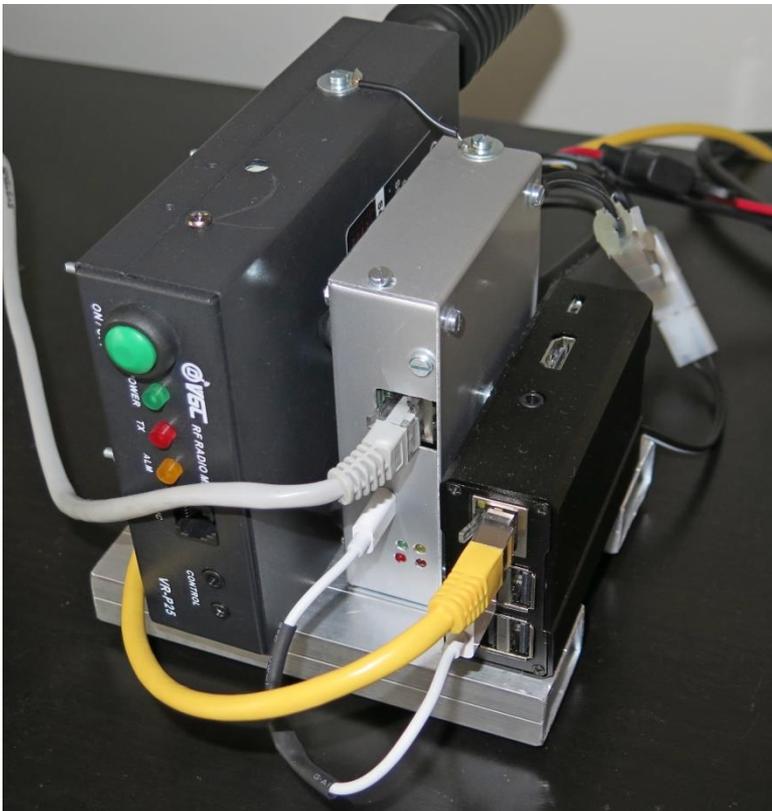
Avec ampli RF DMR
VR-P25D 20W
(Vero-Telecom)



NPR70 matériel (7/7)

Exemple d'installation (Master) autonome et administrable (configurable, reprogrammable) à distance via un Raspberry-Pi.

Avec ventilateur thermostaté sur l'ampli RF.



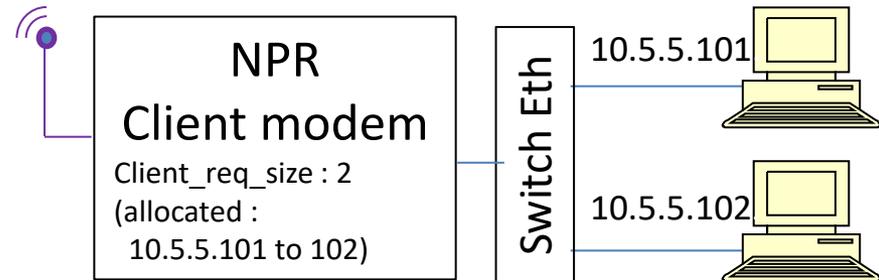
NPR70 – utilisations possibles

Toutes les applications « bas débit » basées sur IPv4

- E-mail
- Tchat
- Webcam bas débit
- Consultation cartes APRS / ADS-B
- Voix (VoIP)
- DX-Cluster
- Pages web légères
- Administration d'équipements à distance (via SSH ou autre)
- Remote SDR (sous conditions)
- Etc...

A vous d'inventer les usages.

Plusieurs équipements Ethernet peuvent cohabiter derrière un unique « modem client »



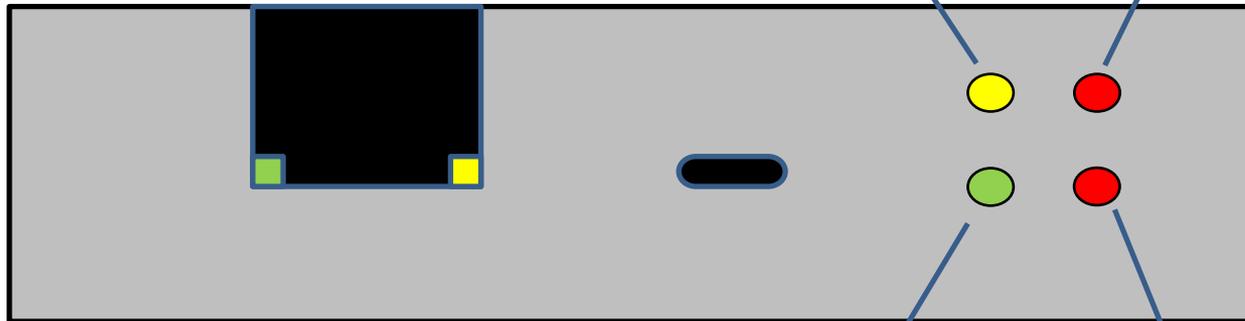
NPR70 –Guide de démarrage rapide

Les LEDs

CONNECTED :

Allumé fixe : connecté (à un Master)
Clignottant : je suis un Master

POWER :
est-ce qu'il y a du jus?



RX :
Réception radio
en cours

TX :
Transmission radio
en cours

NPR70 –Guide de démarrage rapide

- La suite est valable pour clients seulement, non valable pour Master
- (Pour Master, se référer au guide utilisateur avancé)

- Pour l'Ethernet, privilégier une connexion directe avec un unique PC ou autre machine (Eviter de passer par un switch Ethernet)

NPR70 –Guide de démarrage rapide

Configuration en ligne de commande

Soit via port série sur USB:

- Terminal série quelconque
- Configuration série :
 - 921 600 bps
 - 8 bits
 - flow control : NON
- Driver USB nécessaire pour Windows (jusqu'à Win 7):
<https://os.mbed.com/docs/v5.9/tutorials/windows-serial-driver.html>
- Tapez 'entrée' pour voir s'il y a de la vie

Soit via Telnet: (vers l'IP du modem)

```
C:\Users\moi> telnet 192.168.0.253
```

Pas de mot de passe

Attention : cette IP peut changer lors de l'établissement de la liaison radio.

Nécessité de récupérer l'IP du modem.

C'est l'IP du « serveur DHCP » du modem.

• Windows :

```
C:\Users\moi> ipconfig /all
```

```
[...]
```

```
Carte Ethernet Principal_PCIe :
```

```
[...]
```

```
Adresse IPv4. . . . . : 192.168.0.102
```

```
Masque de sous-réseau. : 255.255.255.0
```

```
Bail obtenu. . . . . : 22:25:21
```

```
Bail expirant. . . . . : 22:31:22
```

```
Passerelle par défaut. : 192.168.0.1
```

```
Serveur DHCP . . . . . : 192.168.0.253
```

- Linux : voir dernier 'lease' dans
`/var/lib/NetworkManager/`

NPR70 – Guide de démarrage rapide

ligne de commande : exemples

```
moi@ubuntu:~$ telnet 192.168.0.253
```

```
Connected to 192.168.0.253.
```

```
NPR modem
```

```
ready>
```

```
ready> display config
```

```
CONFIG:
```

```
  callsign: 'client_1'
```

```
  is_master: no
```

```
  MAC: 4E:46:50:52:C7:5C
```

```
  frequency: 439.000MHz
```

```
  RF_power: 6
```

```
  modulation: 24
```

```
  radio_netw_ID: 0
```

```
  radio_on_at_start: yes
```

```
  DHCP_active: yes
```

```
  client_req_size: 1
```

```
  client_static_IP: no
```

```
  telnet active: yes
```

```
  telnet routed: yes
```

```
  modem_IP: 192.168.0.253
```

```
  subnet: 255.255.255.0
```

```
  IP_begin: 192.168.0.60
```

```
  master_IP_size: 32 (Last IP: 192.168.0.91)
```

```
  def_route_active: yes
```

```
  def_route_val: 192.168.0.1
```

```
  DNS_active: yes
```

```
  DNS_value: 9.9.9.9
```

```
ready>
```

```
ready>
```

```
ready> status
```

```
  57 status: connected TA:0.0km Temp:23degC
```

```
  RX_Eth_IPv4 2863 ;TX_radio_IPv4 2788 ;
```

```
RX_radio_IPv4 5738
```

```
  DOWNLINK - bandwidth:46.7 RSSI:137 ERR:0.00%
```

```
  UPLINK - bandwidth:38.1 RSSI:106 ERR:33.31%
```

```
CTRL+c to exit...
```

```
ready>
```

```
ready> who
```

```
1 Master: ID:127 Callsign:Master
```

```
ME: Callsign:client_02 ID:2 modem IP:192.168.0.253
```

```
Clients:
```

```
  ID:0 Callsign:client_1 IP start:192.168.0.100 IP  
  end:192.168.0.100
```

```
  ID:2 Callsign:client_02 IP start:192.168.0.102 IP  
  end:192.168.0.102
```

```
CTRL+c to exit...
```

```
ready>
```

NPR70 – Guide de démarrage rapide

Configuration initiale (1/2)

- Commande : `set [paramètre] [valeur]`
- Pour voir la configuration actuelle : `display config`
- Voir la liste en annexe
- Paramètres suivants doivent correspondre avec le Master

<code>frequency</code>	431.475 MHz	
<code>freq_shift</code>	0 MHz	
<code>modulation</code>	21	
<code>radio_netw_ID</code>	5	Radio Network ID (équivalent CTCSS)

- Autres paramètres indispensables
 - `callsign` (impératif)
 - `is_master` : régler à « `no` » pour un client
 - `DHCP_active` : régler à « `yes` » pour un client (hors config avancée)
 - `RF_power` : non linéaire, à tester
 - `radio_on_at_start` : selon votre besoin
 - `client_req_size` : selon votre besoin en IPs, '1' par défaut

NPR70 – Guide de démarrage rapide

Configuration initiale (2/2)

- Puis faire un **save** puis **reboot** une fois que tout est réglé
- N'oubliez pas d'allumer la partie radio
 - Soit via commande **radio on**
 - Soit en ayant réglé auparavant
radio_on_at_start à **yes**
(puis **save** puis **reboot** bien sur)

NPR70 – Guide de démarrage rapide

Les 9 modulations

- Numérotation sur 2 chiffre
 - 1^{er} chiffre : 2GFSK ou 4GFSK
 - 2^{ième} chiffre: Symbol Rate

Modulation name 2nd digit	x0	x1	x2	x3	x4	
Symbol Rate	50	100	180	300	500	kS/s
Radio bandwidth	100	200	360	600	1000	kHz

2GFSK (1st digit of name : 1x)	Modulation name		11	12	13	14	
	Raw data rate		100	180	300	500	kbps
	Usable data rate		71	120	190	300	kbps
	Delay- Ping		540	310	200	130	ms

4GFSK (1st digit of name : 2x)	Modulation name	20	21	22	23	24	
	Raw data rate	100	200	360	600	1000	kbps
	Usable data rate	68	130	220	330	470	kbps
	Delay- Ping	560	290	180	120	80	ms

NPR70 – Guide de démarrage rapide

En utilisation... (1/3)

- Connexion initiale d'un Client au Master qui est en veille
 - C'est lent, il faut être patient
 - ~15 secondes pour réveiller le Master
 - Puis 1 tentative de connexion toutes les 5 sec
 - Déclenche souvent un changement de config IP (son IP, l'IP du modem, etc...)
- Mode lent (une fois connecté)
 - Si le modem Client a peu de données à émettre, il se mets sur un mode « lent », et n'émet qu'un cycle TDMA sur 8 : 600ms au lieu de 80ms (en modulation 24).
 - Cela libère de la bande passante pour les autres (Master ou client)

NPR70 – Guide de démarrage rapide

En utilisation... (2/3)

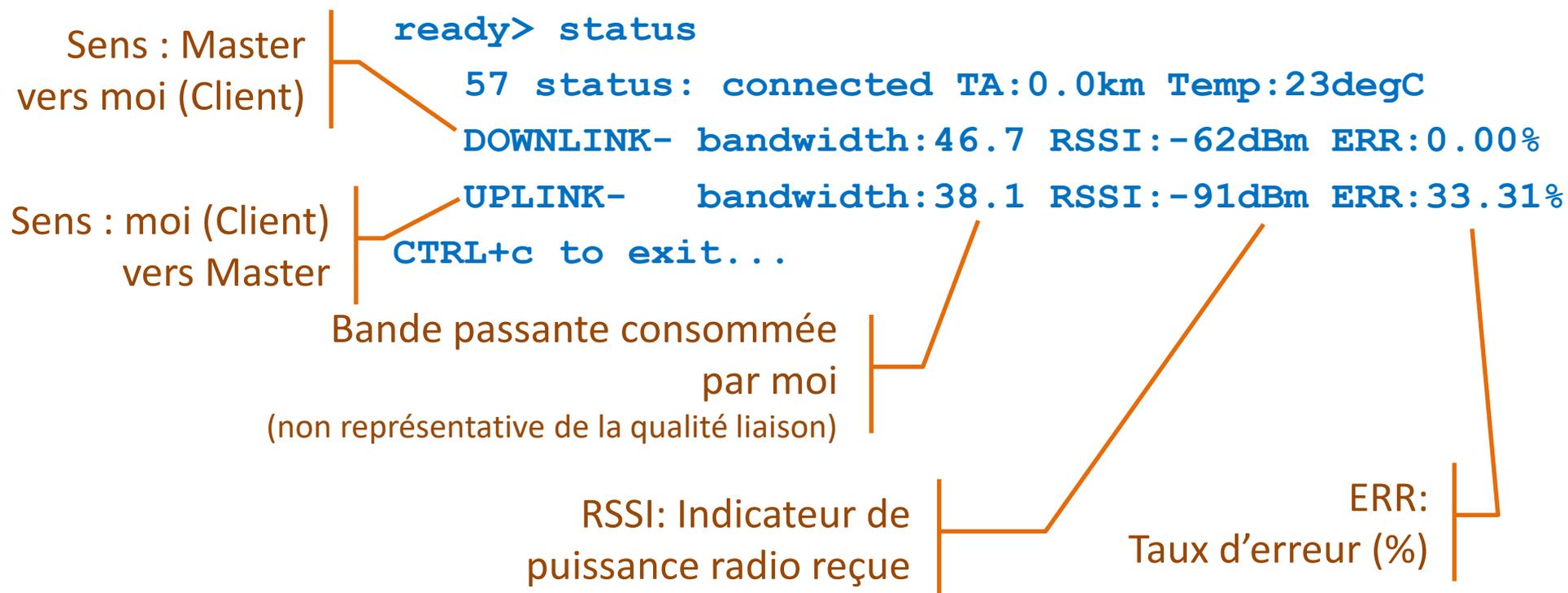
status

Voir la qualité de liaison et régler :

- L'orientation de l'antenne
- La puissance radio de son modem (uplink)

Le statut est mis à jour automatiquement toutes les 2 sec.

Essayer d'avoir un taux d'erreur ERR <2% pour une liaison IP fiable.



NPR70 – Guide de démarrage rapide

En utilisation... (3/3)

who

- Qui est connecté? Client et Master.
- Identification des callsign et des plages IP de chacun (le Master n'a pas de « plage IP »).
- Mis à jour automatiquement toutes les 2 sec, en continu

```
ready> who
```

```
1 Master: ID:127 Callsign:Master
```

```
ME: Callsign:client_02 ID:2 modem IP:192.168.0.253
```

```
Clients:
```

```
  ID:0 Callsign:client_1 IP start:192.168.0.100 IP end:192.168.0.100
```

```
  ID:2 Callsign:client_02 IP start:192.168.0.102 IP end:192.168.0.102
```

```
CTRL+c to exit...
```

NPR70 – Guide de démarrage rapide

Liste des commandes (1/3)

command	Parameter (if applicable)	Value format	Valid for..		comment
			master	client	
version	-	-	-	-	Displays the version of the firmware
radio	on	-	X	X	Turns radio on. (currently bugged if executed after 'radio off', use 'reboot' instead)
	off	-	X	X	Turns radio off
status	-	-			Display radio status
who	-	-	X	X	Displays who is currently connected to the master.
display	config	-	X	X	Display configuration
	DHCP_ARP	-	X	X	Display DHCP or ARP entries
TX_test	-	seconds (duration)	X	X	Triggers a (quasi) continuous transmission of xx seconds, for test.
save	-	-	X	X	Save the current configuration to EEPROM.
reboot	-	-	X	X	Reboot the whole board.
reset_to_default		-	X	X	Erases the entire previous EEPROM stored configuration.
exit	-	-	X	X	Exit from telnet session.

NPR – Guide de démarrage rapide

Liste des commandes (2/3)

command	Parameter (if applicable)	Value format	Valid for..		comment
			master	client	
set	callsign	text	X	X	Warning : each modem must have its own callsign. 13 char maxi. No 'space' char, use '_' instead
	is_master	yes / no	X	X	Yes : set to master mode No : set to client mode
	master_FDD	no/up/down	X		No: standard Master Up/down : refer to FDD paragraph
	Eth_mode	Integer	X	X	Value from 0 to 7, refer to dedicated §
	modem_IP	IP value	X	(*)	(*) For client : temporary value
	netmask	IP value	X	(*)	(*) For client : temporary value
	telnet_active	yes / no	X	X	
	DNS_active	yes / no	X		
	DNS_value	IP value	X		
	def_route_active	yes / no	X		
	def_route_val	IP value	X		
	IP_begin	IP value	X	(*)	(*) For client : temporary value
	master_IP_size	Integer	X		
	client_req_size	Integer		X	
	master_IP_down	IP value	X		Only relevant for Master FDD uplink. IP of the Master downlink modem.
DHCP_active	yes / no		X	Only impacts a client.	

NPR – Guide de démarrage rapide

Liste des commandes (3/3)

command	Parameter (if applicable)	Value format	Valid for..		comment
			master	client	
set	radio_on_at_start	yes/no	X	X	
	frequency	Refer to comment	X	X	Decimal value in MHz. Range 420 to 450. Dot for decimal. Rounded in 0.001MHz steps.
	freq_shift	Refer to comment	X	X	Decimal value in MHz. Range -10 to +10. Dot for decimal. Rounded in 0.001MHz steps. Default value is 0. Refer to FDD §
	RF_power	Integer	X	X	From 0 to 127. Warning, not linear. Refer to 'annex 3'.
	modulation	Refer to comment	X	X	9 possible values : [11 to 14] or [20 to 24]. Refer to 'annex 2'.
	radio_netw_ID	Refer to comment	X	X	Radio network ID. From 0 to 15 (equivalent of CTCSS)

NPR

FIN

(de la présentation seulement)

A vous de jouer !

Sortez vos fers à souder, vos PC,
et vos antennes!

<https://hackaday.io/F4HDK>

Nouveau projet

NPR-VSAT

- Accès Hamnet bas débit via QO-100
- Travail en cours, projet pas encore mature, faisabilité incertaine
- Ca serait le premier réseau données VSAT 100% amateur
- Détails
 - MF-TDMA : plusieurs canaux, plusieurs time-slots
 - SDR Full-Duplex : Adalm-Pluto ou Lime-SDR-mini
 - Soft sur PC (Windows ou Linux)
 - Modulation QPSK ou BPSK (modifiable à la volée)
 - Hub satellite central pour coordonner le réseau
 - Les stations communiquent directement entre elles
 - 50 clients simultanés (à confirmer)