

# Construction du Montréal 3V2

Jean-Paul YONNET

[F1LVT@yahoo.fr](mailto:F1LVT@yahoo.fr)

[www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com)

Le Doppler « Montréal 3V2 » fonctionne remarquablement. Il est très bien adapté pour la localisation des émissions courtes comme celles des balises de détresse 406 MHz. C'est pour cela que la FNRASEC a souhaité que les ADRASEC s'équipent avec ce matériel. Dans le cadre du projet « Doppler Montréal 406 », grâce à l'aide DGAC, une série de lots des principaux composants (avec en particulier les composants programmés, les filtres et les circuits imprimés) vont être répartis entre les ADRASEC pour construire ce système Doppler.

La description qui suit porte plus spécifiquement sur la construction du Doppler Montréal 3V2 avec un lot de ces composants. Mais cette description reste valable en approvisionnant l'ensemble des composants.

Le système Doppler complet fonctionne avec une antenne adaptée, et un récepteur calé sur la fréquence à recevoir. Nous ne décrivons ici que la construction de la partie centrale du Doppler, c'est-à-dire celle du boîtier qui pilote l'antenne et qui affiche la direction. La construction de l'antenne sera traitée séparément.

## 1- Les documents de base

Ce Doppler a été conçu par le canadien Jacques BRODEUR, VE2EMM (SK). Son site web est toujours actif ; il fournit beaucoup d'informations sur le « Doppler Montréal 3V2 » [1]. Nous n'avons fait que reprendre et réutiliser ces informations. En particulier, les schémas d'implantation de la carte principale (Figure A1) et de la carte d'affichage (Figure A3) proviennent de ce site web. La Figure A2 fournit les schémas complets de la carte principale avec la valeur des composants, et la Figure A4 donne le schéma de la carte d'affichage. Il faut avoir sous les yeux une copie de ces différents documents lors de la construction du Montréal 3V2. Ces différentes figures sont en annexe, pages 14 à 18.

Sur le site web <[www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com)> [2], on trouve différents documents sur la construction et l'utilisation du Doppler Montréal :

- un article général sur la « Radiogoniométrie Doppler »,
- une présentation intitulée « Construisez un système complet de radiogoniométrie Doppler : le Montréal 3V2, et les antennes VHF et UHF adaptées »,
- un dossier compressé avec les dessins des circuits imprimés en différents formats,
- une notice complète d'utilisation (10 pages), intitulée « **Utilisation du Doppler Montréal 3V2, l'initialisation et les menus** »,
- un exemple d'utilisation du Montréal 3V2 en UHF : « La radiogoniométrie Doppler sur les radiosondes »,
- un document sur « La standardisation des connecteurs pour le Doppler Montréal »,
- une explication sur « L'amplification des signaux de commande des diodes PIN dans les antennes Doppler »,

-- et même tous les fichiers « .hex » à entrer dans les PIC pour ceux qui sont suffisamment bien équipés pour programmer eux-mêmes leurs PIC.

En pratique, la totalité des éléments nécessaires à la construction du Doppler Montréal 3V2 est disponible sur le site [www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com) (schémas, plans des circuits imprimés, programme à entrer dans les PIC, etc). Ce document n'a été rédigé que pour compléter ces éléments et faciliter la construction.

## 2- L'évolution du Doppler

Le Montréal Doppler est le résultat de toute une série de travaux sur les Doppler. La première version du Montréal date de 1998 ; elle fonctionnait avec un PIC 16C72 et une rose des vents à 36 LED. La deuxième version date de 2001 ; le Montréal II fonctionne avec un PIC 16F877 et un afficheur à deux lignes pour la direction et les menus. Le Montréal 3 est sorti en 2004 ; il fonctionne avec 3 PIC (dont un 16F877), un afficheur à deux lignes pour les menus et une rose des vents à 36 LED. Le Montréal 3 – version 2 (appelé 3V2) est finalement sorti en 2006. Le PIC principal a été remplacé par un 18F4520, ce qui a permis d'améliorer le traitement du signal et le programme de gestion.

En utilisant des PIC programmés, la construction du Doppler Montréal devient relativement simple. Dans la version 3V2, le système fonctionne avec 3 PIC : le PIC principal 18F4520 fonctionne en association avec un PIC 12F675 et un PIC 16F628 pour l'affichage.

Tous les composants sont assez faciles à trouver, sauf le filtre MAX 267 qui est relativement onéreux. La liste complète des composants est en Annexe I.

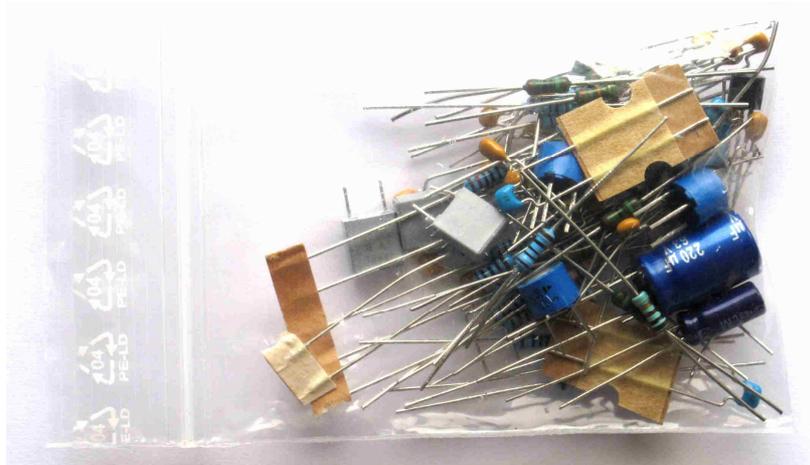
## 3-Construction du Montréal 3V2

Il faut d'abord réunir tous les composants. La liste est fournie en annexe I. Pour faciliter la construction par les ADRASEC, les circuits imprimés, les composants programmés et les filtres ont fait l'objet d'une commande groupée par la DGAC pour la FNRASEC (Figure 1).

-- Microcontrôleurs programmés  
18F4520-I/P, 16F628A-I/P, 12F675-I/P  
-- Filtres et AOP associés :  
MAX267BCNG, 74HC4051N, MAX492CPA  
-- Circuits imprimés  
CI1 90mmX90mm, CI2 127mmX90mm  
-- Autres composants actifs  
LM386N-4, MAX232ACPE, LM7805CT, Quartz 20 MHz HC49, 1N4004, 1N5819  
-- Afficheur  
LCD 16x2 HD44780  
-- LED  
D=3mm Rouge ou Verte (x36), Bicolore 3 fils cathode commune

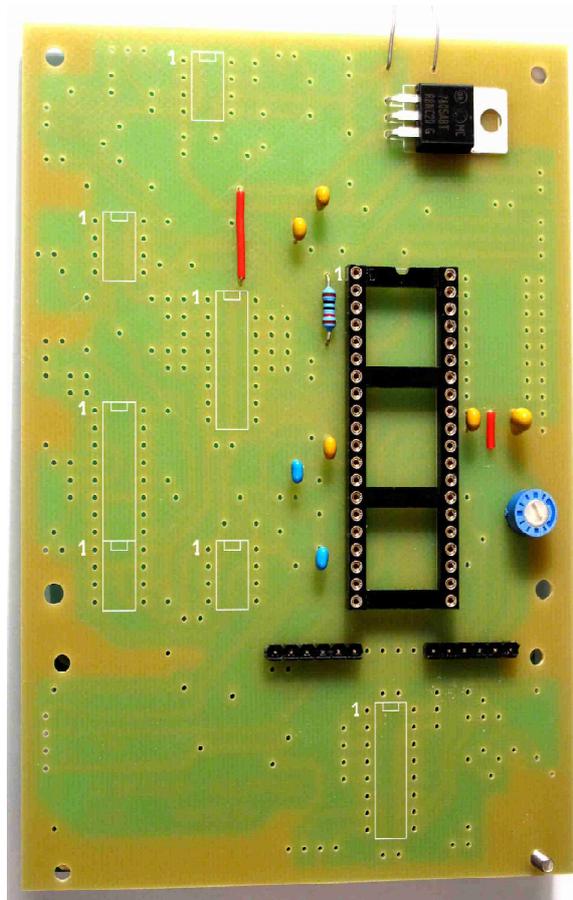
Figure 1 : Composants fournis dans le cadre du projet « Doppler Montréal 406 »

Les autres composants à placer sur les cartes sont principalement des résistances et des condensateurs (Photo 1). Il faudra aussi ajouter le boîtier et la connectique.



*Photo 1 : Composants à ajouter sur les cartes*

Suite à l'impossibilité de réutiliser les documents d'origine pour le nouveau tirage des circuits imprimés, il a fallu refaire complètement le dessin des circuits imprimés avec un autre logiciel. Tout a été fait pour conserver l'implantation d'origine, à quelques toutes petites différences près.



*Photo 2 : Il faut commencer par câbler l'alimentation le support du PIC principal et l'afficheur. Les 2 fils rouge assurent la continuité de l'alimentation 5V.*

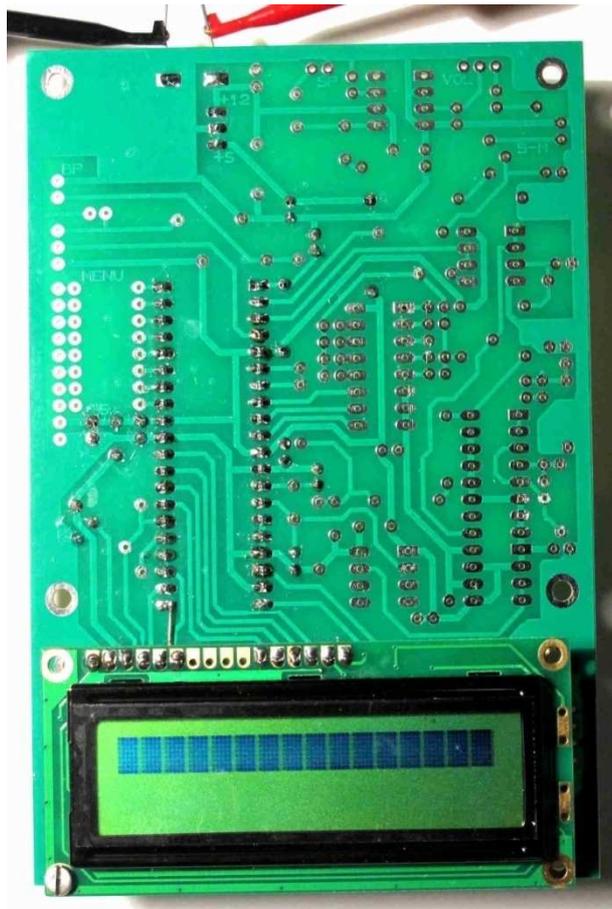
La carte est prévue pour de nombreuses variantes : détection du S-mètre, APRS, connexion à un PC, etc. Nous n'allons décrire que le montage de base permettant au radiogoniomètre de fonctionner de façon autonome. Les composants de la série 50 (S-mètre extérieur), et de la série 100 (connexion à un PC ou en APRS) ne seront pas montés immédiatement. Quand le fonctionnement de base sera parfaitement opérationnel, on pourra ajouter ces fonctions complémentaires dans un second temps.

#### 4- Phase 1 et Test 1 : contraste de l'afficheur

Plutôt que de tout câbler puis de s'apercevoir que le montage ne fonctionne pas, il vaut mieux procéder pas à pas et de s'assurer à chaque étape que tout fonctionne correctement.

Tout d'abord, il faut câbler le régulateur 7805, le support du PIC principal et l'afficheur. La Photo 2 montre les composants câblés sur la carte. Il n'est pas nécessaire d'en câbler plus.

En alimentant la carte en 12V, sans le PIC principal, il faut ajuster le potentiomètre P20 pour faire apparaître une ligne de carrés noirs (Photo 3). Sur l'afficheur, on doit avoir la masse en 1, le +5V en 2, et une tension autour de 0,5V sur la 3.



*Photo 3 : Quand la carte est alimentée en 12V (sans PIC), il faut régler le potentiomètre pour faire apparaître une ligne de carrés noirs sur l'afficheur.*

Sur le support du PIC, il faut vérifier que le +5V est présent sur les broches 11 et 32, et la masse en 12 et 31.

Il est impératif que ce test soit passé positivement pour continuer le montage.

### 5- Test 2 : Fonctionnement du PIC principal

On peut maintenant ajouter le quartz 20 MHz et insérer le PIC 18F4520 programmé. Il faut aussi ajouter une liaison entre la pin 21 du support du PIC et la pin 5 du connecteur de l'afficheur (Photo 5). Lors du tirage du circuit imprimé cette piste toute droite de 8 mm est involontairement passée à la trappe.

Quand tout est en place (Photo 4), on peut mettre sous tension. On doit voir apparaître le message d'accueil puis un écran de fonctionnement (Photo 5). Cela signifie que la partie microcontrôleur et afficheur fonctionne correctement

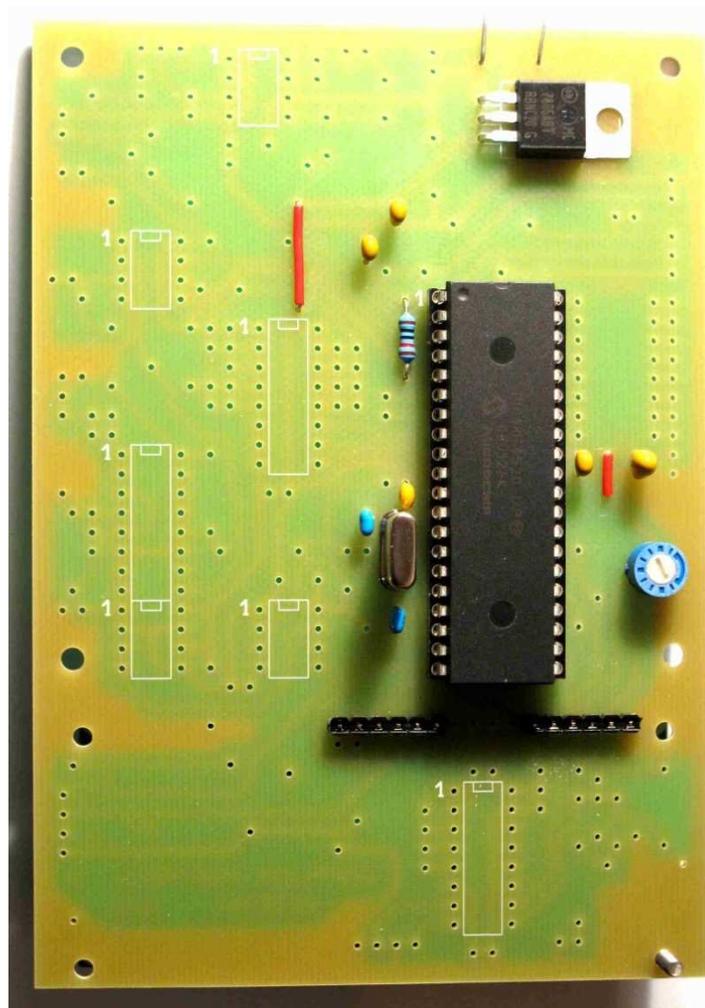
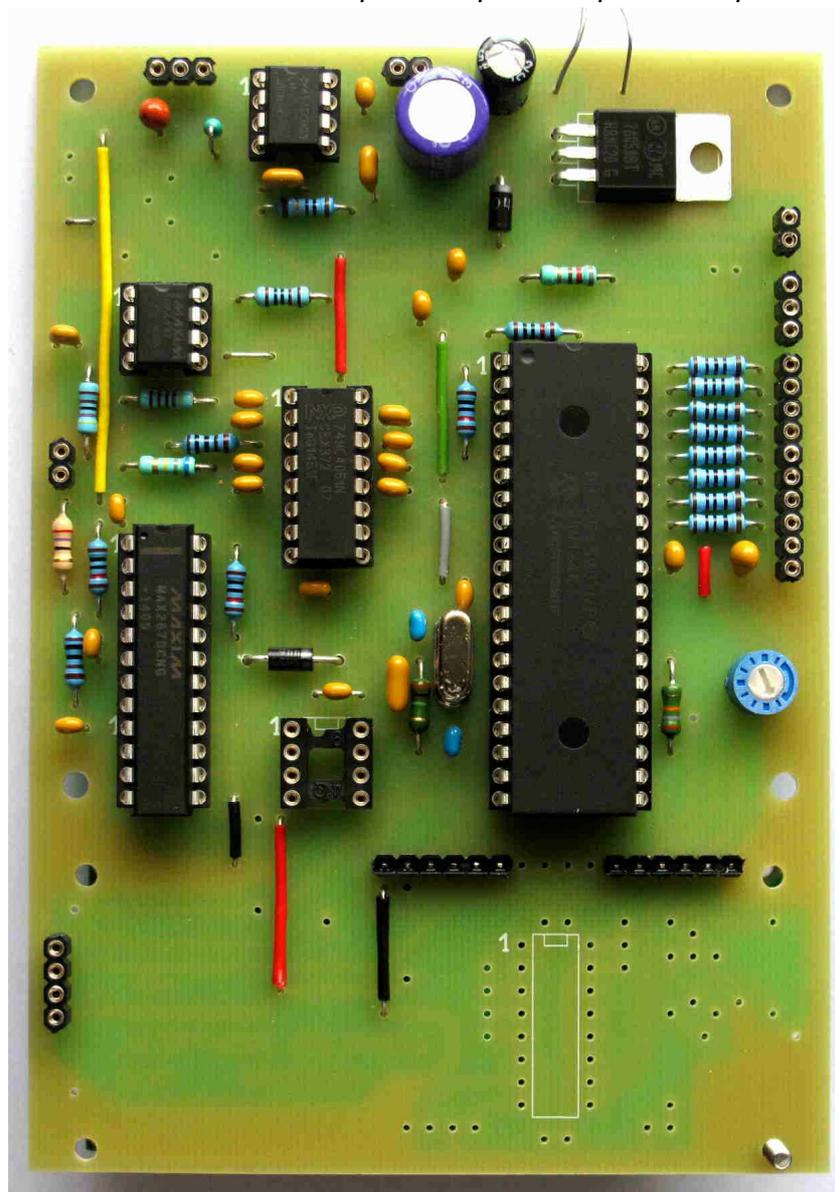


Photo 4 : Le PIC 18F2685 est maintenant inséré sur son support



*Photo 5 : Avec le PIC sur son support, on voit le fonctionnement de l'afficheur. On voit aussi la queue de résistance soudée entre la pin 21 du support du PIC et la pin 5 du connecteur de l'afficheur pour remplacer la piste manquante.*



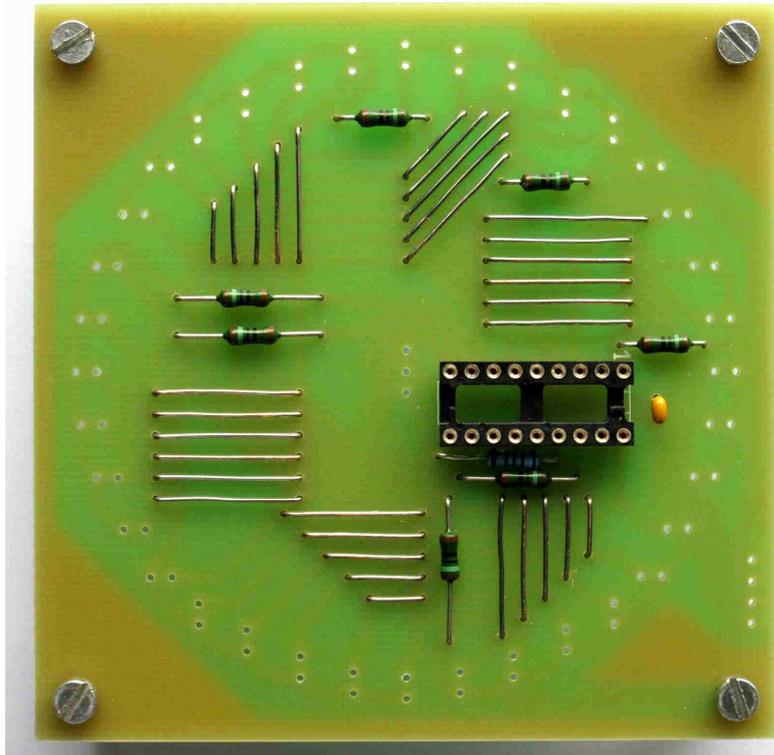
*Photo 6 : Câblage des circuits BF sur la carte principale*

### 6- Phase 3 : Montage des circuits BF

Les composants du circuit d'entrée, de l'amplificateur BF et du filtrage du signal peuvent maintenant être montés (Photo 6). Ce montage n'appelle pas de remarque particulière si ce n'est qu'il doit être réalisé avec beaucoup de soin, en respectant les valeurs des résistances et des condensateurs.

### 7- Phase 4 : Câblage de la carte d'affichage

La carte d'affichage comporte de nombreuses liaisons entre pistes (Photo 7).



*Photo 7 : Câblage de la carte d'affichage*

Il faut ensuite souder les LED sur la carte. Pour cela il faut d'abord percer la rose des vents sur le boîtier avec 36 trous ( $\phi = 3$  mm) sur un cercle de 76 mm de diamètre, et un trou  $\phi = 5$  mm au centre pour la LED bicolore.

Il faut bien faire attention à l'orientation des LED. Elles doivent être soudées avec la cathode (la patte la plus courte) vers l'extérieur.

On peut vérifier que les LED sont correctement orientées avec une alimentation 5V. Il faut isoler la carte d'affichage, enlever le PIC 16F628, et utiliser les broches du PIC pour alimenter les LED. Pour allumer le LED 1, la jaune qui est en haut, il faut mettre +5V sur la broche 18 du support et la masse en 2. Toujours en gardant la masse en 2, en mettant +5V successivement sur les broches 17, 13, 12, 11, et 10, on allume les LED 2, 3, 4, 5 et 6. En mettant maintenant la masse sur la broche 1 du support du PIC (toujours avec la PIC enlevé), en mettant +5V sur les broches 18, 17, 13, 12, 11, et 10, on allume successivement les LED 7 à 12. Pour les LED 13 à 18, la masse est en 9, pour les LED 19 à 24 elle est en 8, et ainsi de suite. La masse est toujours en haut, successivement sur la broche 2, 1, 9, 8, 7 et

6, alors que la tension +5V est toujours en bas, successivement sur les broches 18, 17, 13, 12, 11 et 10. L'ensemble des liaisons à réaliser pour vérifier toutes les LED sont présentées sur le tableau I

--\+	18	17	13	12	11	10
2	1	2	3	4	5	6
1	7	8	9	10	11	12
9	13	14	15	16	17	18
8	19	20	21	22	23	24
7	25	26	27	28	29	30
6	31	32	33	34	35	36

*Tableau I : Matrice de vérification des LED : les broches du support du PIC où il faut connecter le +5V sont sur la première ligne, les broches du support du PIC où il faut le 0V (la masse) sont sur la première colonne, et les LED sont numérotées de 1 à 36*

## 8- Phase 5 : Test du montage complet

Quand la carte d'affichage est montée et connectée, on peut faire le test du système complet. Au démarrage, l'écran affiche « Montréal Doppler / M-3V2 FNRASEC » (Photo 8). On peut voir aussi le test des LED : l'ensemble du cercle s'allume ainsi que la LED centrale.

## 9- Montage final du Montréal Doppler

Il ne reste plus qu'à relier les éléments extérieurs à la carte : la prise d'alimentation, l'entrée audio (prise Jack 3,5 mm), le potentiomètre de volume avec un interrupteur marche-arrêt, le haut-parleur, le potentiomètre pour les menus et la prise DB9 pour le pilotage de l'antenne. Pour cette prise DB9, il est préférable d'utiliser un brochage standard, pour pouvoir utiliser différentes antennes et pour faciliter le dépannage. Ce brochage standard est décrit dans le document « La standardisation des connecteurs pour le Doppler Montréal » (Tableau II, Figure 1 et Photo 9) [3].

Broche	SIG.	Nom du Signal
1	+5V	Alimentation +5V (1 et 2 reliés)
2	+5V	Alimentation +5V (1 et 2 reliés)
3	NC	Non connecté
4	0V	Masse 0V (4 et 5 reliés)
5	0V	Masse 0V (4 et 5 reliés)
6	ANT1	Signal commutation Antenne 1
7	ANT2	Signal commutation Antenne 2
8	ANT3	Signal commutation Antenne 3
9	ANT4	Signal commutation Antenne 4

*Tableau II : Brochage de la prise DB9 femelle*

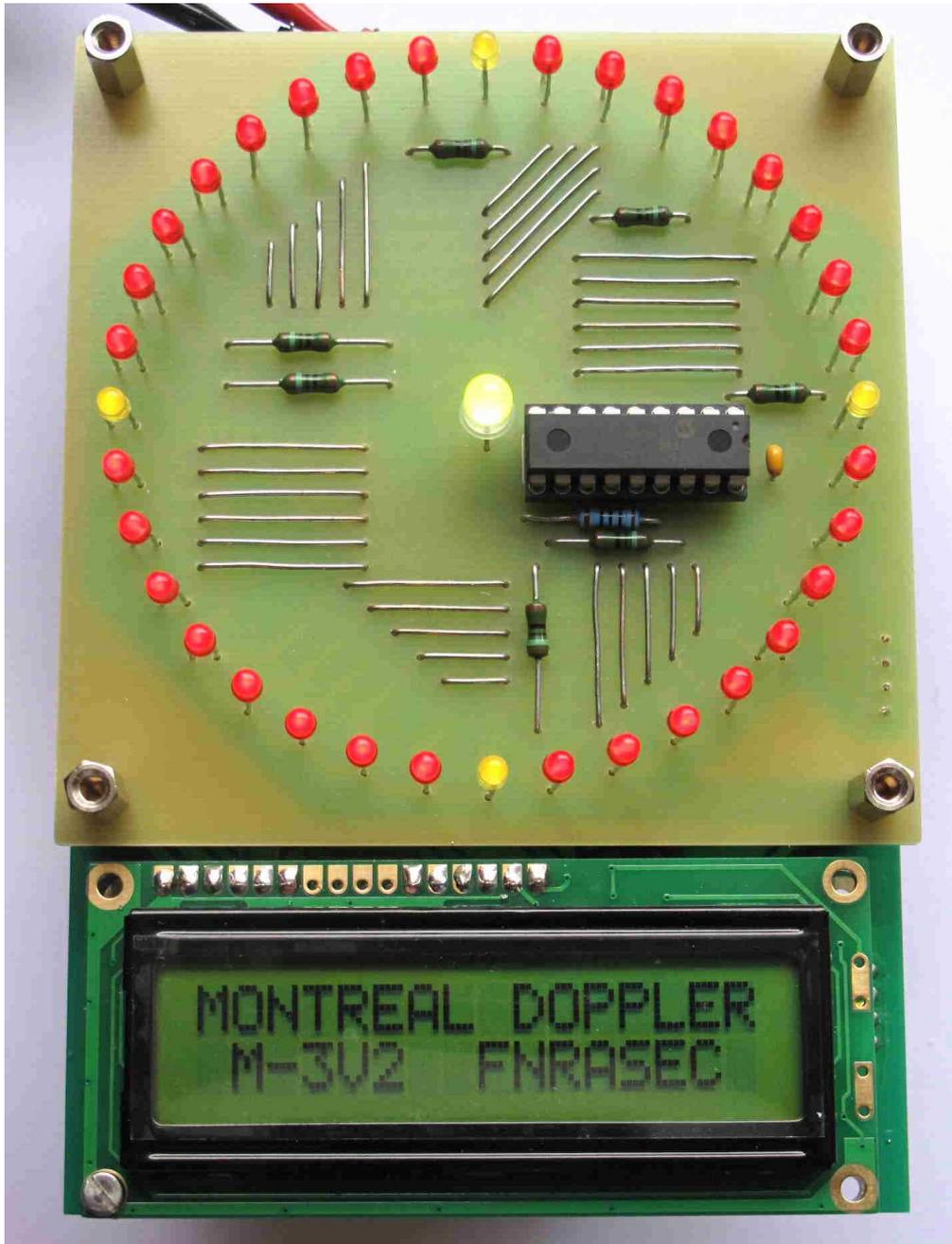


Photo 8 : A la mise en route, l'écran affiche « Montréal Doppler / M-3V2 FNRASEC »

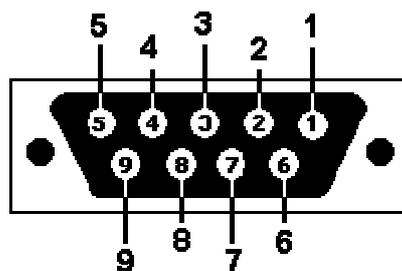


Figure 1 : Brochage de la prise DB9 femelle



Photo 9 : Boîtier Doppler avec le connecteur DB9 pour envoyer les signaux de commutation vers l'antenne.

Pour éviter les retours HF dans le boîtier on peut mettre des perles de ferrite sur les fils de commande des antennes, au ras du connecteur DB9.

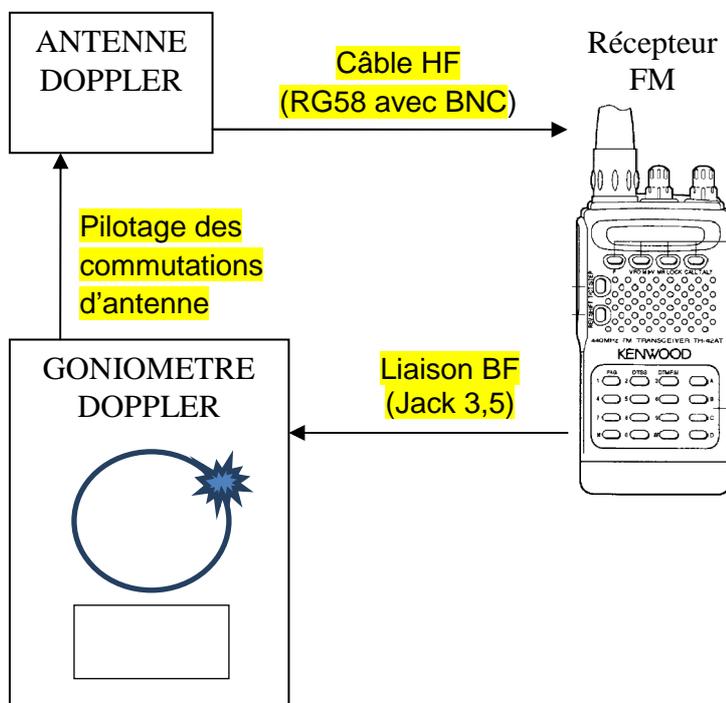


Figure 2 : Le goniomètre Doppler complet avec ses 3 sous-ensembles : l'antenne Doppler, le récepteur FM, et le boîtier de pilotage et d'affichage. Pour relier ces 3 sous-ensembles, il faut 3 câbles : le câble HF (5m de RG58 avec prises BNC), la liaison BF (avec un Jack 3,5 à chaque extrémité) et le câble de transmission des signaux de commutation.

Il faut mettre le Montréal Doppler dans un coffret. En mettant le haut-parleur à l'arrière, le montage entre dans un boîtier au format standard Carte Europe 100 x 160 mm. Si on met le haut-parleur sur la face avant, il faut prévoir un boîtier plus grand, de l'ordre de 200 x 100 x 50 mm.

Le test du fonctionnement de la BF est facile à faire. On doit entendre la BF du récepteur dans le haut-parleur.

Pour le test du fonctionnement complet en Doppler, il faut coupler le Montréal 3V2 à son antenne, et un récepteur (Figure 2). Il faut alors mettre un émetteur ou une balise en fonctionnement. On doit voir l'affichage sur la rose des vents qui suit la position de l'émetteur. Le fonctionnement est décrit dans le document « **Utilisation du Doppler Montréal 3V2, l'initialisation et les menus** » [4].

## 10- En cas de difficultés

En cas de difficultés de fonctionnement, il faut d'abord regarder les signaux de pilotage des antennes sur la sortie du Montréal. A l'oscilloscope, on voit 4 créneaux décalés à 500 Hz. Si les problèmes viennent des filtres internes, il faut suivre les signaux en s'aidant des diagrammes de la Figure A5.

Mais si tout a été câblé avec soin, le montage fonctionne généralement du premier coup. Il ne reste plus que la mise en coffret et la construction des antennes.

## Références

- [1] <http://www.qsl.net/ve2emm/pic-projects/doppler3/doppler3-f.html>
- [2] [www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com)
- [3] [http://www.f1lvt.com/files/428-Standardisation\\_des\\_sorties-V2.182.pdf](http://www.f1lvt.com/files/428-Standardisation_des_sorties-V2.182.pdf)
- [4] <http://www.f1lvt.com/files/424-Utilisation-M3V2-V2.86.pdf>

## Annexe I

Components list MONTREAL DOPPLER3V2 March 8,06

\*\*\*\*\* DOPPLER3V2 MAIN BOARD \*\*\*\*\*

C11,C20,C21,C22,C50,C33,C51,C52,C53,C55,C56,C57,C58,C59,C60,  
C61,C62,C63,C70,C71,C74,C100,C101,C102,C103,C104, = 0.1uF CER

C23 = 10uF EL 16 Volts

C30 = 1uF EL 16 Volts

C31,C34,C65 = 0.470uF CER

C32 = 220uF EL 25 Volts

C35 = .001uF CER

C54 = 0.01uF CER

C72,C73 = 22pF CER

R20,R21,R102= 4K7 1/4W

R22 = 33 OHMS 1/4W

R30 = 10 OHMS 1/4W

R50 = 27 OHMS 1/2W

R51,R56,R70,R71,R100 = 10K 1/4W

R52,R58 = 1K0 1/4W

R53 = 5K6 1/4W

R55 = 820K 1/4W

R57 = 1M0 1/4W

R72,R73,R74,R75,R76,R77,R78,R79 = OPT, for switcher.

100 OHMS 1/4W to replace the FBs when switching logic

R80,R101 = 27K

F21,F22 = 1/2 A

FB1 < FB8 = 101

IC30 = LM386N-4 THE "-4" IS NECESSARY FOR 12v USE AND HIGHER POWER

IC50 = MAX267BCNG

IC51 = PIC12F675-I/P

IC52 = 74HC4051N buy from DK for good quality chip

IC53 = MAX492CPA

IC70 = PIC18F4520-I/P

IC100 = MAX232ACPE

Q100 = 2N2222 TO-92 optionnal

VR20 = 7805 TO-220

X70 = 20 mHz HC49 DK #300-6042-nd

D20 = 1N4004 RECTIFIER DIODE

D50 = 1N5819 Schottky Diode

LCD20 = lcd 2X16, HD44780 intelligent controller

P20 = 10k LINEAR TAPER pot

P30 = 10k AUDIO TAPER pot

P50 = 10k LINEAR TAPER pot

P70 = 10k LINEAR TAPER pot

S20 = SP-ST Miniature Toggle  
S70 = NO Miniature Push-Button

SP = Speaker

\*\*\*\*\* 36 LEDs DISPLAY BOARD \*\*\*\*\*

C1 = .1uF CER  
IC1 = PIC16F628A-I/P

LED1 < LED36 = 3mm size, RED and/or GREEN  
LED37 = 3 or 5mm Bi-Co red/green 3 leads, common cathode

R1,R2,R3,R4,R5,R6,R8 = 150 OHMS 1/4W  
R7 = 100 OHMS 1/4W

\*\*\*\*\* EXPERIMENTAL SWITCHER BOARD \*\*\*\*\*

D1 < D8 = HSMP389b pin diode AGILENT Surface Mount, OR YOUR PREFERRED PIN DIODE

C1 < C8 = 470 pF CER SM

C11 < C15 = .1 uF CER SM

L1 < L4 = 0.47 uH inductor SM

R1 < R4 = 560 Ohms SM

IC1 = MAX204CWE SM, RS232 interface, 4 circuits TTL to RS232

T1 < T4 = TV 2 holes balun cores taken from 75 Ohms to 300 Ohms adapter

Misc = PCB material, fiberglass rods or white PVC tubes,#26 enamel wire

Antennas dimentions from Joe Moell's Homing In web site

\*\*\*\*\* MISC \*\*\*\*\*

BOX  
CONNECTORS  
PLUGS  
FUSE HOLDERS

-----

Attention, il faut ajouter R81 (en série avec le potentiomètre des menus) à cette liste.

R81 = 820 OHMS 1/4W



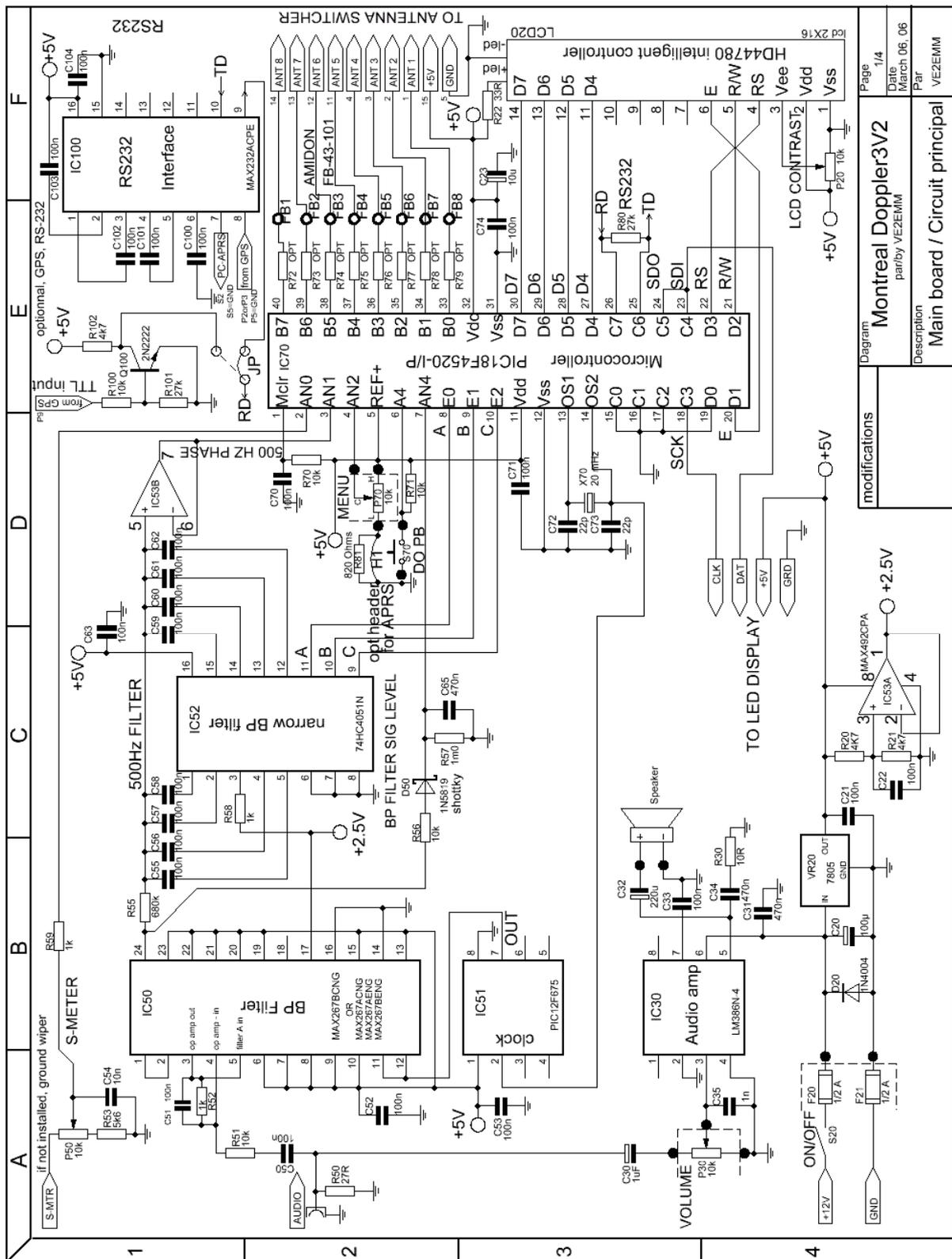


Figure A2 : Schéma complet de la carte principale avec la valeur des composants (Sce VE2EMM)

Page	1/4
Date	March 06, 06
Par	VE2EMM
Diagram	Montreal Doppler3V2 parby VE2EMM
Description	Main board / Circuit principal

modifications	
TO LED DISPLAY	
TO ANTENNA SWITCHER	

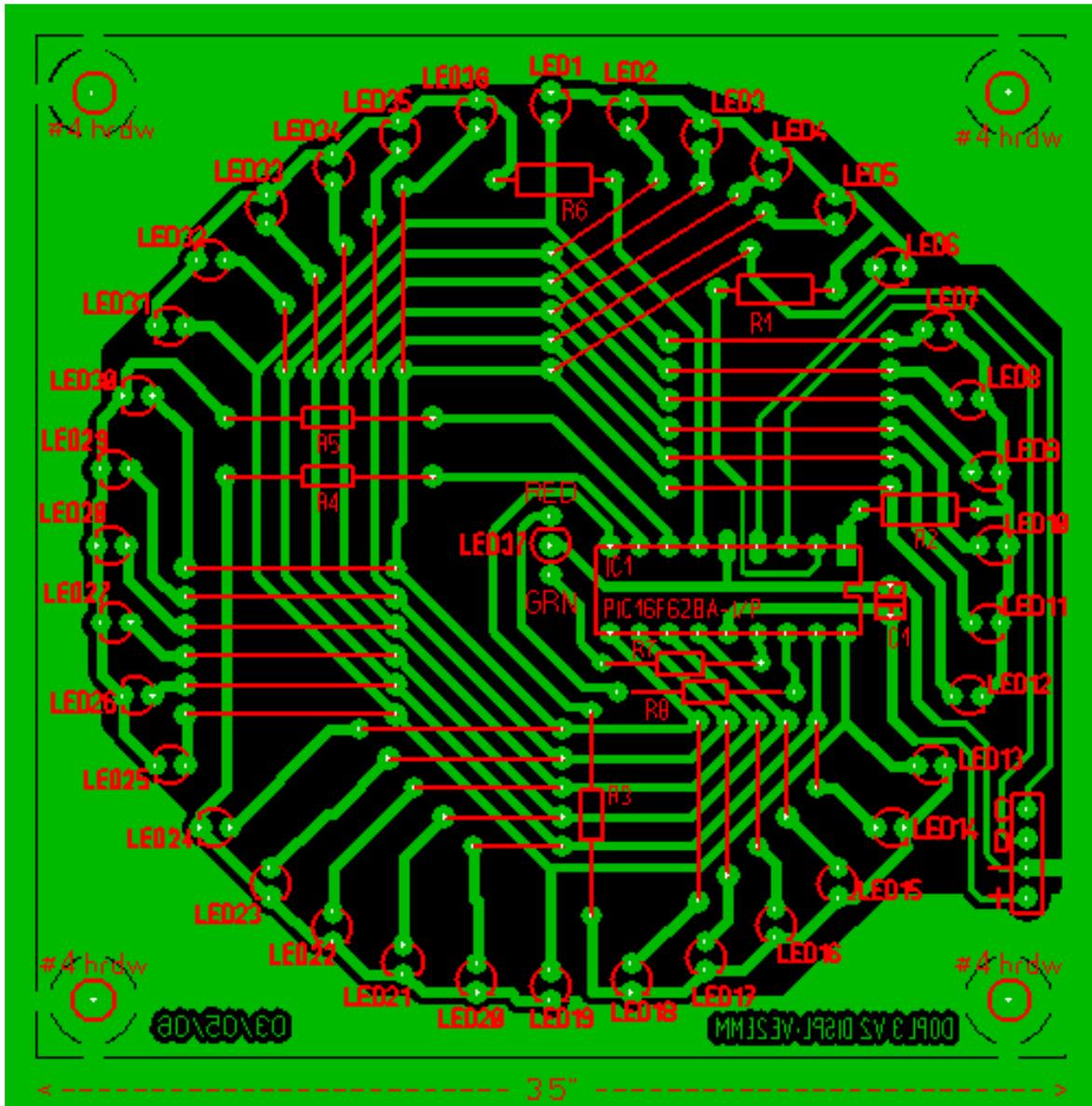


Figure A3 : Carte de l'afficheur du Doppler Montréal 3V2 (Sce VE2EMM)



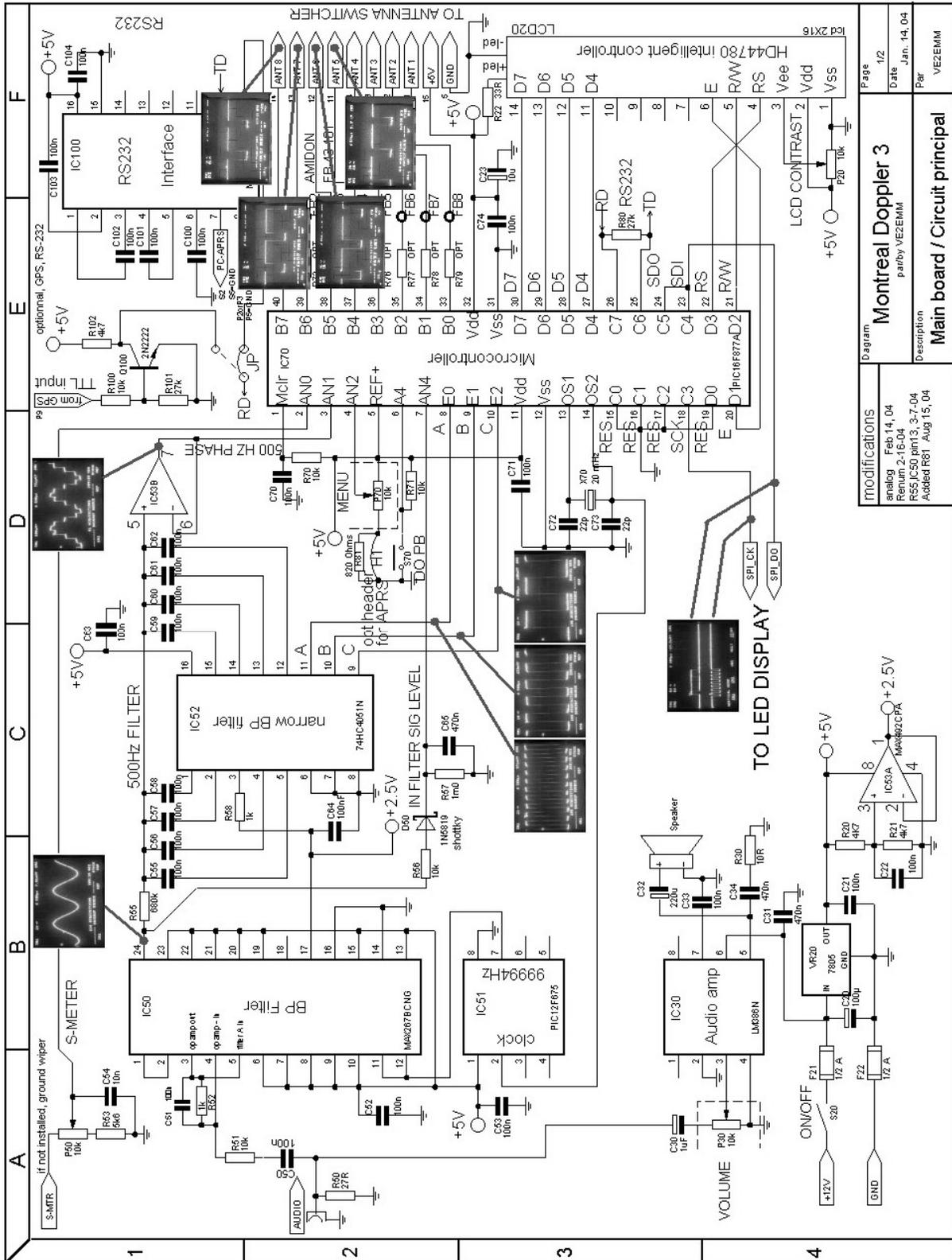


Diagram	Montreal Doppler 3	Page	1/2
Description	parby VE2EMM	Date	Jan. 14, 04
Author	VE2EMM	Par	VE2EMM

Modifications	analog Feb 14, 04
	RS232 2-16-04
	RS232 IC50 apr 13, 3-7-04
	Added R81 Aug 15, 04

Figure A5 : Schéma avec points de mesure en cas de problèmes sur le montage (Sce VE2EMM)