



# DECODEUR de TRAMES de F1LVT

F 5 L E B – Denis  
f5leb@club-internet.fr

# Décodeur de trames de F1LVT

Le décodeur de trames de F1LVT est intégré au montage du récepteur 406Mhz, la seule modification que j'apporte est l'adaptation du circuit imprimé afin que celui-ci puisse s'intégrer au circuit imprimé du module d'alimentation, j'utilise des cms.

Le PIC 18F2685 est à faire programmer par Jean-Paul F1LVT, veuillez le contacter.

Cordiales 73

F5LEB, Denis

[f5leb@club-internet.fr](mailto:f5leb@club-internet.fr)

# Décodeur de trames de balise de détresse 406 MHz : de nouvelles fonctionnalités avec la carte « DECTRA »

(Partie 1 / 2)

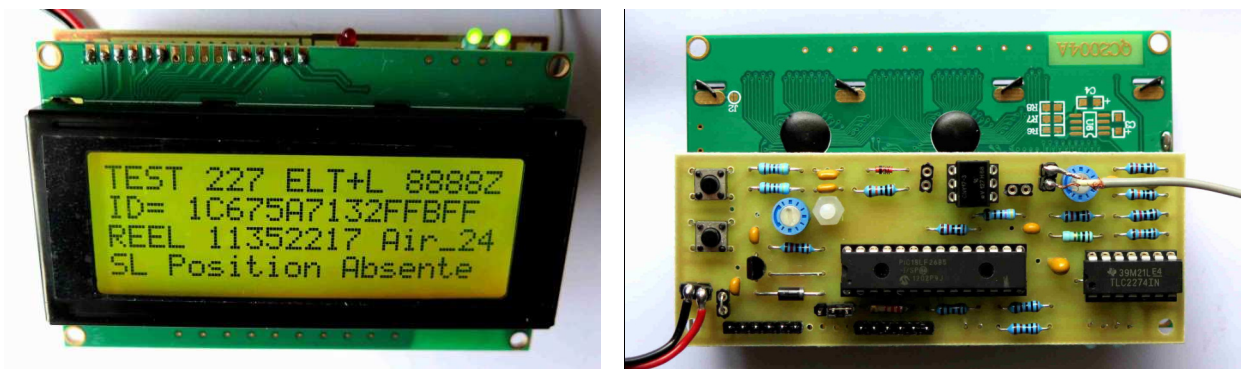
Jean-Paul YONNET  
F1LVT / ADRASEC 38  
[F1LVT@yahoo.fr](mailto:F1LVT@yahoo.fr)  
[www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com)

Le circuit du décodeur de trames a été revu. Un système de surveillance du fonctionnement par LED a été ajouté. Il permet de vérifier que le récepteur FM est correctement relié au décodeur. L'étage d'entrée a été conçu autour d'un circuit TLC2274 (4 AOP « rail-to-rail »).

Ce décodeur permet d'afficher sur 4 lignes les informations contenues dans la trame [1, 2, 3] (Photo 1). L'heure de la réception est enregistrée et affichée, et il est possible de rappeler les trames précédentes. Associé à un récepteur calé sur la fréquence de la balise, le décodeur fonctionne de façon complètement autonome. Pour avoir une bonne réception, il est préférable d'utiliser la sortie « discriminateur » sur le récepteur associé.

La nouvelle carte a été appelée « DECTRA » pour « DECodeur de TRAmes » (Photo 2). Un nouveau circuit imprimé a été conçu. Sa taille n'est que de 99 mm par 36 mm. La cote de 99 mm a été conservée pour permettre une fixation sous l'afficheur. En surface, cette nouvelle carte fait moins de la moitié de l'ancienne carte.

Ce qui reste inchangé c'est le microcontrôleur, un PIC 18F2685 programmé, et l'afficheur à 4 lignes de 20 caractères. La première version du programme du PIC est disponible sur le site [www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com) (version V24 de 2012). Les versions plus récentes (version actuelle vB2F) peuvent être obtenues par PIC programmé, ou par reprogrammation gratuite du PIC. La nouvelle carte DECTRA est entièrement compatible avec les versions successives du programme du PIC. Si vous avez une version ancienne du PIC, vous pouvez le réutiliser avec cette nouvelle carte



*Photo 1 et 2 : Le décodeur de trames avec sa nouvelle carte DECTRA et son afficheur. Au-dessus de l'afficheur, on voit les 2 LED vertes allumées du système de surveillance du fonctionnement*

## **1 - Les nouvelles fonctionnalités implantées sur la carte DECTRA**

La surveillance du fonctionnement est effectuée par 3 LED, deux LED vertes et une LED rouge. Ce système a été ajouté car nous nous sommes aperçus que certains problèmes de décodage provenaient soit de l'état du RX soit de la liaison entre la RX et le décodeur. En particulier, les prises Jack 3,5 mm peuvent présenter quelques anomalies conduisant à un non-fonctionnement du décodeur. Autre exemple, la sortie 9600 bauds de certains TX bibandes ne reste pas toujours activée quand on change de bande. Sur certains montages, un test de la connexion du récepteur est possible au démarrage. Nous avons retravaillé cette idée en équipant le nouveau circuit DECTRA avec un système de vérification permanente de la connexion du récepteur. Le système fonctionne de la façon suivante :

- à la mise sous tension du décodeur, une LED verte sur les 2 doit s'allumer (l'une ou l'autre des 2 LED vertes, elles jouent un rôle complémentaire),

- quand le récepteur est allumé et correctement relié au décodeur, les 2 LED vertes doivent rester allumées.

- quand une trame est reçue, la LED rouge s'allume, et la trame décodée est affichée.

Si le récepteur est déconnecté ou éteint, il ne reste plus qu'une seule LED verte allumée sur les deux. Avoir les 2 LED vertes allumées est une condition nécessaire au bon fonctionnement du décodeur. Elles indiquent que le bruit FM du récepteur est reçu.

Mais avoir les 2 LED vertes allumées ne suffit pas pour décoder correctement. Il faut s'assurer que vous êtes bien sur la bonne fréquence, que l'amplitude de la modulation PSK est suffisante et que le décodeur est correctement réglé pour permettre le décodage.

Comme le système de surveillance de la connexion est permanent, il est possible de vérifier à tout moment que le récepteur est bien connecté. Un récepteur éteint ou un cordon de liaison à problèmes peuvent être détectés immédiatement.

Une remarque : quand le décodeur est testé avec un générateur de trames (comme celui décrit dans l'article : « Générateur de trames de balise 406 MHz pour la vérification du fonctionnement de décodeurs de trames et pour la construction de balise d'exercice » [4]), le générateur envoie les trames sans le bruit de fond du démodulateur FM. Ce qui fait qu'une seule LED verte sur les 2 est allumée. Les 2 ne s'allument qu'au moment où la trame est envoyée, c'est-à-dire pendant une demi-seconde.

Quant à la LED rouge, elle est allumée pendant le travail de décodage du PIC. La LED rouge ne concerne que le PIC. Elle est pilotée par le traitement du PIC lors du décodage.

Autour du PIC, une résistance de 10 k a été ajoutée entre la patte 26 et la masse. Cette patte 26 sert à la programmation (entrée PGM - La fonction LVP "Low Voltage Programming" est sur ON par défaut - RB5 doit être maintenue à l'état bas pendant le fonctionnement / Merci à F1BRO ). En l'absence de cette résistance sur la patte 26, des carrés noirs apparaissent de temps en temps sur l'afficheur au démarrage. Il faut éteindre et redémarrer pour avoir l'écran d'accueil. Avec l'ajout de cette résistance sur la patte 26, le démarrage du programme du PIC se fait toujours correctement.

Toujours autour du PIC, le circuit de liaison de la patte 1 du PIC a été supprimé car il ne sert qu'en cas de programmation in situ. Le Reset est interne et il ne peut pas être effectué par la patte 1 du PIC.

## 2 - Le circuit imprimé

Pour faciliter la reproduction et le tirage de la carte DECTRA, plus aucune piste ne passe entre les pattes des circuits intégrés (Figure 1). Toutefois, pour rester en circuit simple face, il a fallu conserver 4 pontages (4 straps) qu'il ne faut pas oublier lors de la construction. Trois de ces pontages sont placés sous les circuits intégrés : il vaut mieux commencer par ces liaisons au début du câblage. Sur le schéma d'implantation (Figure 2 de la seconde partie de l'article), ces pontages sont nommés STR1 à STR4.

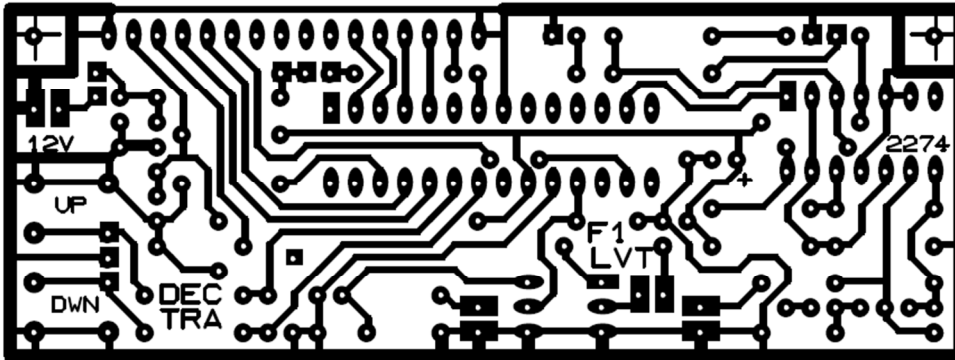


Figure 1 : Circuit Imprimé DECTRA (coté pistes)

La surface de la nouvelle carte a été réduite : 99 mm x 36 mm. Sa taille permet maintenant de tirer 4 circuits imprimés sur un format carte Europe (160 mm x 100 mm).

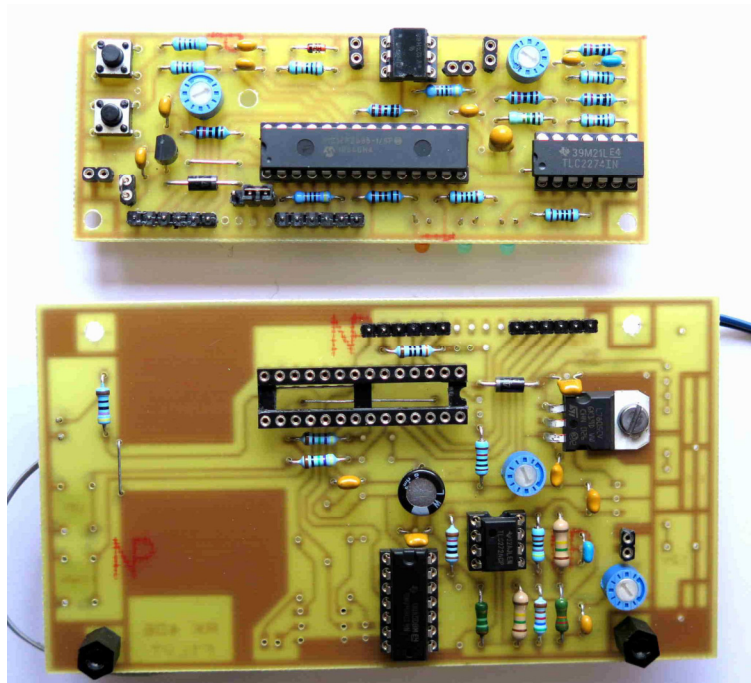


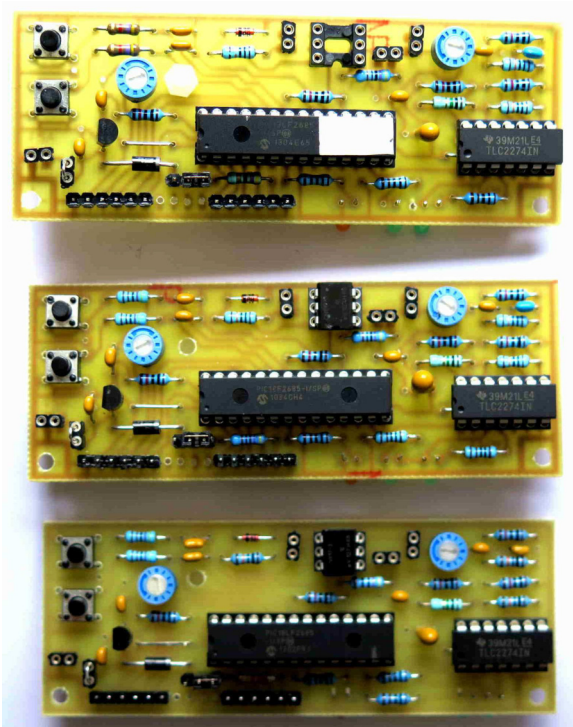
Photo 3 : Comparaison de la taille de la carte DECTRA (en haut) avec celle de la carte d'origine (carte du bas, partiellement câblée)

Le premier circuit imprimé avait été conçu comme support des accessoires comme les Jack d'entrée des signaux [1, 2, 3]. Le CI dépassait de l'afficheur sur deux côtés. Sa taille de 125 x 62 mm résultait de ces contraintes. Mais quand on veut monter le décodeur dans un boîtier, c'est ce boîtier qui va porter les embases Jack ou les boutons-poussoirs. La taille plus réduite de la carte DECTRA la rend beaucoup plus facile à intégrer dans un boîtier (Photo 3).

Sur le circuit imprimé, les pastilles rectangulaires correspondent aux connecteurs d'entrée - sortie : alimentation 12V, entrée du signal, entrées GPS haute et basse impédance. Les pastilles carrées correspondent aux points repérés. Par exemple pour orienter les LED correctement, les points repérés correspondent à leur cathode. Pour les circuits imprimés, la pastille rectangulaire correspond à la broche 1. Trois autres points sont repérés à côté de l'emplacement des boutons poussoirs « UP » et « DWN » ; ils permettent de relier un connecteur pour déporter en façade ces commandes. De même, deux points sont repérés près du connecteur 12V en série avec celui-ci : on peut ajouter à cet emplacement un connecteur pour relier ces points avec un interrupteur ON-OFF en façade. Une pastille carrée isolée est située au-dessus des condensateurs C31 et C32 ; en ce point on peut percer à 3 mm et fixer une vis nylon pour maintenir le circuit imprimé parallèle au plan de l'afficheur.

Comme il existe des condensateurs au pas de 2,54 mm ou de 5,08 mm, les pastilles permettent d'utiliser les deux types de composants. En général, c'est la masse qui a été doublée. La seule exception c'est C31, au pas de 5,08 mm seulement, pour des problèmes de passage de piste.

Les connecteurs (alim 12 V, entrée signal du récepteur, entrée GPS) ont été placés autour de la carte, avec la masse systématiquement vers l'extérieur (Photo 4). Pour l'entrée isolée du GPS (sans masse), le connecteur GPS2 a été mis parallèlement au bord de la carte ; l'entrée du signal est connectée à la résistance R43.



*Photo 4 : Trois prototypes successifs de la carte DECTRA*

### 3 - Le choix des composants

Le circuit d'entrée est construit autour d'un circuit TLC2274CN (ou TLC2274IN). C'est un quadruple Amplificateur Opérationnel faible bruit en boîtier DIL14, moyennement rapide (slew rate  $3,6 \text{ V} / \mu\text{s}$ ), « rail-to-rail » en sortie, et qui fonctionne très bien en 5V monotension. Son courant de sortie est limité, mais suffisant avec une résistance de 1k en série avec les diodes vertes de surveillance du fonctionnement.

En utilisant un amplificateur « rail-to-rail », on peut utiliser pleinement la dynamique de tension de sortie de 5V, soit une excursion de 2,5V autour du point milieu. Sur le montage précédent nous avons utilisé des amplificateurs TLC272 (ce qui correspond au TLC274 en boîtier à 4 amplificateurs) qui n'ont pas cette caractéristique ; alimenté en 5V, leur tension haute de sortie ne dépasse pas 4V, ce qui limite la dynamique et peut conduire à décentrer le point milieu de polarisation.

Comme le brochage est standard (Figure 2), ce circuit TLC2274CN peut être remplacé par un circuit équivalent. Chez Texas, on trouve par exemple le TLV2374IN. Chez Microchip, les circuits équivalents sont limités en tension mais ils peuvent fournir un courant plus élevé : le MCP604-I/P peut être utilisé, voire le MCP604-I/P ou le MCP6024-I/P.

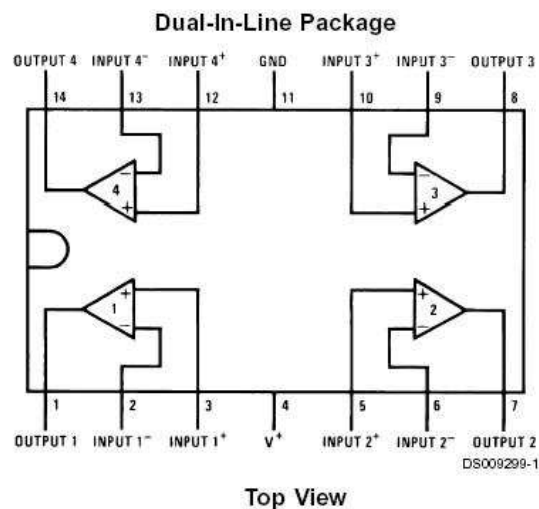


Figure 2 : Brochage du TLC2274 (brochage très classique pour un quadruple ampli op. )

Pour l'alimentation, vu le courant consommé par le montage (28 mA au repos et 32 mA en décodage), un régulateur 78L05 est suffisant. Son brochage est présenté sur la Figure 3.

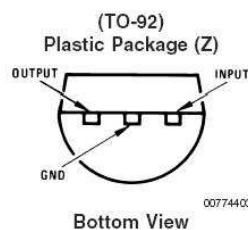


Figure 3 : Brochage du 78L05, régulateur 5V 100 mA

Les autres composants actifs sont identiques à ceux du premier montage : le microcontrôleur PIC 18F2685 de Microchip, et un opto-coupleur de type CNY17-3 ou équivalent. Pour les diodes, les 2 diodes vertes jouent un rôle complémentaire ; elles doivent être visibles côte à côte. La troisième diode, de couleur rouge (ou orange) doit être séparée pour bien montrer le fonctionnement du décodage.

## 4 - Les schémas

### 4A - L'alimentation

La partie alimentation est très classique. Le régulateur est un circuit 78L05 (en boîtier T092) encadré par 2 condensateurs céramiques C11 à C14 de 100 pF (Figure 4). Pour C12 on peut utiliser un condensateur électrochimique de 100  $\mu$ F, ou bien condensateur tantale de 10  $\mu$ F.

Le connecteur CN11 permet de fournir l'alimentation 12V (entre 7 et 15V). Le connecteur CN12 a été ajouté en série pour pouvoir relier un interrupteur en façade. Si cette fonction n'est pas utilisée, on peut shunter ce connecteur sur les pistes. Quant au connecteur CN13, il porte un cavalier à 2 positions qui permet d'alimenter ou non l'éclairage de l'afficheur. Il est aussi possible de relier ce connecteur avec un interrupteur en façade.

La valeur de la résistance série R11 est à adapter en fonction de l'afficheur. Il faut pouvoir lire l'afficheur de nuit sans le transformer en un système d'éclairage nocturne. Avec les afficheurs récents à haute luminosité, on peut monter cette valeur à 2,2 k $\Omega$ , ce qui réduit la consommation de l'éclairage à moins de 5 mA.

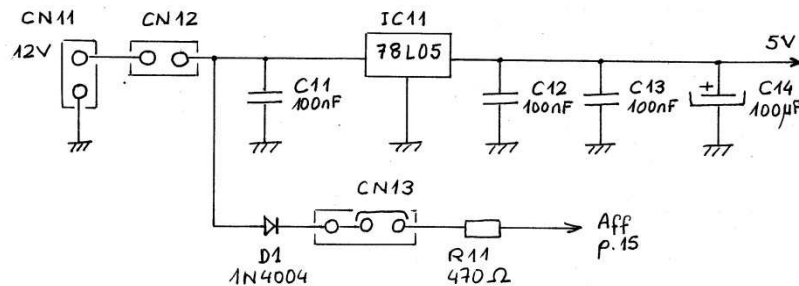


Figure 4 : Schéma de la partie alimentation

#### Liste des composants de l'alimentation

R11	470 $\Omega$	A adapter en fonction de l'éclairage souhaité : de 470 $\Omega$ à 2,2 k $\Omega$
C11	100 nF	
C12	100 nF	
C13	100 nF	
C14	10 $\mu$ F à 100 $\mu$ F	Condensateur polarisé
IC11	78L05	Régulateur 100 mA
D11	Diode 1N4004 ou équivalent	
CN11	Connecteur d'alimentation 12V (8V à 15V)	
CN12	Connecteur série pour un interrupteur M-A (peut être shunté)	
CN13	Connecteur par cavalier pour l'éclairage de l'affichage (peut être shunté)	



## 4B - Le circuit d'entrée et de mise en forme des signaux

Les signaux sont amplifiés et filtrés par le premier étage du circuit d'entrée (Figure 5). Le potentiomètre P21 permet d'ajuster le niveau d'entrée et C21 supprime la composante continue. Le pont diviseur R27 – R28 fournit le niveau de polarisation à 2,5 V pour les entrées de références des amplificateurs.

Le niveau de la sortie du second étage bascule entre 0 et 5V, ce qui fait qu'une seule des deux LED (LED21 et LED22) est allumée. En fonctionnement, le bruit de fond de sortie FM du récepteur produit un basculement rapide de la sortie, ce qui fait que les deux LED paraissent rester allumées. Si une seule LED seulement est allumée, le décodeur n'entend pas le bruit de fond du récepteur. Le troisième amplificateur n'est utilisé que pour la mise en forme des signaux avant traitement par le PIC.

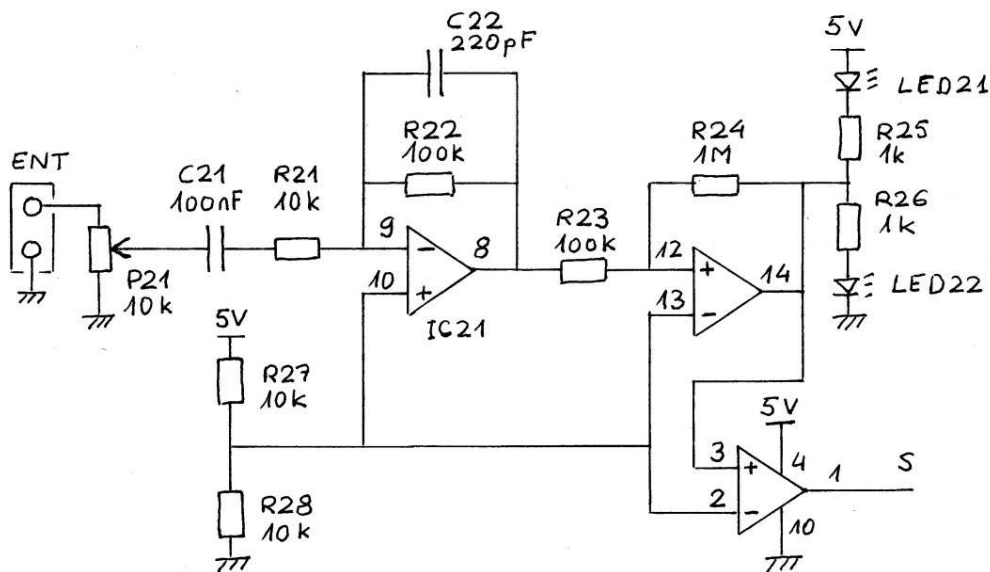


Figure 5 : Schéma du circuit d'entrée

### Composants du circuit d'entrée

R21	10 kΩ	
R22	100 kΩ	
R23	100 kΩ	
R24	1 MΩ	
R25	1 kΩ	
R26	1 kΩ	
R27	10 kΩ	
R28	10 kΩ	
P21	10 kΩ linéaire	Potentiomètre de circuit
C21	100 nF	
C22	220 pF	
IC21	TLC2274 ou équivalent (4 ampli op., alim monotension, sortie rail à rail)	
LED21	LED verte	Surveillance du circuit d'entrée
LED22	LED verte	Surveillance du circuit d'entrée
ENT	Connecteur d'entrée du signal BF à décoder	

Support 14 br.

Les résistances R23 et R24 servent à définir le seuil de basculement du second ampli, qui est de 250 mV avec les valeurs utilisées. Avec le gain de 10 du premier ampli, la sensibilité du montage est de 25mV. Elle est bien adaptée pour la plupart des récepteurs. Dans le cas où on aurait besoin d'accroître cette sensibilité, il faudrait augmenter R22 et réduire C22 dans la même proportion pour garder la même fréquence de coupure du filtre.

#### 4C - Microcontrôleur et afficheur

Pour le montage autour du microcontrôleur, la résistance R31 a été ajoutée sur la broche 26 (Figure 6). D'autre part, les résistances en série avec les boutons-poussoirs ont été augmentées à 4,7 kΩ.

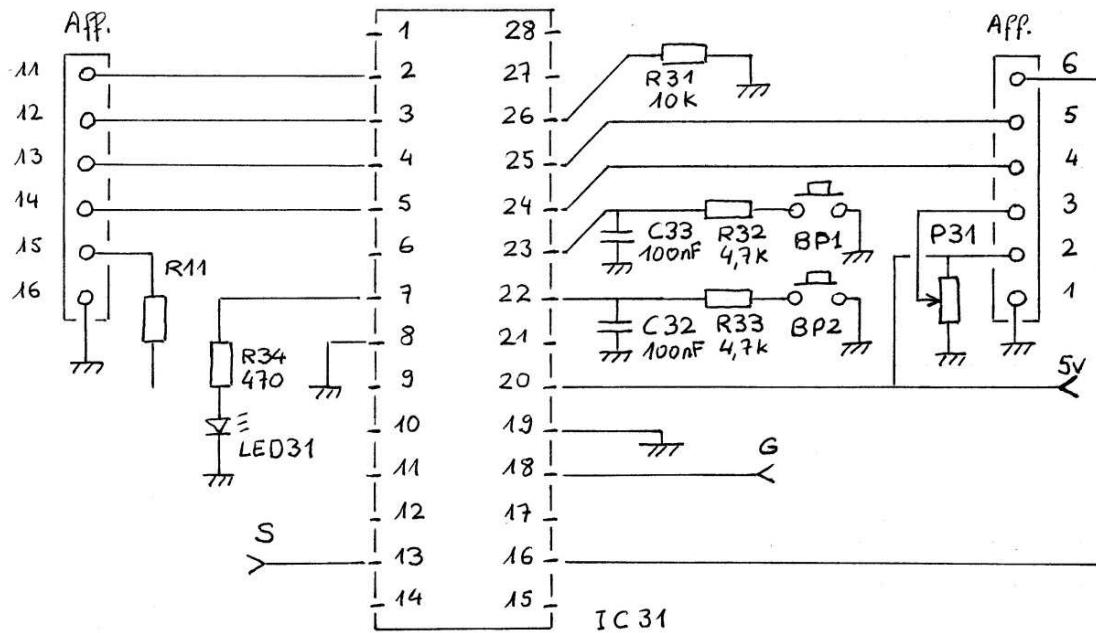


Figure 6 : Schéma de la partie PIC

#### Circuit du microcontrôleur de de l'afficheur

R31	10 kΩ	
R32	4,7 kΩ	
R33	4,7 kΩ	
R34	1 kΩ	
P31	10 kΩ linéaire	Potentiomètre de circuit
C31	100 nF	
C32	100 nF	
IC31	PIC 18F2685	Microcontrôleur programmé
LED31	LED rouge	Indication du décodage par le microcontrôleur
Afficheur 4 lignes de 20 caractères		Format 100 mm x 60 mm
BP1	Bouton Poussoir	
BP2	Bouton Poussoir	

Support 28 br.

Connecteur mâle 6 points X2  
Connecteur femelle 6 points X2

Connection de l'afficheur  
Connection de l'afficheur

#### 4D - Entrée GPS

Pour la partie réception GPS, il n'y a pas de changement par rapport à la carte précédente (Figure 7). GPS1 est le connecteur de l'entrée à haute impédance et GPS2 pour l'entrée isolée. L'optocoupleur CNY17-3 peut être remplacé par un circuit équivalent.

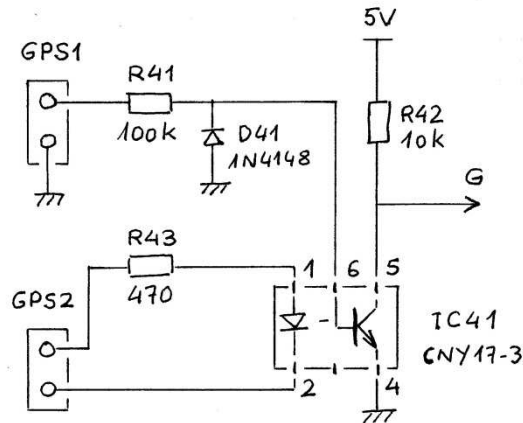


Figure 7 : Schéma de l'entrée GPS

#### Composants de l'entrée GPS

R41	100 kΩ	
R42	10 kΩ	
R43	470 Ω	
IC41	CNY 17-3	Optocoupleur
D41	1N4148	

Support 6 br.

GPS1 Connecteur entrée GPS haute impédance  
GPS2 Connecteur entrée GPS isolée et basse impédance

La construction du montage sera décrite dans la seconde partie de cet article

## **5 - Références**

[1] « Décodage des balises 406 MHz - Affichage sur 4 lignes des informations contenues dans les trames »

<http://www.f1lvt.com/files/321-Decodeur406-Part1.81.pdf>

[2] « Affichage sur 4 lignes des informations contenues dans les trames des balises 406 MHz : construction du décodeur »

<http://www.f1lvt.com/files/322-Decodeur406-Part2-V2.123.pdf>

[3] « Construction d'un décodeur « 4 lignes » pour la lecture des informations contenues dans la trame des balises 406 »

<http://f1lvt.com/files/325-ConstructionDecodeur4Lignes-V3.133.pdf>

[4] « Générateur de trames de balise 406 MHz pour la vérification du fonctionnement de décodeurs de trames, et pour la construction de balise d'exercice »

<http://www.f1lvt.com/files/311-ArtGeneTrames406.78.pdf>

# Décodeur de trames de balise de détresse 406 MHz : de nouvelles fonctionnalités avec la carte « DECTRA »

(Partie 2 / 2)

Jean-Paul YONNET  
F1LVT / ADRASEC 38  
[F1LVT@yahoo.fr](mailto:F1LVT@yahoo.fr)  
[www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com)

Le circuit du décodeur de trames a été revu. Un système de surveillance du fonctionnement par LED a été ajouté. Il permet de vérifier que le récepteur FM est correctement relié au décodeur. L'étage d'entrée a été conçu autour d'un circuit TLC2274 (4 AOP « rail-to-rail »).

Cette seconde partie fait suite à la description du montage [1]. Elle présente la construction de la carte, ses réglages, et son fonctionnement. La description de la construction s'inspire largement de celle de la première version [2].

## 1 - Implantation des composants

Le circuit imprimé à l'échelle 1 et l'implantation des composants sont présentés sur les Figures 1 et 2. Le dessin du CI est disponible sur le site [www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com) [3].

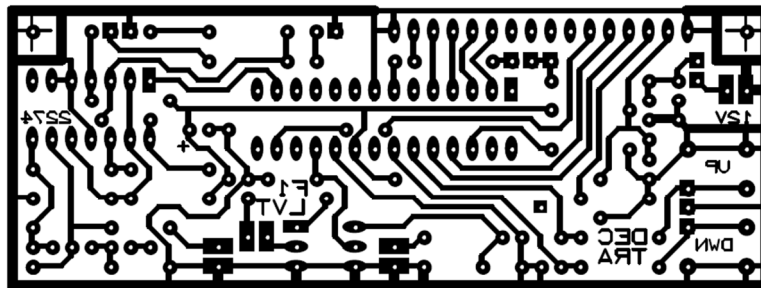


Figure 1 : Circuit imprimé vu côté composants à l'échelle 1

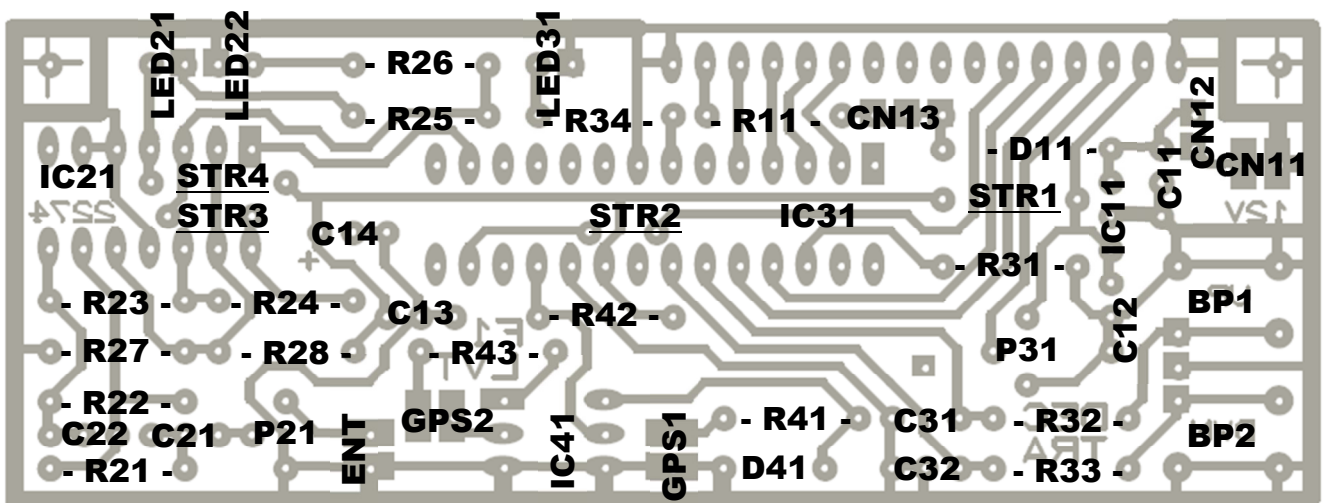


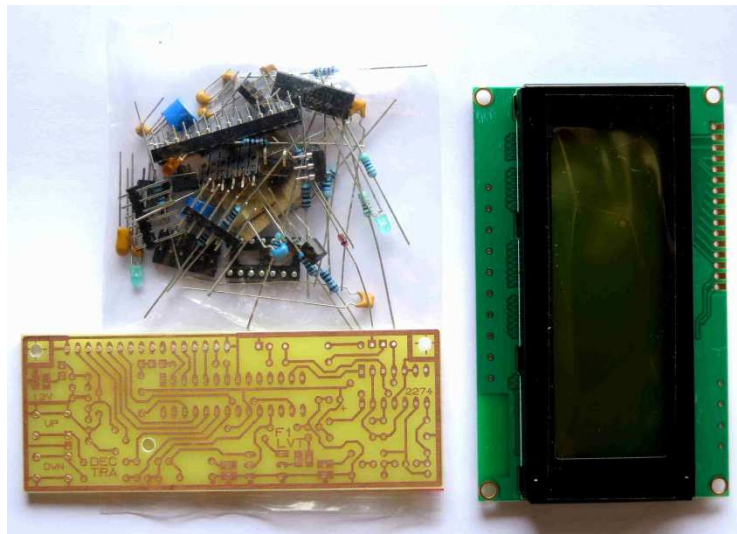
Figure 2 : Implantation des composants

## **2 - La construction du décodeur**

Nous allons décrire la construction du décodeur « 4 lignes » avec le circuit imprimé DECTRA.

Tout d'abord il faut rassembler tous les composants (l'afficheur 4 lignes de 20 caractères, le PIC 18F2685 programmé, et le circuit imprimé), ainsi que tous les composants périphériques (Photo 1).

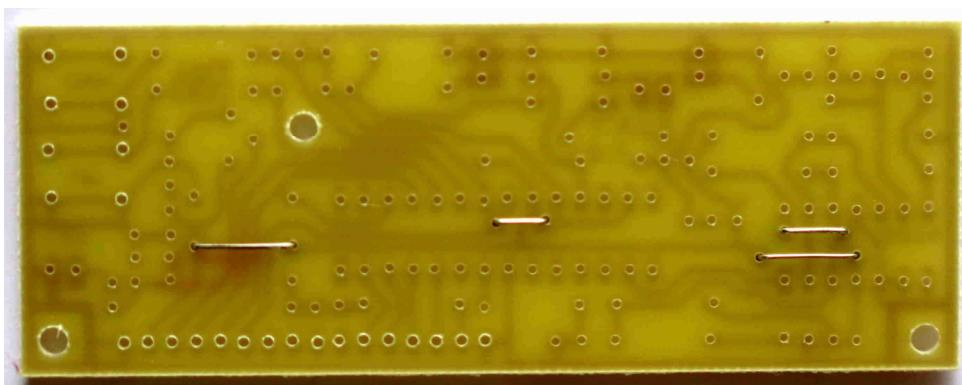
Sur le circuit imprimé, il faut percer les 171 trous à 0,8 mm. Il faut ensuite agrandir les trous des BP et des connecteurs de l'afficheur à 1,1 mm. Les 3 trous de fixation sont à percer à 3 mm. Le troisième trou permet de mettre une vis nylon de 3 mm qui sert uniquement d'appui entre le circuit imprimé et l'afficheur quand la carte est fixée derrière l'afficheur.



*Photo 1 : Tous les composants pour le décodeur 406*

## **3 - Les différentes étapes a construction**

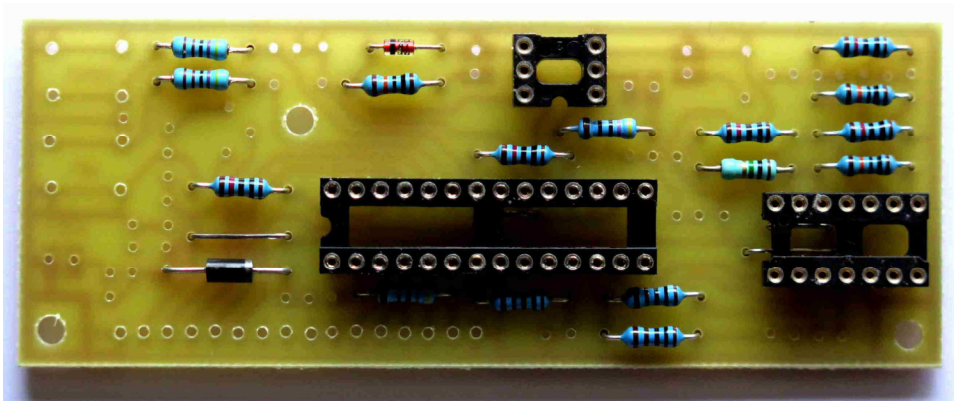
φ1 – Il faut d'abord commencer par souder les 4 pontages (Photo 2).



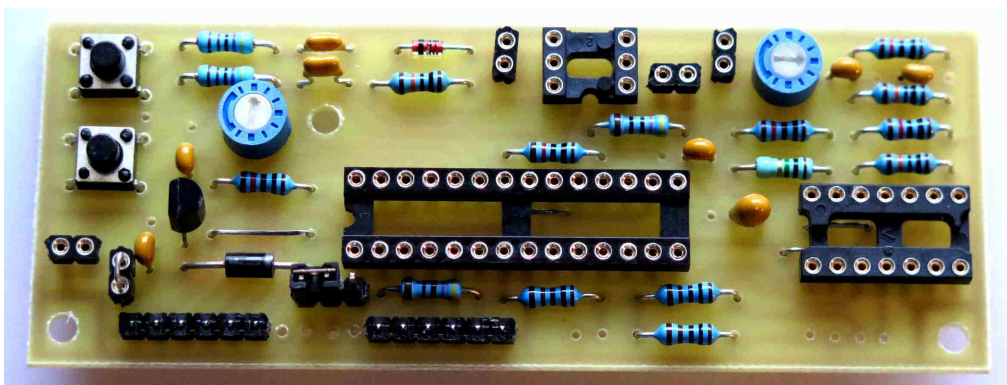
*Photo 2 : Montage des 4 pontages*

φ2 – On peut ensuite souder les composants plats : résistances, diodes et les supports des circuits intégrés (Photo 3).

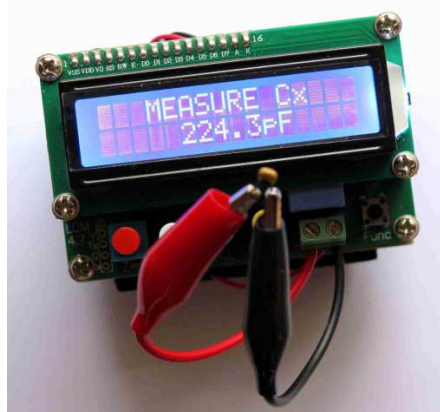
φ3 – Les composants plus hauts peuvent être ensuite ajoutés : condensateurs, régulateur, connecteurs (Photo 4). La Photo 5 montre la vérification de la valeur du condensateur C22 de 220 pF du filtre d'entrée.



*Photo 3 : La carte avec les supports et les résistances montés*



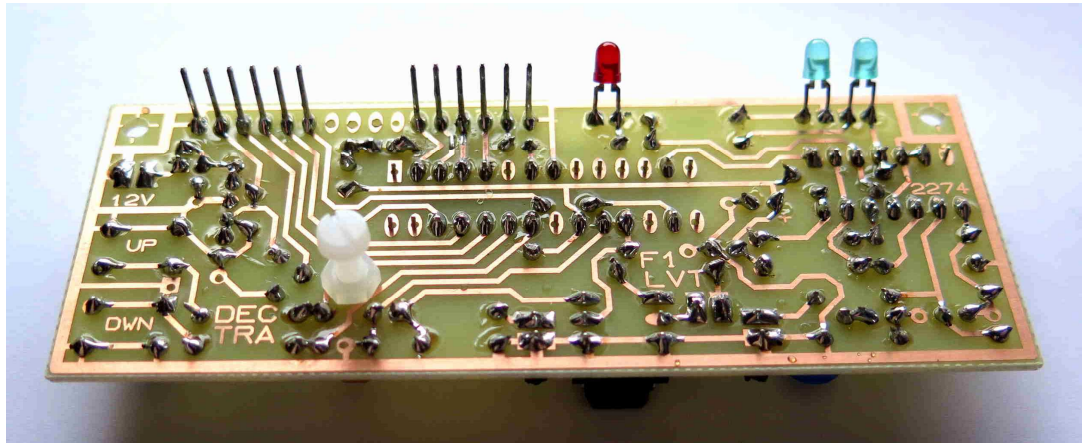
*Photo 4 La carte est pratiquement finie, il ne reste plus que le montage des 3 LED côté pistes.*



*Photo 5 : Vérification de la valeur du condensateur de 220 pF avec le LC-meter LC-100A*

φ4 – Le montage des connecteurs de l'afficheur est effectué coté pistes (Photo 6). Cette Photo montre aussi les LED montées côté pistes et inclinées vers l'extérieur pour pouvoir être vues au-dessus de l'afficheur. On voit aussi la vis nylon utilisée pour maintenir la carte parallèlement à l'afficheur.

Les 2 barrettes à 6 broches femelles sont soudées sous l'afficheur (Photo 7)



*Photo 6 : Les 2 connecteurs 6 broches soudés coté piste cuivre. On voit aussi les 3 LED inclinées vers l'extérieur, ainsi que la vis nylon pour maintenir la carte parallèlement à l'afficheur*



*Photo 7 : Les 2 connecteurs femelles 6 broches soudés sous l'afficheur*

Pour le sens des LED, les cathodes sont repérées sur le circuit imprimé par des pastilles carrées. Sur les LED elles-mêmes, les cathodes sont identifiées par un plat latéral ou par une patte plus courte. Une autre solution consiste à alimenter le montage sans les circuits intégrés, à ponter les broches 7 et 20 du support du PIC et à présenter la LED rouge : elle doit s'allumer. Toujours alimenté, quand les 2 LED vertes sont correctement orientées, elles doivent aussi s'allumer toutes les 2.



On peut maintenant passer à la phase de tests et de réglages.

### Test n°1

Il faut vérifier que l'alimentation fonctionne correctement. Il faut mettre le montage sous tension (carte seule, sans l'afficheur et sans circuit intégré) en alimentant le montage par 12 V (entre 8 et 15 V) et vérifier que la tension est bien 5V sur la patte 20 du support du PIC et sur la patte 4 du TLC2274.

### Test n°2 / Réglage n°1

Mettre sous tension avec l'afficheur et régler le potentiomètre 10 k $\Omega$  pour faire apparaître une série de carrés noirs ■ sur la première et la troisième ligne de l'afficheur (Photo 8).

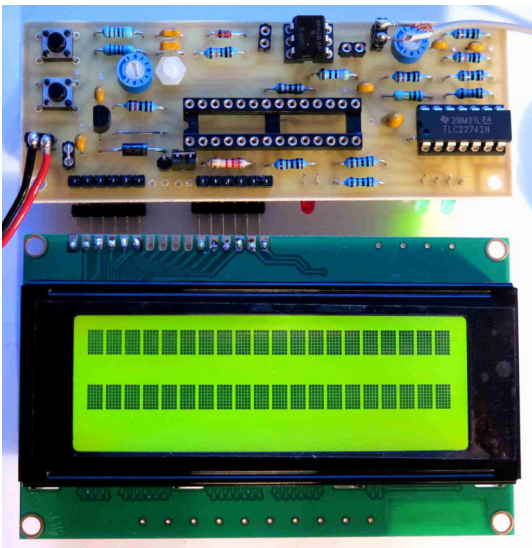


Photo 8 : Réglage du contraste de l'afficheur

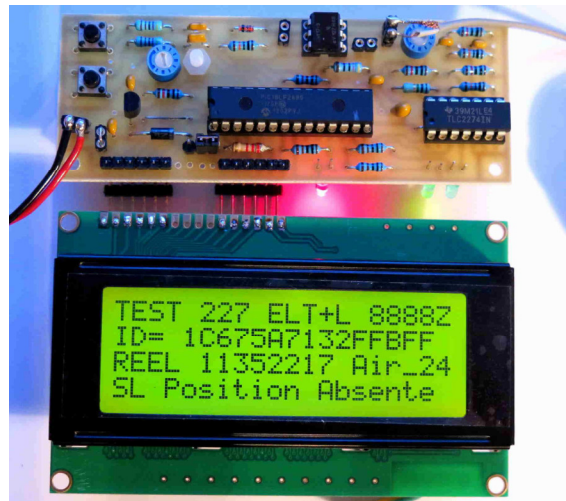


Photo 9 : Avec le PIC programmé mis en place sur son support, l'écran d'accueil apparaît lors de la mise sous tension

### Test n°3

Mettre sous tension avec l'afficheur et le PIC ; la page d'accueil doit apparaître sur les 4 lignes de l'afficheur (Photo 9).

### Test n°4 / Réglage n°2

Prépositionner le potentiomètre P21 à mi-course. Mettre sous tension et envoyer un signal sur l'entrée. Ce signal peut provenir soit d'un générateur de trames, soit d'une trame enregistrée. La trame doit s'afficher (Photo 10).

On peut retoucher légèrement le niveau d'entrée (potentiomètre P21) pour s'adapter à la source et rechercher la meilleure position. Ce niveau dépend du récepteur utilisé.

### Test n°5

Relier le décodeur à un récepteur FM, les 2 LED vertes doivent s'allumer. Récepteur éteint, il ne reste plus qu'une seule LED verte allumée.

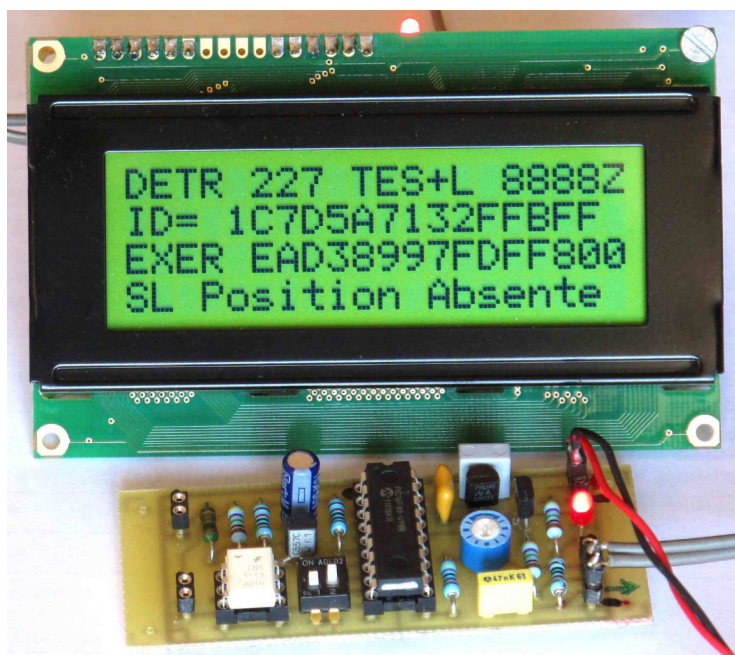


Photo 10 : Le décodage d'une trame « Exercice » provenant d'un générateur de trames.

#### **Test de fonctionnement**

A ce niveau de construction, le décodeur est pleinement opérationnel pour le décodage des trames reçues. En envoyant une trame (trame enregistrée ou trame fournie par un générateur de trames), en plus des LED vertes la LED rouge doit s'allumer, puis on voit s'afficher les informations contenues dans la trame sur 4 lignes.

#### **4 - Remarques sur le fonctionnement**

-- Pour que le système fonctionne correctement, il ne faut pas prendre le signal sur la prise BF (prise casque). Il faut utiliser la sortie « discriminateur » du récepteur, c'est-à-dire la sortie directe du signal sur le démodulateur.

Le site internet « discriminator.nl » [4] est très bien documenté pour expliquer comment installer une sortie « discri » dans un récepteur ou un TX.

-- A l'entrée du décodeur, le niveau dépend du récepteur (réglage de P21). Idéalement il faudrait régler le niveau avec un signal de balise de niveau ajustable, et faire le réglage à la limite du décodage. En pratique, le réglage à mi-course de P21 correspond à une valeur bien adaptée à beaucoup de récepteurs.

-- Le décodeur fonctionne aussi bien avec des signaux positifs (démarrage de la trame par  $+\Delta\phi$ ) que des signaux négatifs (démarrage de la trame par  $-\Delta\phi$ ). Le PIC reconnaît les deux types de signaux.

-- L'utilisation du GPS est facultative. Le décodage fonctionne très bien sans GPS. Le GPS permet de lire l'heure d'arrivée de la trame. Si le GPS n'est pas connecté, l'emplacement de l'heure indique 8888. Le Z après l'heure est ajouté par le décodeur (pour rappeler que c'est l'heure GMT).

## **5 - En résumé**

La carte DECTRA est une évolution de la première carte du décodeur de trames. Elle permet en particulier de surveiller la connexion avec le récepteur. Sa taille plus réduite permet de l'intégrer plus facilement dans un boîtier.

La surveillance du fonctionnement est effectuée par 3 LED, une rouge et 2 vertes. La diode rouge s'allume pendant le décodage par le PIC.

Les 2 LED vertes surveillent le fonctionnement de l'étage d'entrée :

- pas de LED verte allumée : l'étage d'entrée n'est pas alimenté.
- une seule LED verte allumée : la sortie reste à un état constant, donc le bruit FM du récepteur n'est pas détecté.
- deux LED vertes allumées : le récepteur FM est allumé et il est correctement connecté au décodeur.

Avoir les 2 LED verte allumées est une condition nécessaire au bon fonctionnement du décodeur, mais non suffisante. Pour pouvoir décoder correctement les trames, il faut en plus que le récepteur soit réglé sur la bonne fréquence et que le niveau de réception soit suffisamment élevé.

## **6 – Et si vous avez déjà construit la version précédente**

Si vous avez déjà construit le décodeur de trame avec le grand circuit imprimé, il est possible d'« upgrader » très facilement le montage que vous avez réalisé, et de lui donner exactement les mêmes fonctionnalités que celles de la carte DECTRA. Il n'y a que quelques composants à ajouter : 3 fils, 3 résistances et 2 LED. Cette modification sera décrite dans un prochain article.

## **Références**

[1] « Décodeur de trames de balise de détresse 406 MHz : de nouvelles fonctionnalités avec la carte « DECTRA » (Partie 1 / 2)

<http://www.f1lvt.com/files/333-CarteDECTRA-V6P1.179.pdf>

[2] « Construction d'un décodeur « 4 lignes » pour la lecture des informations contenues dans la trame des balises 406 »

<http://f1lvt.com/files/325-ConstructionDecodeur4Lignes-V3.133.pdf>

[3] Circuit imprimé de la carte DECTRA à l'échelle 1

<http://www.f1lvt.com/files/332-CI-DECTRA.178.pdf>

[4] Addition d'une prise discriminateur sur un récepteur

<http://discriminator.nl/index-en.html>

## Liste des composants par valeur

### Résistances

470 $\Omega$	2	R11, R43
1 k $\Omega$	3	R25, R26, R34
4,7 k $\Omega$	2	R32, R33
10 k $\Omega$	5	R21, R27, R28, R31, R42
100 k $\Omega$	2	R22, R23, R41
1 M $\Omega$	1	R24
Pot 10 k $\Omega$ linéaire	2	P21, P31

### Condensateurs

220 pF	1	C22
100 nF	6	C11, C12, C13, C21, C31, C32
100 $\mu$ F (ou 10 $\mu$ F)	1	C14

### Composants actifs

IC11	78L05	Régulateur 100 mA
IC21	TLC2274 ou équivalent	(4 ampli op., alim monotension, sortie rail à rail)
IC31	PIC 18F2685	Microcontrôleur programmé
IC41	CNY 17-3	Optocoupleur
D11	1N4004	
D41	1N4148	
LED21	LED verte	Surveillance du circuit d'entrée
LED22	LED verte	Surveillance du circuit d'entrée
LED31	LED rouge	Indication du décodage par le microcontrôleur
Afficheur 4 lignes de 20 caractères		Format 100 mm x 60 mm

### Divers

Supports CI	N = 3	1 à 28 broches, 1 à 14 broches et 1 à 6 broches
Boutons Poussoirs	N = 2	BP1, BP2

Connecteurs CN11, CN12, CN13, ENT, GPS1, GPS2  
Connecteurs mâles et femelles 6 points pour l'afficheur (N = 2)

# Les versions successives du logiciel du PIC du décodeur de trames

## De la version « V24 » à la version « v-D4F »

Jean-Paul YONNET

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

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

Depuis avril 2018, une nouvelle version est utilisée pour la programmation des PIC 18F2685. C'est la version « v-D4F ». La Photo 1 montre la nouvelle page d'accueil.



Photo 1 : Page d'accueil de la version v-D4F lors de la mise en route du décodeur

### Historique

La première version du logiciel du PIC a été conçue en 2012 (Projet Co 2012). Ce logiciel était une version « balise 406 » d'un décodeur de trames de radiosondes (Projet Co 2011). Cette première génération de décodeur permettait de décoder les trames 406 et d'afficher le résultat sur un afficheur 4 lignes. Une série de petites modifications a eu lieu avant la sortie de la version définitive, ce qui a conduit à la « V24 ». Il aurait fallu l'appeler « v-A24 », mais nous ne savons pas comment le logiciel allait évoluer.

En 2013, les travaux ont surtout porté sur le logiciel des balises, en particulier en codant les codes de correction d'erreurs dans les générateurs de trames (code BCH / 16F886).

En 2014, le logiciel du décodeur a été entièrement réécrit. Les trames sont enregistrées en mémoires. C'est la version « v-B2F » (Projet Co 2014). La lettre « F » finale correspond à la version en français ; la version en anglais s'appelle « v-B2E ».

En 2015 (Projet Co 2015), nous avons travaillé sur le couplage du décodeur 406 avec un GPS. Une anomalie a été corrigée, donnant la version « v-B3F ». Cette anomalie concerne l'affichage de la longitude : quand elle dépassait 100° (dans l'Océan Pacifique par exemple), elle n'était pas affichée correctement.

Des nouvelles fonctionnalités a été incluse dans la version « V-D3F » du décodeur :

- la génération d'une trame GPS pour retransmettre la position de la balise,
- l'intégration du calcul de la distance et du cap entre le décodeur et la balise,
- la mise en mémoire permanente. Dans la version précédente, le contenu des mémoires était perdu en cas de coupure d'alimentation. Ce n'est plus le cas avec la version « v-D3F » et la suivante. Les trames sont enregistrées dans l'EEPROM du PIC ; en cas d'arrêt du décodeur il est possible de rappeler les trames reçues précédemment.

### La version v-D4F du logiciel du 18F2685

Par rapport à la version « v-D3F », les modifications apportées à la version « v-D4F » ne concernent que l'affichage. D'une part la présentation de la page d'accueil a été refaite, d'autre part une anomalie d'affichage (uniquement d'affichage) qui ne se produit que dans l'hémisphère sud a été corrigée.

La Photo 2 présente le décodage d'une balise 406 d'exercice (avec l'identifiant « EFFACE2 ») placée sur une île du Pacifique. Cet exemple permet de montrer l'affichage d'une position avec une latitude négative (17° Sud) et une longitude négative (149° Ouest) avec une valeur qui dépasse 99°. Le chiffre des centaines est placé dans l'intervalle habituellement blanc qui suit l'affichage 'N' ou 'S'.



Photo 2 : Décodage d'une trame dans l'hémisphère sud

A partir d'avril 2018, tous les PIC seront programmés avec la version v-VD4F.

### Les versions antérieures

Si vous avez la version v-D3F, la mise à niveau n'est pas du tout nécessaire car toutes les fonctions du décodeur sont inchangées : décodage et affichage, génération d'une trame GPS pour retransmettre la position de la balise, calcul de la distance et du cap entre le décodeur et la balise, ainsi que la mise en mémoire permanente des trames reçues. Cette mise à jour n'est recommandée que si vous utilisez votre décodeur dans l'hémisphère sud.

La première version, la V-24 de 2012, est en ligne et restera en ligne sur le site <[www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com)> pour permettre la construction complète et autonome d'un décodeur. Comme cette version V24 s'est retrouvée sur d'autres sites web sans en avoir été informé et a fortiori autorisé, la dernière version du logiciel, la « v-D4F », tout comme les versions « v-B2F » et « v-D3F », ne sera diffusée que sous forme de PIC programmés. Pour les PIC fournis par F1LVT qui fonctionnent avec une ancienne version du logiciel, ils pourront être reprogrammés par retour à F1LVT. C'est gratuit, sauf le port.

Comment reconnaître la version du logiciel du PIC ? C'est très simple. Si le décodeur est monté, il suffit de le mettre sous tension et la version est affichée dans la page d'accueil. Sinon, il faut retourner le PIC et lire la version notée sous le PIC.

# Alarme visuelle et sonore signalant la réception d'une trame de balise 406 MHz (V 2)

Jean-Paul YONNET  
[F1LVT@yahoo.fr](mailto:F1LVT@yahoo.fr)  
[www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com)

Avec le décodeur monté sur la carte DECTRA [1, 2] ou la « Version 1 », une sortie du PIC (broche 7) passe à l'état haut (+ 5 V) pendant une seconde quand une trame est décodée. Cette sortie permet l'allumage d'une LED rouge. Selon les conditions d'utilisation, il y a des cas où cette indication n'est pas suffisante pour prévenir l'utilisateur. Cela peut arriver par exemple quand il n'a pas les yeux rivés sur le décodeur, ou bien en roulant en voiture, ou encore quand le système « récepteur + décodeur » est en écoute permanente. Ce sont pour ces utilisations que nous avons conçu une carte additionnelle qui fournit une alarme visuelle et sonore pour signaler la réception d'une trame. L'alarme sonore retentit pendant une seconde au moment de la réception de la trame. L'alarme visuelle met en fonctionnement une LED clignotante qui reste allumée aussi longtemps qu'une remise à zéro manuelle n'a pas été effectuée.

## 1- Alarme visuelle et sonore

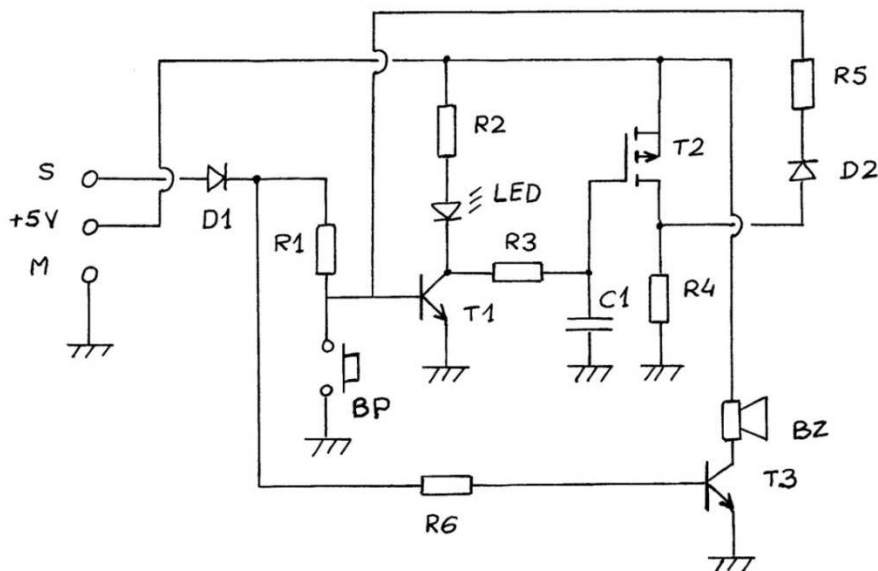


Figure 1 : Schéma de la carte « Alarme visuelle et sonore »

Le montage est présenté sur la figure 1. Une alarme sonore retentit à chaque réception de trames. La tension de commande « S » pilote un « buzzer » par l'intermédiaire du transistor T3. Un bip d'une seconde est entendu à chaque trame décodée. Ce montage a déjà été utilisé lors de la réalisation d'une station « récepteur – décodeur » pour l'écoute permanente et le décodage des balises de détresse 406 MHz [3].

Quand le système est en écoute permanente, en plus du bipeur (ou « buzzer »), une indication lumineuse permanente s'allume (Figure 1). La LED se met à clignoter dès qu'une trame est reçue, et cette LED continue de clignoter tant que la remise à zéro n'a pas été faite par le bouton-poussoir (BP). La mise en route de la LED clignotante est elle aussi effectuée par la broche 7 du PIC, grâce au transistor T1 (transistor NPN de type BC550 ou équivalent).

L'auto-alimentation du circuit de la LED clignotante est effectuée par le transistor T2 (transistor MOSFET canal P, de type BS250 ou équivalent). L'arrêt du fonctionnement de la LED est commandé par le bouton-poussoir (BP).

Pour la LED, on aurait pu utiliser une LED classique. Après essais, nous lui avons préféré une LED clignotante qui attire plus l'attention qu'une simple LED permanente. La résistance R2 de 1 kΩ limite le courant dans cette LED. En fonction de la luminosité recherchée, on peut réduire la valeur de R2, sans descendre en dessous de 220Ω en 5V.

## 2- Connexion du module « Alarmes » sur le décodeur de trames

Sur la carte du décodeur, il faut relier la tension d'alimentation (+12V ou +5V), le signal de commande « S » et la masse. Sur le PIC, la masse est disponible sur les broches 8 et 19. Le signal de commande est donné par la broche 7 du PIC 18F2685 (Figure 2). Pour connecter le module avec le décodeur, on peut faire une bride de liaison avec une nappe à 3 fils : « S », +12V (ou +5V), et la masse.

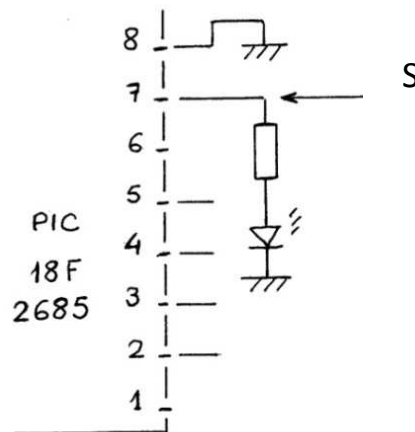


Figure 2 : Connexion du module au décodeur de trames :

- la tension « S » de commande est fournie par la broche 7 du PIC 18F2685 ;
- le +12V (ou +5V) et la masse sont reliés à la carte du décodeur.

## 3- Alimentation de la carte « Alarme »

La consommation du montage est assez faible au repos. Quand le « buzzer » fonctionne, la consommation est plus importante. Le module peut alors nécessiter plus de 20 mA, mais cette consommation ne dure qu'une seconde. Quant à la consommation de la LED, elle est limitée par R2 à une dizaine de milliampères.



Avec la première génération de carte du décodeur, la tension interne +5V est fournie par un régulateur 7805 en boîtier TO220. Comme ce régulateur peut fournir un courant assez important, le module « Alarme » peut être alimenté directement par le décodeur.

Sur la carte DECTRA, c'est un régulateur 78L05 qui fournit le +5V au décodeur. Ce régulateur est limité à 100 mA et 700 mW. Pour la carte « Alarmes », il est préférable d'utiliser une alimentation indépendante de la carte DECTRA. C'est pourquoi la carte « Alarmes » est équipée de sa propre alimentation par un autre circuit 7805.

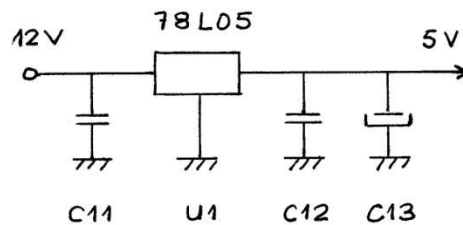


Figure 3 : Alimentation de la carte « Alarme visuelle et sonore »

### 3- Réalisation de la carte « Alarmes »

Le circuit imprimé est présenté sur la Figure 4, et la Figure 5 montre l'implantation des composants.

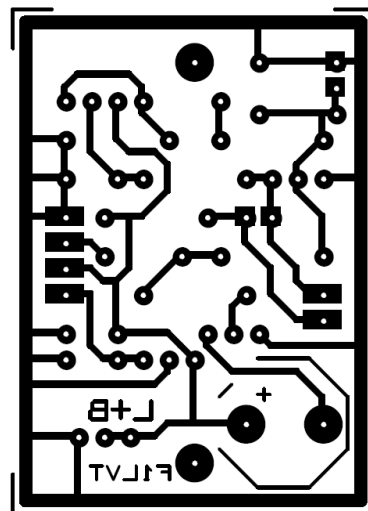


Figure 4 : Circuit imprimé de la carte « Alarme visuelle et sonore »

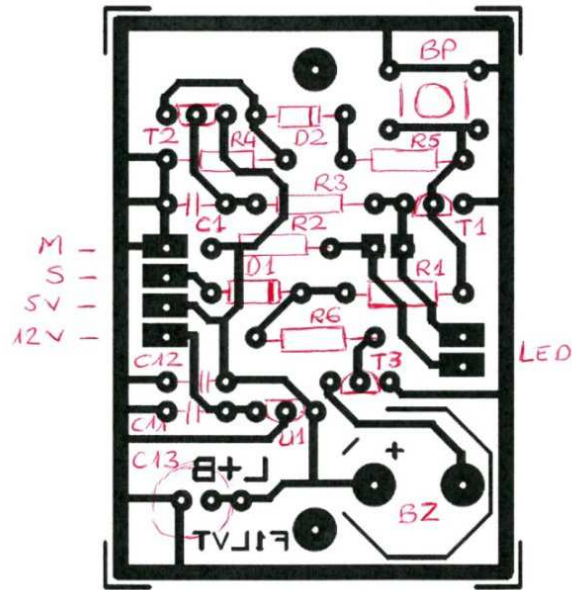


Figure 5 : Implantation des composants

Pour les connexions de la carte (connecteur « M » – « S » – « 5V » – « 12V »), la masse est en « M », l'entrée reliée à la broche 7 du PIC en « S », et l'alimentation en 5V ou 12V. Il ne faut connecter qu'une seule des alimentations. Si la carte « Alarmes » est reliée à un décodeur avec une carte de première génération (régulateur 7805), on peut utiliser le 5V du décodeur et ne pas monter les composants C11 et U1. Par contre si le décodeur est monté avec une carte DECTRA et un régulateur 78L05, il faut monter tous les composants de la carte « Alarmes » et l'alimenter en 12V ; le 5V n'est alors pas connecté.

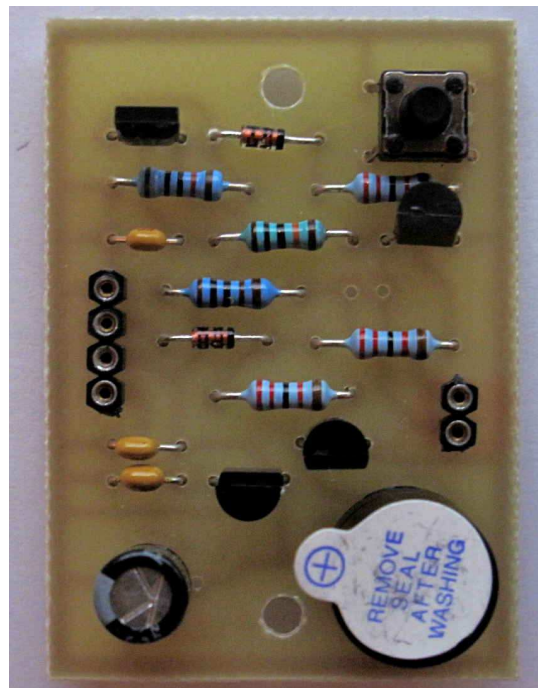
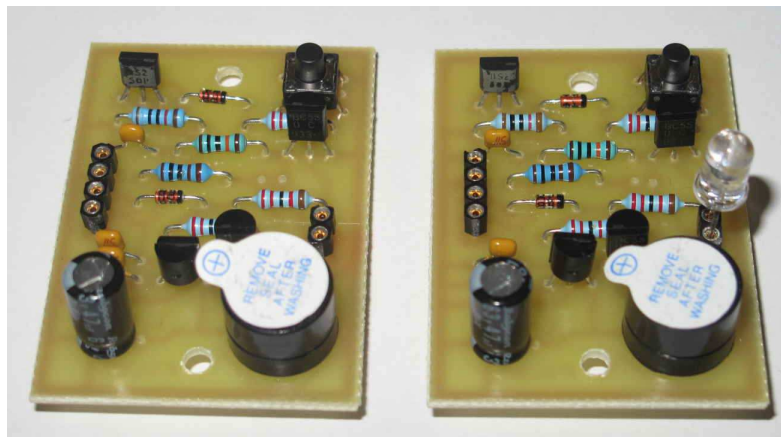


Photo 1 : La carte additionnelle qui porte l'alarme sonore et visuelle.

La Photo 1 montre le système construit. Sur le « buzzer », il faudrait enlever l'autocollant de protection, mais le laisser est un moyen simple pour réduire le volume sonore du bipleur. Sur le connecteur de la carte on trouve successivement la masse, le signal de commande « S », le « +5V » et le « +12V ». Il faut n'utiliser que l'une ou l'autre de ces 2 alimentations.

Pour la LED, suite à une série d'essais, nous avons utilisé une LED rouge clignotante ( $f = 1 \text{ Hz}$ ) qui se voit très bien quand on passe à côté du décodeur. Quant aux autres composants, il n'y a que 6 résistances, 2 diodes, 3 transistors, 4 condensateurs, un régulateur et un bouton-poussoir.

#### 4- Synthèse



*Photo 2 : Les cartes « Alarmes » prêtes à équiper les décodeurs de trames*

Cette carte « Alarmes » est un montage très simple, réalisé avec très peu de composants, mais qui rend de grands services. La carte est directement reliée et alimentée par le décodeur. Dès qu'une trame est reçue et décodée, le buzzer de la carte émet un signal sonore pendant une seconde. En même temps une LED rouge clignotante s'allume ; cette LED reste allumée tant que la remise à zéro par bouton-poussoir n'a pas été effectuée. Cette alarme visuelle permet de prévenir de la réception antérieure et du décodage d'une trame.

Vous pouvez laisser un système « récepteur – décodeur » en écoute permanente avec ce dispositif d'alarme. Dès qu'une trame est reçue, l'alarme sonore vous préviendra immédiatement si vous vous trouvez à proximité. Et l'alarme visuelle gardera la trace de l'évènement aussi longtemps que la RAZ (remise à zéro) n'aura pas été effectuée.

#### Références

[1] <http://www.f1lvt.com/files/333-CarteDECTRA-V6P1.179.pdf>

[2] <http://www.f1lvt.com/files/334b-ConstructionDECTRA2274-V7P2.183.pdf>

[3] <http://www.f1lvt.com/files/547-RX406-Serie.213.pdf>

### Liste des composants

R2 = 1 k $\Omega$   
R4 = 10 k $\Omega$   
R1, R5, R6 = 22 k $\Omega$   
R3 = 100 k $\Omega$

C1, C11, C12 = 100 nF  
C13 = 10 à 47  $\mu$ F

D1, D2 = 1N4148  
LED = LED clignotante  
T1, T3 = BC550 ou eq.  
T2 = BS250 ou eq.  
U1 = 78L05

BP = Bouton-Poussoir de CI  
BZ = « Buzzer » 5V

# Décodage des trames 406 en utilisant la dérivée du signal audio provenant de la prise écouteur du récepteur

(Première partie)

Jean-Paul YONNET

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

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

La carte « Dérivaudio » s'intercale entre la prise BF du récepteur (prise écouteurs) et le décodeur de trames « DECTRA – 4 lignes ». Ce montage effectue la dérivation du signal audio, en particulier des pics dus à la modulation PSK. En détectant les doubles pics ainsi générés, le montage reconstitue le signal modulant en créneaux, qui est ensuite traité par le décodeur de trames « DECTRA – 4 lignes ».

Ce montage est une alternative à la connexion sur la prise « discriminateur » du récepteur. Les tests de fiabilité de décodage et de sensibilité ont montré le très bon fonctionnement de ce système.

## La connexion du décodeur au récepteur

Aujourd'hui, pour que le décodage des trames 406 fonctionne correctement, la seule solution fiable consiste à utiliser le signal direct à la sortie du démodulateur FM, à l'intérieur du récepteur. C'est la sortie dite « discriminateur ». Les récepteurs déjà équipés sont peu nombreux. Pour les récepteurs non équipés, il faut ajouter cette sortie. Pour cela il faut ouvrir le récepteur, le modifier et ajouter une prise Jack supplémentaire [1].



Photo 1 : Système autonome de réception et décodage des trames des balises 406

Le décodeur de trames 406 de la Photo 1 est relié à un récepteur AOR AR8000. Le récepteur a été modifié pour lui ajouter une prise « Discriminateur » qui sort par un Jack 2,5 mm sur la face supérieure (à côté du volume). Le système « récepteur + décodeur » est entièrement autonome : le récepteur fonctionne grâce à ses 4 accumulateurs R6, et le décodeur est équipé d'un accumulateur 9V. L'ensemble est très facilement transportable ; il permet de décoder partout les trames 406 MHz.

Le grand rêve de beaucoup de radioamateurs, c'est d'utiliser n'importe quel récepteur sans avoir à le modifier. La prise « écouteur » est toujours disponible sur les récepteurs ou sur les émetteurs-récepteurs, par un Jack 3,5 pour pouvoir écouter avec un casque. En pratique, la connexion directe du décodeur sur la prise écouteur peut arriver à fonctionner, mais cette configuration pose de gros problèmes de sensibilité et surtout de fiabilité.

Les récepteurs sont conçus pour restituer le mieux possible la phonie. A l'intérieur, les signaux reçus sont filtrés et corrigés pour que le son restitué dans un petit haut-parleur soit aussi fidèle que possible. Tout ce traitement est catastrophique pour les signaux numériques. La modulation PSK démodulée en FM donne une série de pics, alternativement positifs et négatifs. En terme de fréquences, les signaux numériques à 400 bauds des balises 406 contiennent les fréquences fondamentales à 400 Hz et 800 Hz, et de très nombreux harmoniques dont l'amplitude reste notable jusqu'à 10 kHz. Le passage de ces signaux dans les filtres et les correcteurs du récepteur les déforme complètement, et ils deviennent très difficiles à décoder dans les signaux audio.

Nous avons fait de nombreux essais pour mettre au point un système de liaison fiable et efficace entre le décodeur et le récepteur en utilisant la prise « écouteur ». Nous avons cherché à reconstituer un signal exploitable à partir de la sortie « écouteur ». Nous avons testé différentes solutions et nous sommes finalement arrivés à un montage relativement simple, entièrement analogique, qui permet de retrouver le signal modulant dans le signal audio.

Nous avons appelé ce montage « **Dérivaudio** » car il réalise la fonction mathématique de Dérivation du signal audio provenant de la prise écouteur. Il se présente sous la forme d'une petite carte électronique qui s'intercale entre la prise écouteur du récepteur et le décodeur. Cette carte peut aussi être intégrée dans le décodeur de trames 406. Le montage a été mis au point et testé avec les **décodeurs de trames 406 de type « DECTRA – 4 lignes »** [2] et avec des récepteurs portables large bande comme le YUPITERU 7100 et l'AOR AR8000. Comme le traitement interne des signaux BF est assez proche dans la plupart des récepteurs ou émetteurs – récepteurs portables, la carte « Dérivaudio » est directement utilisable avec de nombreux types de récepteur. Seule exception, dans les récepteurs de type SDR (comme les Baofeng – circuit RDA 1846), le traitement des signaux est très différent et la carte « Dérivaudio » ne fonctionne que de façon très aléatoire, et on ne peut pas non plus leur ajouter une sortie « discriminateur ».

Bilan : avec la carte « Dérivaudio », il n'est plus nécessaire de modifier les récepteurs et de monter la fameuse sortie « discriminateur ». Le fonctionnement de la chaîne de « réception – décodage » est excellent, à la fois pour la fiabilité de décodage que pour la sensibilité.

## Le fonctionnement de la modulation et de la démodulation

La modulation des balises est du type PSK (Phase Shift Keying). La phase saute entre  $\pm 1,1$  radian ( $60^\circ$ ) en fonction des transitions entre les « 1 » et les « 0 » (Figure 1). A la vitesse de transmission de 400 bauds, le signal modulant est constitué par des créneaux de 1,25 ms ou 2,5 ms de largeur. Les trames sont constituées de 112 bits (trames courtes) ou 144 bits (trames longues).

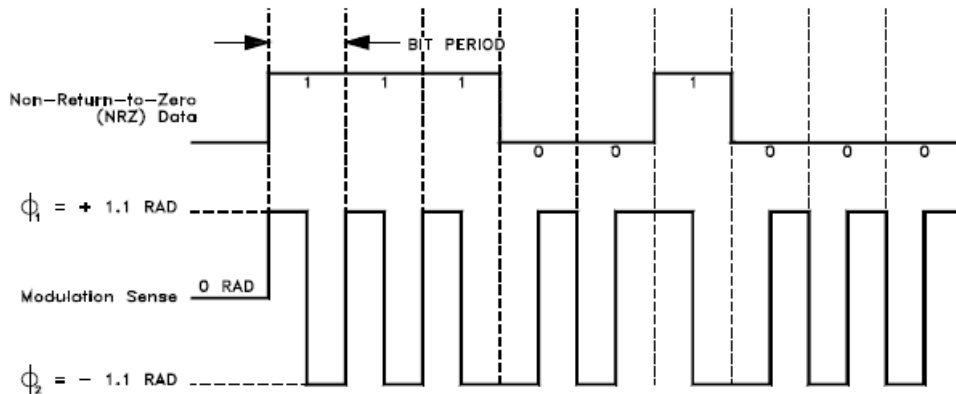


Figure 1 : Signal modulant des balises 406 (doc. Cospas-Sarsat)

La plupart des systèmes PSK utilisent une variation de phase de  $\pm 90^\circ$ , c'est-à-dire que la phase subit des sauts de  $180^\circ$  (BPSK) (Figure 2). Le modulateur est relativement simple à réaliser. Pour les balises de détresse, la variation de phase non conventionnelle de  $120^\circ$  ( $\pm 60^\circ$ ) donne une excursion en fréquence plus réduite.

Cette modulation produit des sauts brusques de phase aux instants des fronts montants ou descendants du signal modulant.

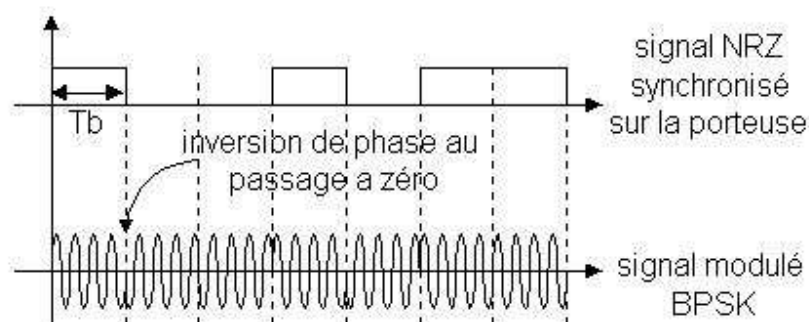


Figure 2 : Saut de phase de la modulation PSK (cas du BPSK – Sce Ph Dondon, ENSEIRB)

En démodulant les signaux reçus en FM, les brusques changements de phase vont se traduire par des pics alternativement positifs et négatifs. Ces pics sont espacés de 1,25 ms ou 2,5 ms. La Figure 3 montre les signaux en sortie du démodulateur du récepteur. Les pics positifs correspondent aux fronts montants et les pics négatifs correspondent aux fronts descendants des créneaux.

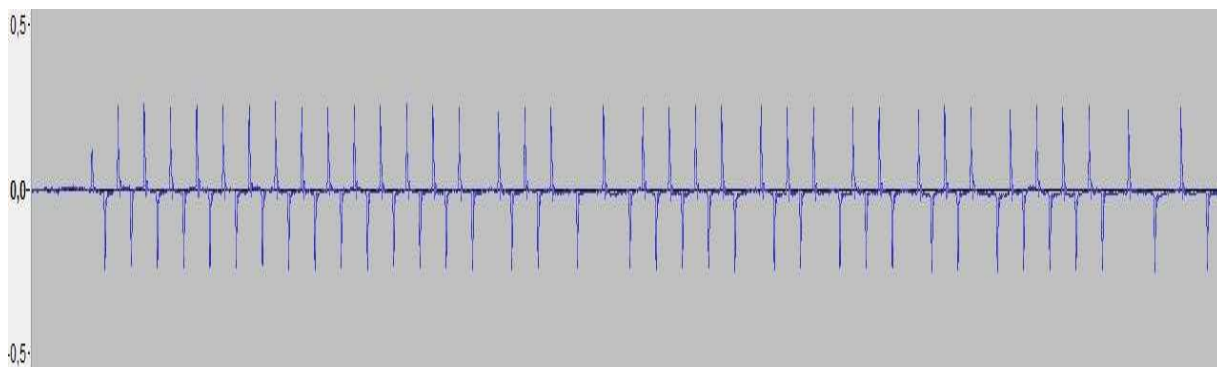


Figure 3 : Enregistrement du début d'une trame 406 avec Audacity (sortie Discriminateur)

Pour décoder cette série de pics, à l'entrée du décodeur de trames « DECTRA – 4 lignes » on trouve deux étages successifs de traitement du signal. Le premier étage amplifie les signaux avec un filtre passe-bas pour limiter les fréquences élevées. Le second reconstitue les créneaux du signal modulant grâce à un seuil qui fait basculer la sortie. A l'entrée du PIC 18F2685, le signal en créneaux est le même que celui du signal modulant (Figure 1).

#### A la sortie « écouteur » du récepteur

Le récepteur n'altère pas trop la modulation des signaux jusqu'à leur démodulation. Ensuite ça se corse beaucoup parce que nos récepteurs sont faits pour restituer la parole. En phonie, la bande passante utilisée est 300 – 3000 Hz. En deçà et au-delà tout est coupé. De plus pour restituer correctement l'équilibre des fréquences du son transmis en passant par un petit haut-parleur de 3 à 4 cm de diamètre, les fréquences graves sont accentuées. Le résultat, c'est une déformation importante des signaux. La figure 4 montre exactement la même trame que la Figure 3 (début d'une trame 406) enregistrée sur la prise écouteur. On voit clairement les déformations des signaux. La fréquence de 400 Hz est trop amplifiée, et surtout les signaux correspondant aux intervalles longs entre 2 pics (2,5 ms) sont très déformés.

La Photo 2 montre les mêmes signaux visualisés à l'oscilloscope pour un récepteur AOR AR 8000. La courbe du haut montre la sortie « discriminateur » ; les pics ont une amplitude d'environ 160 à 200 mV. La sortie « prise écouteur » est présentée sur la courbe du bas ; les signaux atteignent 2V crête (volume au maximum). La série de pics est devenue un signal vaguement sinusoïdal avec des pointes correspondant aux pics d'origine.



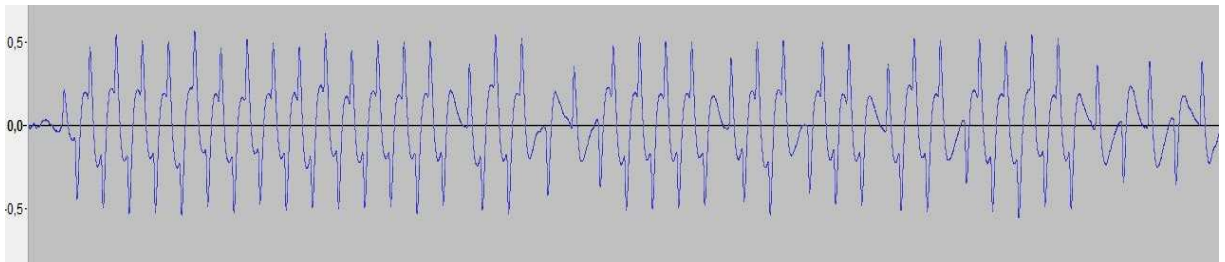


Figure 4 : Enregistrement sur la sortie Haut-Parleur avec Audacity

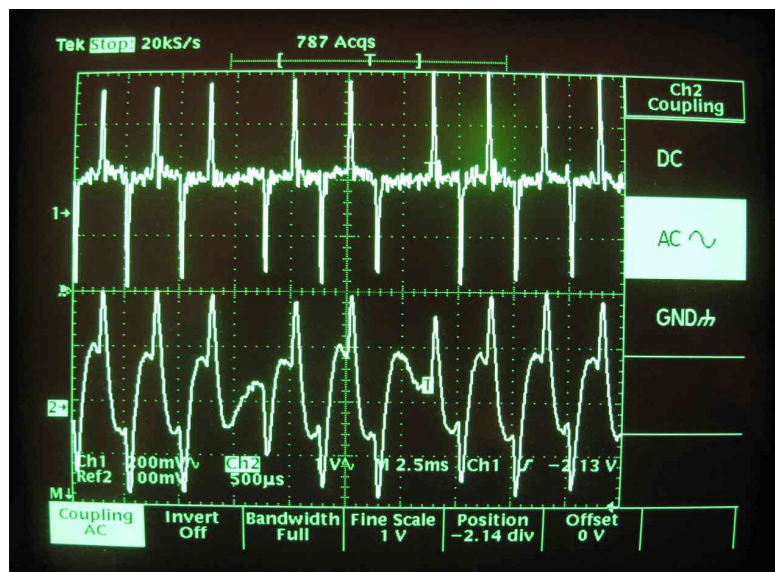


Photo 2 : Visualisation à l'oscilloscope des signaux lors de la réception d'une trame (récepteur AOR AR 8000)

En haut : sortie « discriminateur », les pics ont une amplitude d'environ 160 à 200 mV.  
 En bas : sortie « prise écouteur », les signaux atteignent 2V crête (volume au maximum).

Si on essaie de décoder directement à partir des signaux audio, l'amplitude des signaux est fonction du réglage du potentiomètre de volume. Le décodage dépend de l'amplitude du signal par rapport au seuil du décodeur. La Figure 5 montre ce qui se passe, en prenant comme exemple la fin de la courbe de la Figure 4.

- Si le niveau du volume est trop faible (seuil en rouge), on ne voit que les pics correspondant aux intervalles de 1,25 ms et les pics espacés de 2,5 ms ne sont pas pris en compte : le décodage ne peut pas fonctionner.
- Si le niveau du volume est trop élevé (seuil en jaune), les rebonds du signal empêche de décoder correctement la trame.
- Mais il existe un réglage de volume (seuil en vert) pour lequel le décodage peut fonctionner. Il faut que les signaux reçus soient suffisamment forts et ajuster le potentiomètre de niveau correctement. Ca arrive à fonctionner de temps en temps, mais avec une sensibilité réduite et une fiabilité très aléatoire.

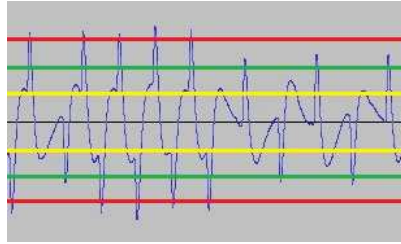


Figure 5 : Comparaison de l'amplitude de la sortie « écouteur » (réglable avec le volume) avec le seuil de basculement

En comparaison, le fait de fonctionner avec la sortie « discriminateur » rend le décodage beaucoup plus sensible et nettement plus fiable. Le niveau de la sortie « discriminateur » est constant et non ajustable (Figure 3). Dès que la série de pics apparaît en sortie du démodulateur, le décodage fonctionne avec une grande fiabilité.

En conclusion, le décodage direct du son est possible, mais il ne fonctionne que lorsque les signaux sont correctement ajustés. Le réglage du volume est extrêmement critique, ce qui limite beaucoup la fiabilité de ce mode de décodage.

### La correction des signaux audio

La première approche a consisté à essayer de corriger les signaux audio.

Pour comprendre ce qui se passe, nous avons analysé les signaux reçus. Les pics de la modulation sur la sortie « discriminateur » sont très riches en harmoniques, jusqu'à des fréquences très élevées (Figure 6). Quand on décompose un front raide, on obtient des harmoniques impairs dont l'amplitude décroît en  $1/n$ , c'est-à-dire assez lentement.

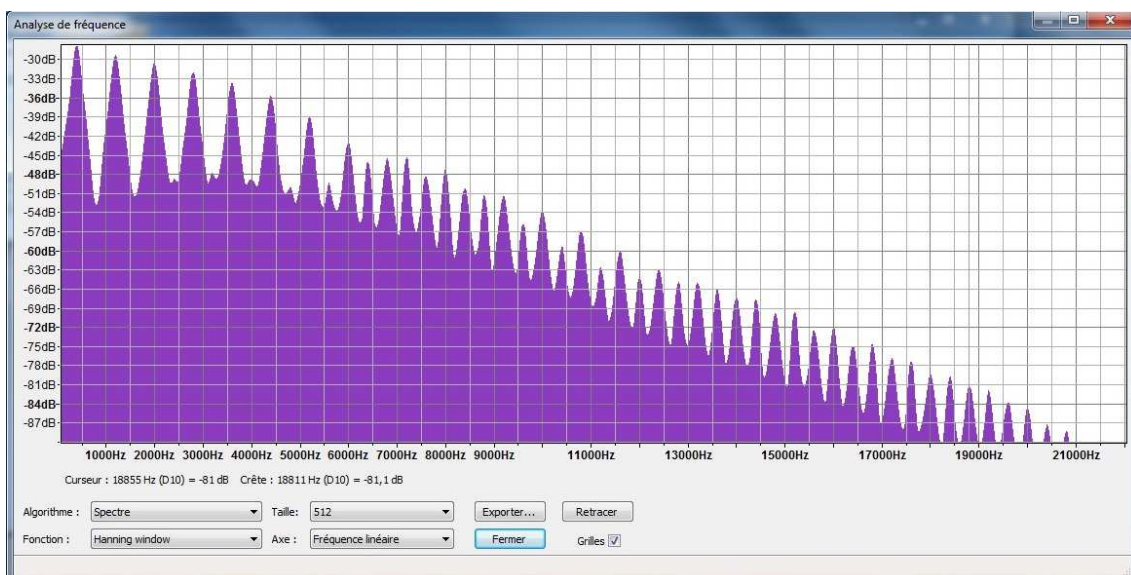


Figure 6 : Analyse fréquentielle du signal de la trame sur la sortie « discriminateur »

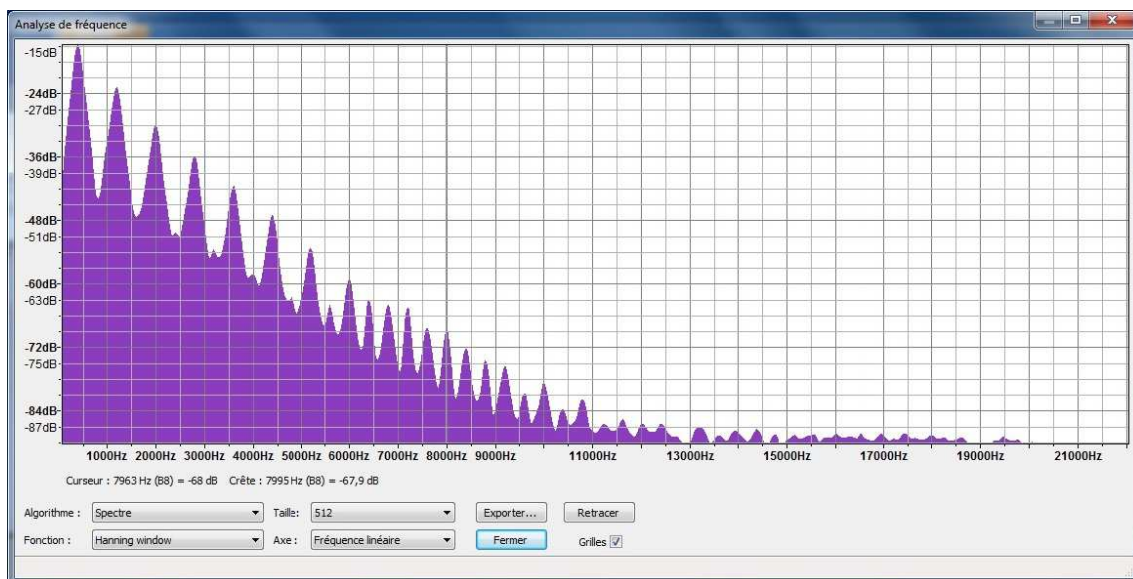


Figure 7 : Analyse fréquentielle du signal de la trame sur la sortie « écouteur »

La même analyse avec les signaux de la sortie « écouteur » montre les déformations importantes (Figure 7). Tous les harmoniques de rang élevé ont été écrasés. En se référant au niveau à 2 kHz, la fréquence de 400 Hz a été remontée de 15 dB. Globalement, les basses fréquences ont été amplifiées par 20 dB/décade, et les fréquences élevées (au-delà de 2 kHz) ont été atténuées par 40 dB/décade.

Nous avons calculé des filtres pour compenser les déformations et essayer de recréer la modulation d'origine. Nous avons essayé d'effectuer le traitement du signal inverse de celui du récepteur. Les fréquences allant jusqu'à quelques kilohertz ont été remises à leur amplitude et phase d'origine dans la mesure du possible. Mais les fréquences trop élevées étaient perdues : trop tard pour elles ...

### La dérivation du signal audio

Après avoir testé différentes solutions, nous avons mis au point un montage fonctionnant par dérivation du signal audio.

On voit sur la Photo 2 que les pics de la modulation PSK apparaissent toujours dans le signal audio. Par dérivation de ce signal audio, les pics qui ont une pente de montée et de descente très élevée vont générer deux pics alternés (la fonction mathématique « dérivée » du pic), qui ont une amplitude nettement supérieure au reste du signal. Ces doubles pics vont permettre de reconstituer le signal de la modulation en créneaux (Photo 3). Comme le décodeur « DECTRA – 4 lignes » fonctionne aussi bien avec les signaux en créneaux qu'avec les signaux en pics alternés (sortie discriminateur) en entrée, il décode très bien les signaux issus du module « Dérivaudio ». Le réglage du potentiomètre d'entrée du décodeur n'a pas d'importance tant qu'il n'est pas à zéro.

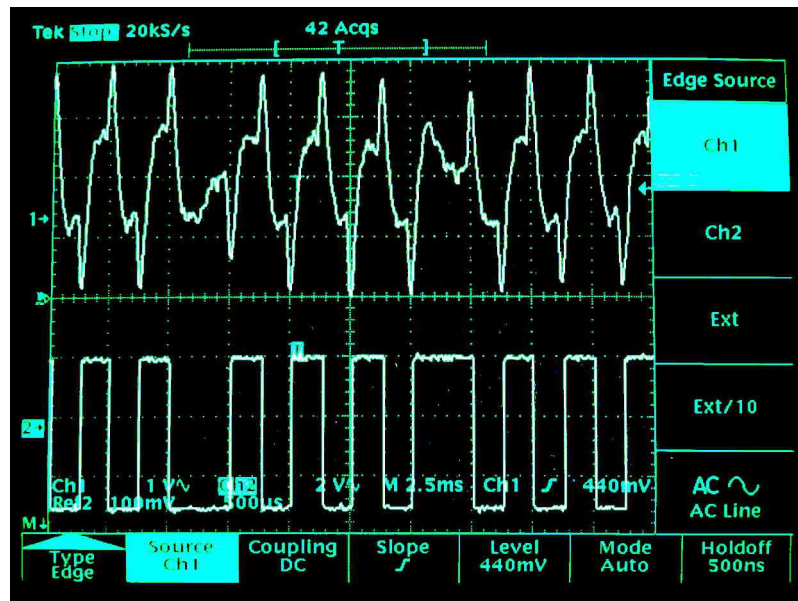


Photo 3 : Visualisation à l'oscilloscope des signaux lors de la réception d'une trame (récepteur AOR AR 8000)

En haut : signal de la prise écouteur à l'entrée de la carte « Dérivaudio ».

En bas : sortie en créneaux de la carte « Dérivaudio » qui reproduit la modulation d'origine.

La Photo 4 montre un des premiers prototypes de ce montage. Le montage est réalisé autour d'un quadruple amplificateur opérationnel de type TLC 2274. La carte finale est assez simple, mais il faut bien respecter les valeurs de composants.

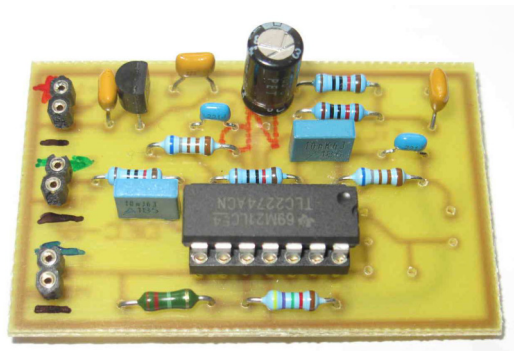


Photo 4 : Un des premiers prototypes de la carte « Dérivaudio ». Le montage est construit autour d'un quadruple amplificateur opérationnel TLC 2274

### Synthèse de cette première partie

Avec la carte « Dérivaudio », on utilise directement le signal disponible sur la prise écouteur du récepteur de trames 406. Il n'est plus nécessaire de modifier les récepteurs et de monter la prise « discriminateur ». Il faut intercaler la carte « Dérivaudio » entre le récepteur et le décodeur « DECTRA – 4 lignes ».

Le montage effectue la dérivation du signal audio. Cela génère des doubles pics qui permettent de reconstruire le signal modulant en créneaux.

Les essais ont été réalisés pour le moment avec des récepteurs large bande portable AR 8000 et MVT 7100 avec la même carte « Dérivaudio ». La fiabilité du décodage et la sensibilité sont excellentes, comparables aux résultats obtenus avec la sortie « discriminateur ». Seul point à noter : avec un IC-Q7 il a fallu augmenter la valeur de la résistance qui détermine le seuil de détection des pics, mais le résultat est tout aussi bon. Quant aux récepteurs SDR comme les Baofeng, on ne peut pas leur ajouter une sortie « discriminateur » et ils ne sont pas compatibles non plus avec la carte « Dérivaudio ».

Le fonctionnement et les résultats seront développés dans la deuxième partie.

### Références

[1] Quel récepteur faut-il utiliser pour pouvoir décoder les trames des balises 406 MHz ?

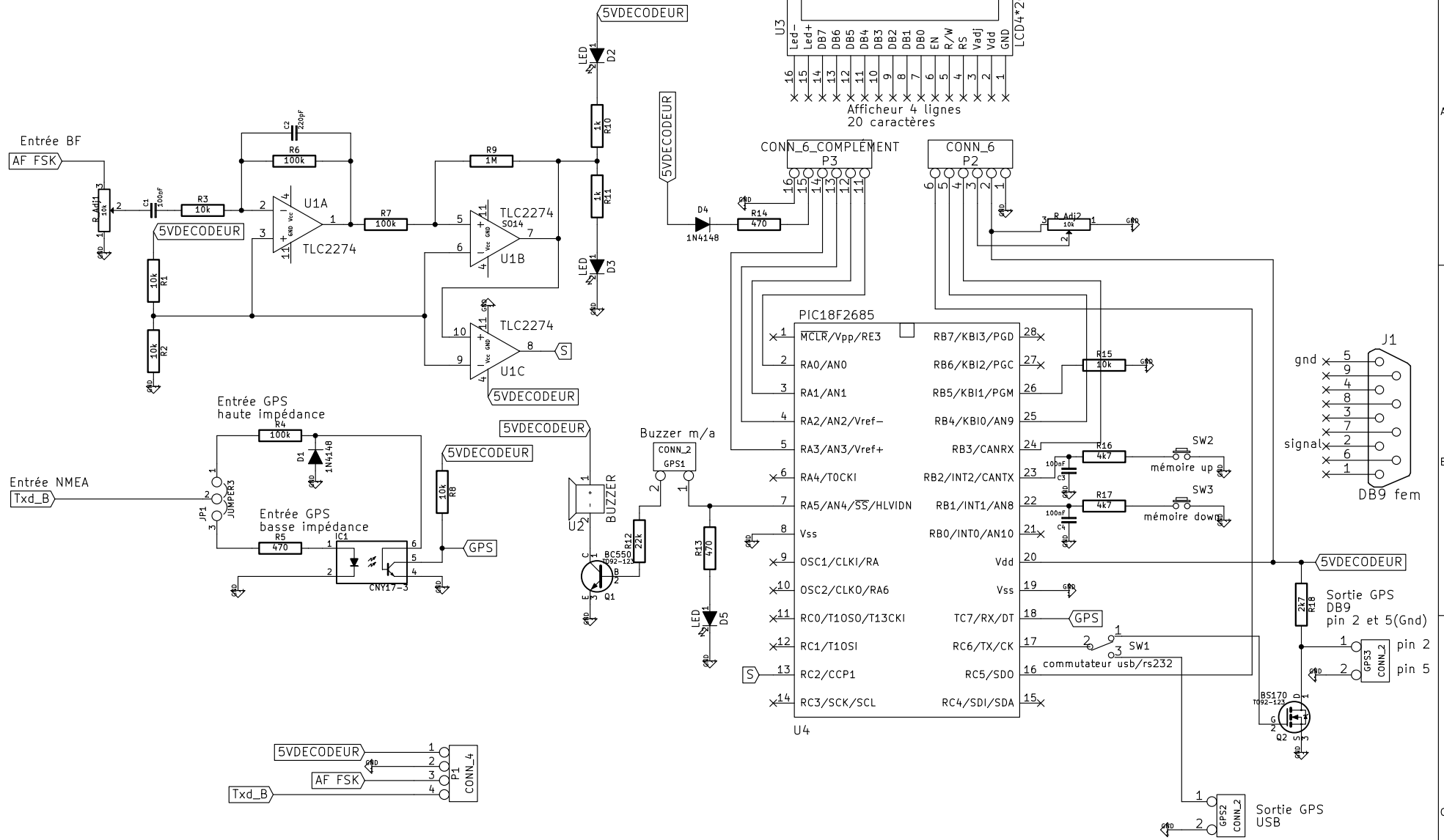
<http://f1lvt.com/files/328-RX-pour-406-V2.151.pdf>

[2] Décodeur « DECTRA – 4 lignes »

<http://f1lvt.com/files/333-CarteDECTRA-V6P1.179.pdf>

<http://f1lvt.com/files/334b-ConstructionDECTRA2274-V7P2.183.pdf>

# Decodeur DECTRA de F1LVT



<b>ADRASEC 29</b>		
File: décodeur.sch		
Sheet: /		
<b>Title: Decodeur DECTRA de F1LVT</b>		
Size: A4	Date: 3 may 2018	Rev: F5LEB
KiCad E.D.A. eschema (2013-07-07 BZR 4022)-stable		Id: 1/1

décodeur.lst

eeschema (2013-07-07 BZR 4022)-stable >> Creation date: 10/08/2018 10:03:05

#Cmp ( ordre = Référence )

C1	100nF
C2	220pF
C3	100nF
C4	100nF
D1	1N4148
D2	LED
D3	LED
D4	1N4148
D5	LED
GPS1	CONN_2
GPS2	CONN_2
GPS3	CONN_2
IC1	CNY17-3
J1	DB9 fem
JP1	JUMPER3
P1	CONN_4
P2	CONN_6
P3	CONN_6_COMPLÉMENT
Q1	BC550
Q2	BS170
R1	10k
R2	10k
R3	10k
R4	100k
R5	470
R6	100k
R7	100k
R8	10k
R9	1M
R10	1k
R11	1k
R12	22k
R13	470
R14	470
R15	10k
R16	4k7
R17	4k7
R18	2k7
R_Adj1	10k
R_Adj2	10k
SW1	commutateur usb/rs232
SW2	mémoire up
SW3	mémoire down
U1	TLC2274
U2	BUZZER
U3	LCD4*20
U4	PIC18F2685

#End Cmp

#Cmp ( ordre = Valeur )

décodeur.lst

```
| 220pF      C2
| 100nF      C1
| 100nF      C3
| 100nF      C4
| 1N4148     D1
| LED        D2
| LED        D3
| 1N4148     D4
| LED        D5
| CONN_2     GPS1
| CONN_2     GPS2
| CONN_2     GPS3
| CNY17-3    IC1
| DB9 fem    J1
| JUMPER3    JP1
| CONN_4     P1
| CONN_6     P2
| CONN_6_COMPLÉMENT P3
| BC550      Q1
| BS170      Q2
| 470        R5
| 470        R13
| 470        R14
| 1k         R10
| 1k         R11
| 2k7       R18
| 4k7       R16
| 4k7       R17
| 10k       R8
| 10k       R_Adj1
| 10k       R_Adj2
| 10k       R1
| 10k       R2
| 10k       R3
| 10k       R15
| 22k       R12
| 100k      R4
| 100k      R6
| 100k      R7
| 1M        R9
| commutateur usb/rs232 SW1
| mémoire up SW2
| mémoire down SW3
| TLC2274   U1
| BUZZER    U2
| LCD4*20   U3
| PIC18F2685 U4
#End Cmp

#End List
```





