

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

(Partie 1 / 2)

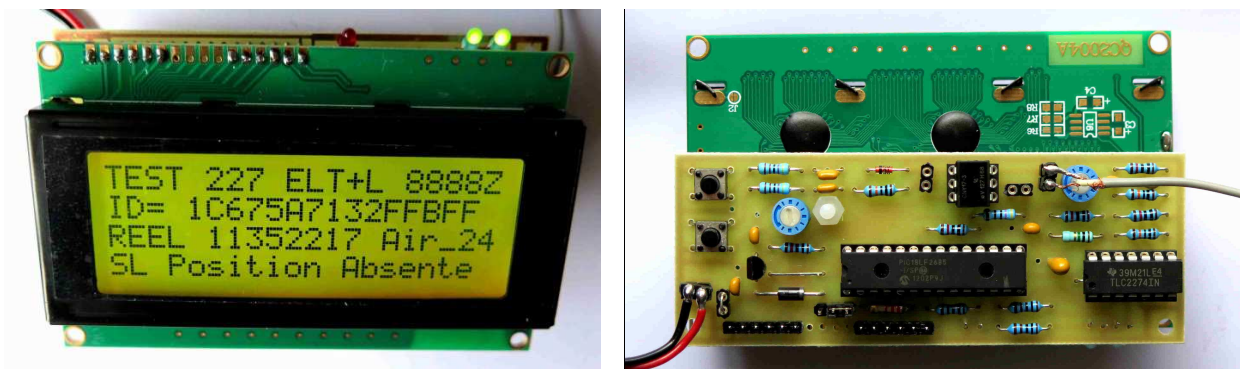
Jean-Paul YONNET  
F1LVT / ADRASEC 38  
[F1LVT@yahoo.fr](mailto:F1LVT@yahoo.fr)  
[www.F1LVT.com](http://www.F1LVT.com)

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.

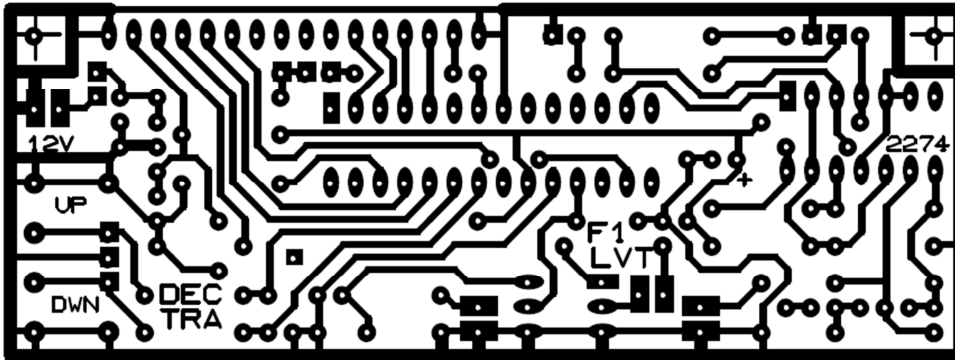


Figure 1 : Circuit Imprimé DECTRA (coté pistes)

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).

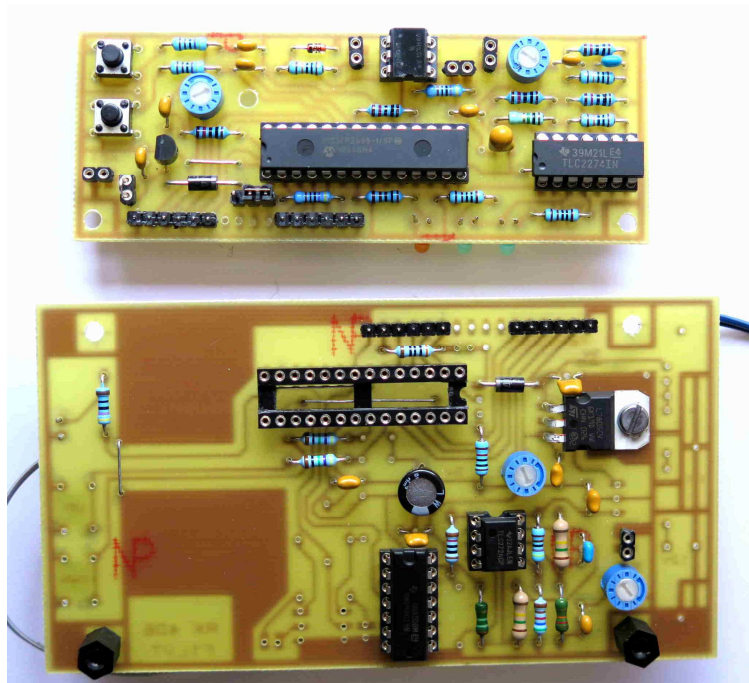


Photo 3 : Comparaison de la taille de la carte DECTRA (en haut) avec celle de la carte d'origine (carte du bas, partiellement câblée)

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.

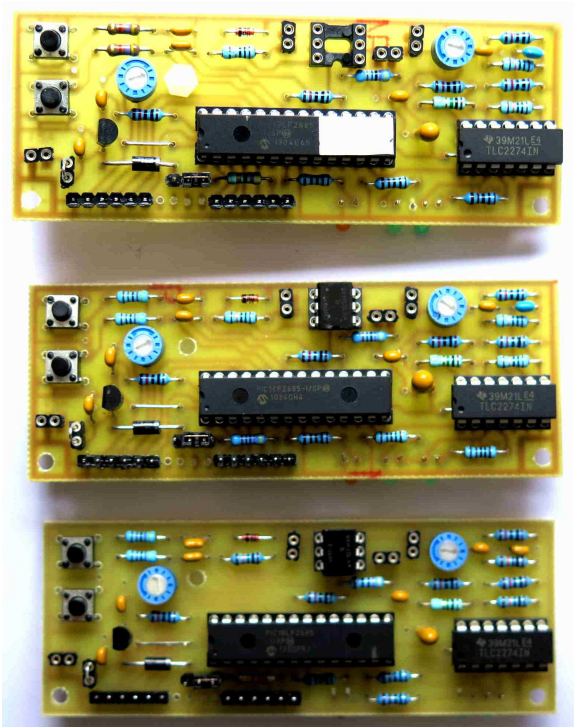


Photo 4 : Trois prototypes successifs de la carte DECTRA

### 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.

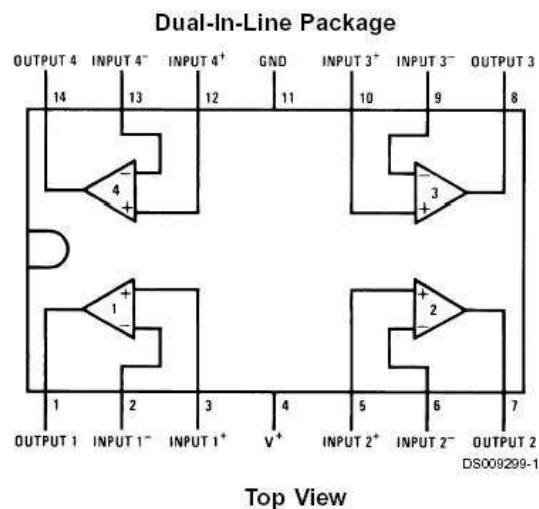


Figure 2 : Brochage du TLC2274 (brochage très classique pour un quadruple ampli op. )

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.

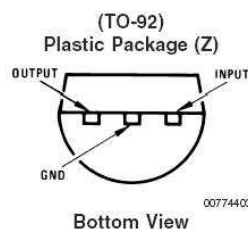


Figure 3 : Brochage du 78L05, régulateur 5V 100 mA

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 µF, ou bien condensateur tantale de 10 µF.

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 kΩ, ce qui réduit la consommation de l'éclairage à moins de 5 mA.

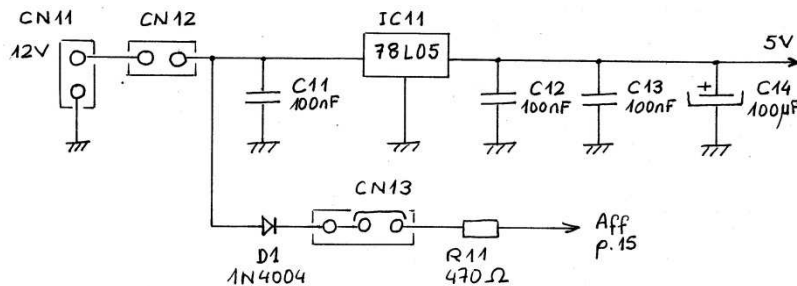


Figure 4 : Schéma de la partie alimentation

#### Liste des composants de l'alimentation

R11	470Ω	A adapter en fonction de l'éclairage souhaité : de 470Ω à 2,2 kΩ
C11	100 nF	
C12	100 nF	
C13	100 nF	
C14	10 µF à 100 µF	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.

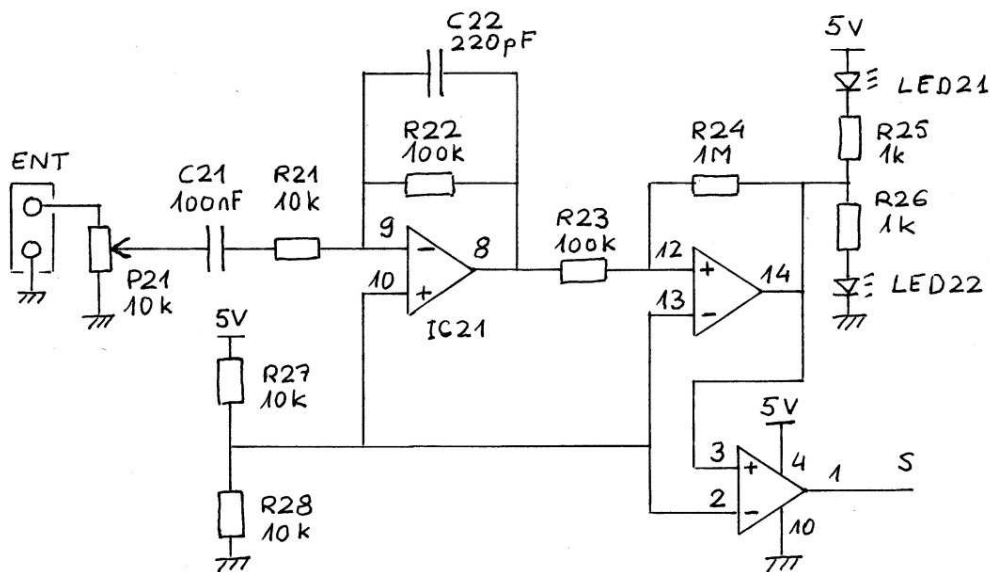


Figure 5 : Schéma du circuit d'entrée

### 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.

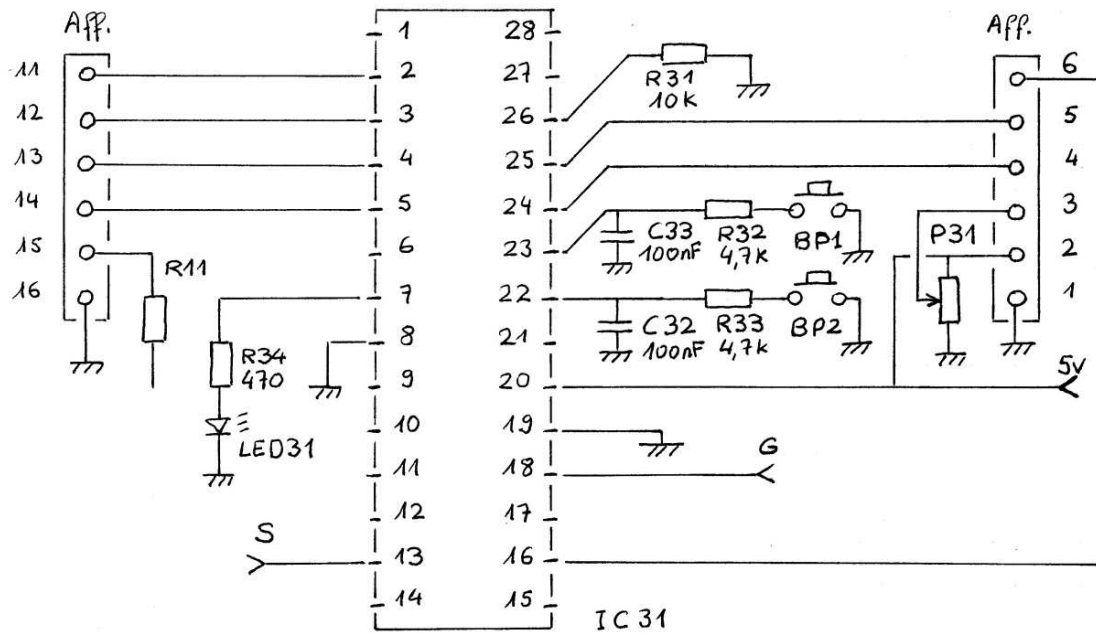


Figure 6 : Schéma de la partie PIC

#### 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.

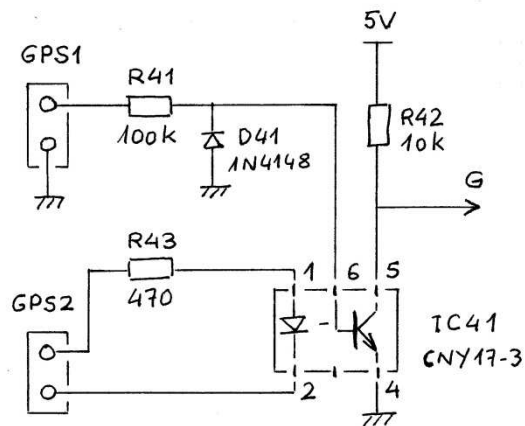


Figure 7 : Schéma de l'entrée GPS

#### 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>