

## ***Introduction***

Je reprends mes descriptions d'antennes discrètes, après un break dû à de multiples raisons.

Dans la mesure du possible, je me suis attaché à expérimenter, (et non pas recopier) les suggestions recueillies ici ou là.

Et deux événements importants m'ont conduit à revoir le plan d'essais initialement prévu :

Tout d'abord l'envahissement des fréquences par les parasites provenant des boîtiers CPL (courants porteurs en ligne).

Commodés d'emploi, économiques, ils ont le défaut majeur de polluer le spectre radio, notamment sur les bandes décamétriques.

Pour plus de détails, trois sources très bien documentées sont à consulter (mots clés en caractères gras) :

- le site du **REF-UNION CPL**
- la série d'articles de **F2MM**
- le **portail** de **Frédéric Jacquenod**.

A signaler les sites très nombreux des fournisseurs, sans oublier l'article paru très récemment dans La Voix du Nord.

Le sujet est plus que jamais d'actualité : la Commission Européenne concocte un nouveau texte, qui ouvrira un boulevard à des gadgets aussi nombreux qu'incontrôlés.

Ensuite, un OM britannique vient de rééditer un ouvrage tout à fait passionnant :

« Stealth Antennas », par GOKYA. Disponible à la boutique du REF mais petite difficulté: il est écrit dans la langue du chat qui expire. Je vous en traduirai les meilleures pages dans les prochains articles.

Dans ce numéro, je vous propose une idée fort ancienne, mais adaptée aux conditions actuelles : utiliser le réseau électrique comme antenne.

# **Antenne ERDF**

## 1 – DESCRIPTION

Je tiens la recette de mon grand-père : Dans les années 20, il branchait son poste à galène sur le « secteur », en intercalant un simple condensateur de quelques nanofarads.

Bien sûr, cela picotait parfois un peu quand on touchait aux fils, et l'audition était enjolivée par une ronflette due au 50 Hz.

Pour réaliser cette antenne de réception multibande, j'ai repris son idée en tenant compte de contraintes supplémentaires :

- Permettre la réception à partir de 1,8 Mhz et au dessus.
- Protéger l'opérateur contre tout choc électrique.
- Protéger le récepteur contre toute surtension qui mettrait à mal son étage d'entrée.
- Ne pas déclencher le disjoncteur différentiel présent dans (presque) tous les foyers : courant maximal de fuite 30 milliampères, moins dans certaines pièces.
- Laisser passer les signaux HF sans pertes excessives.

Mon choix s'est arrêté sur un filtre passe-haut du type RC à quatre cellules.

Un bref coup d'œil sur le schéma montre que ce dispositif convient parfaitement à la réception, mais aussi qu'il permet de passer en émission.

Techniquement, il n'y a aucun problème ; d'un point de vue réglementaire, la question est complexe et l'envahissement actuel du marché par des matériels CPL remet tout en question (voir annexe).

## 2 – POUR QUI ? POUR QUOI ?

Ce dispositif concerne en premier lieu ceux dont l'habitation est alimentée par des fils aériens.

Depuis une maison alimentée par des câbles souterrains, les résultats sont nettement moins bons, comme on pouvait s'y attendre.

Toutefois, le réseau domestique hors-sol permet de capter les stations les plus puissantes.

Le fonctionnement a été testé sur tout le décamétrique (plus exactement à partir du 160 mètres) ; en métrique et en décimétrique, le fonctionnement est garanti, mais je n'ai pas eu l'occasion d'y faire des comparaisons d'efficacité.

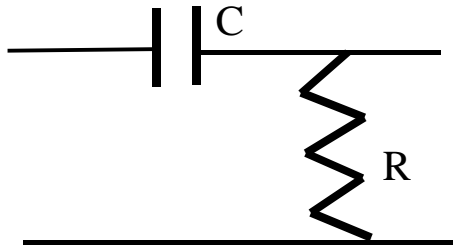
Avec des composants couramment disponibles, le dispositif supporte toutes les puissances habituellement utilisées par les radio-amateurs.

Le réseau ERDF permet d'obtenir des performances tout à fait honorables ; il n'égalera sans doute jamais une bonne Quad, mais il s'avère supérieur aux antennes fouet ou « boudin » du commerce.

Pour un coût dérisoire, vous disposez d'une antenne multibande, d'une discrétion exemplaire, et extrêmement compacte.

Antenne de secours, antenne de vacances (mais pas de randonnée !), ce serait dommage de vous en priver.

### 3 – UN PEU DE TECHNIQUE



Le cœur du système :

Tous ceux qui ont transpiré sur la F4 reconnaissent le filtre passe-haut (donc coupe -bas) du type RC.

Plutôt que de recopier un cours sur les filtres (que vous possédez déjà!) je suis parti des valeurs des composants dont je disposais pour vérifier si les caractéristiques obtenues restaient dans des limites raisonnables.

Ces valeurs ne sont pas critiques.

Elles ne sont qu'un ordre de grandeur, et peuvent varier largement suivant les disponibilités de vos fonds de tiroir ou de votre fournisseur habituel.

#### 3 – 1 Fréquence de coupure

Fréquence basse, à filtrer : 50 Hz

Fréquence haute, à laisser passer : 1,8 MHz = 1,8 EE8 Hz

Fréquence de coupure optimale :

En prenant la moyenne géométrique :  $F_c = \sqrt{50 \times 1,8 \text{ EE}6} \approx 9500 \text{ Hz}$  soit  $\omega = 59\,600 \text{ rad/s}$

A la fréquence de coupure  $\omega RC = 1$  d'où  $RC = 1,68 \text{ EE-}5$

Pour ma part je disposais de condensateurs de 4,7 pF et de résistances de 6,8 kΩ ce qui donne  $RC = 3,2 \text{ EE-}5$ , valeur tout à fait admissible.

#### 3 – 2 Atténuation - choix du nombre de cellules

Le produit RC caractérise l'atténuation apportée par une cellule de filtrage.

En valeur absolue  $U_s / U_e = \omega RC$  avec  $\omega = 2\pi \cdot 50 = 314$

$U_s / U_e \approx 0,01$

Autrement dit, chaque cellule divise par 100 la tension qu'elle reçoit à l'entrée.

NB : les calculs portent sur une ligne ouverte ; les tensions sont donc des valeurs maximales, qui diminueront (très légèrement) lors du raccordement sur une charge résistante.

En opérant de proche en proche, il apparaît que trois cellules seraient acceptables ; pour un surcoût modique, la quatrième cellule procure un confort d'écoute parfait.

Entrée : 240 V - 50 Hz (France)

N° cellule	Bornes	Tension de sortie	Remarques
1	6 - 7	2,4 V = 2400 mV	Sécurité de l'opérateur assurée, mais tension destructrice pour l'étage d'entrée.
2	7 - 8	24 mV	Tension d'entrée encore trop élevée pour un récepteur
3	8 - 9	0,24 mV = 240 $\mu$ V	Pour comparaison, une station QRP rayonnant 10 W sur $\lambda = 10$ m, depuis une distance de 100 Km et reçue sur un dipôle demi-onde génère une tension au centre de 830 $\mu$ V.
4	9 - 10	2,4 $\mu$ V	La porteuse 50 Hz est devenue totalement imperceptible

### 3 - 3 Courant de fuite phase-terre

L'impédance d'entrée est essentiellement celle du premier condensateur.

$$Z_c = 1 / 6,28 CF \text{ (en valeur absolue) avec } C = 1,7EE-9 \text{ et } F = 50$$

$$Z_c \approx 678 \text{ k } \Omega$$

courant de fuite  $i(f) = 240 / 678 \text{ 000} \approx 0,35 \text{ mA}$  Valeur très inférieure au seuil de déclenchement du disjoncteur différentiel (30 mA maxi).

### 3 - 4 Montage des cellules

Les 4 cellules sont montées tête-bêche. Deux avantages :

- aucun risque de surtension accidentelle coté récepteur.
- simplification du câblage.

### 3 - 5 Phase ou neutre ?

Les essais en réception n'ont pas montré de différence sensible en prenant tour à tour le neutre ou la phase comme antenne.

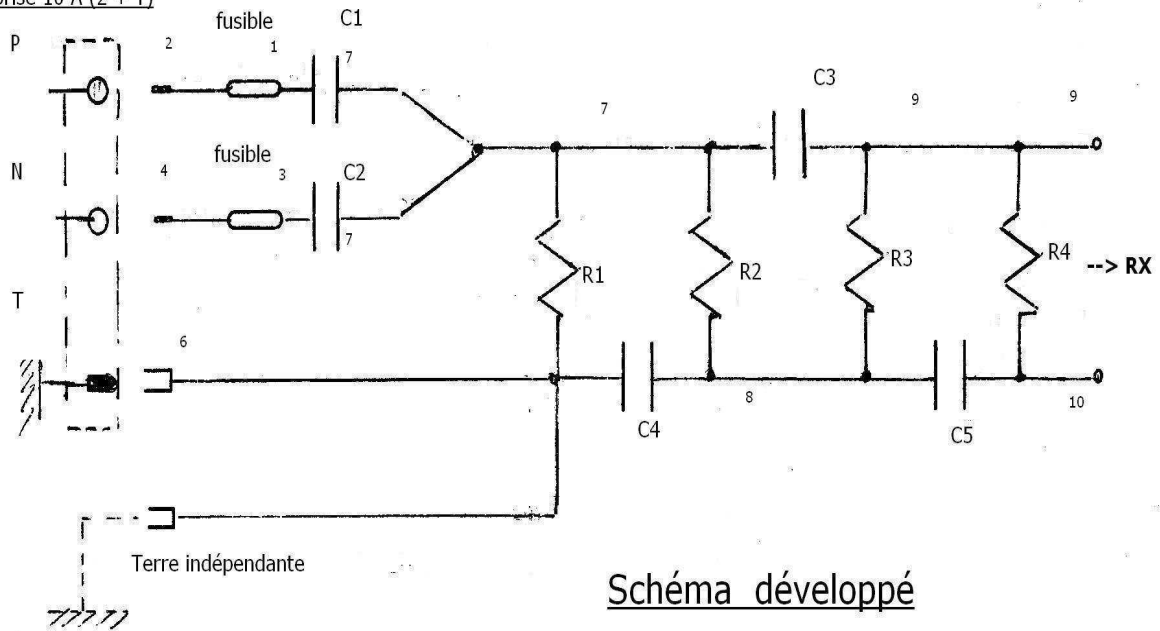
Pour faire face à toute éventualité, j'ai choisi le raccordement simultané sur les deux fils, en intercalant un condensateur sur chaque entrée.

### 3 - 6 Prise de terre indépendante

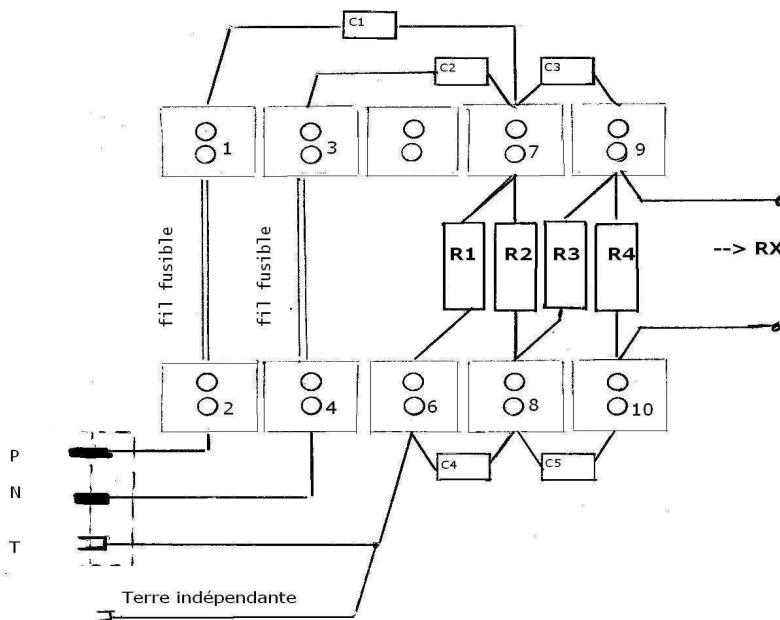
Dans les habitations anciennes, la terre - indispensable - n'est pas distribuée sur toutes les prises de courant.

Le raccordement se fera sur le réseau d'eau ou de chauffage (jamais sur le gaz !).

prise 16 A (2 + T)



#### 4 - REALISATION PRATIQUE ET TOURS DE MAIN



**Schéma de câblage**

Les numéros des bornes renvoient aux repères du circuit développé

### 3 – 3 Nomenclature

4 condensateurs 4700 pF tension mini 400 V (de préférence avec pattes longues)

4 résistances 6,8 k $\Omega$  2 W

2 barrettes « domino » d'électricien

1 prise électrique type 16A (N + P + T) et son cordon

10 cm coaxial et prise PL

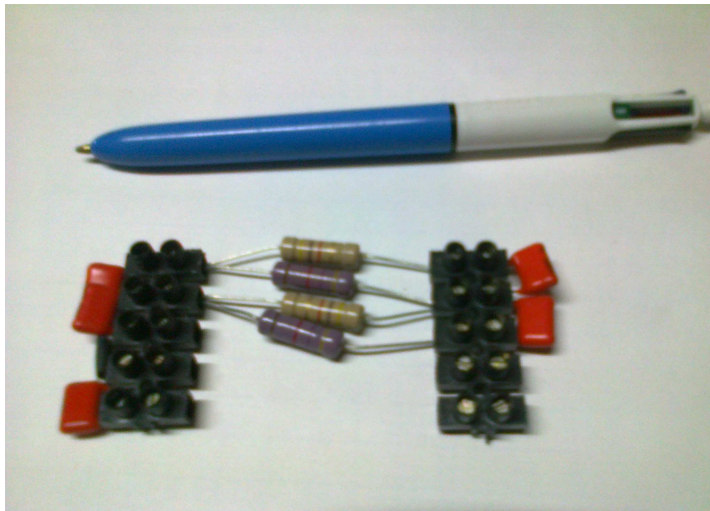
1 prise de châssis (pour fiche banane)

2 fusibles, ou fil fusible (5 A)

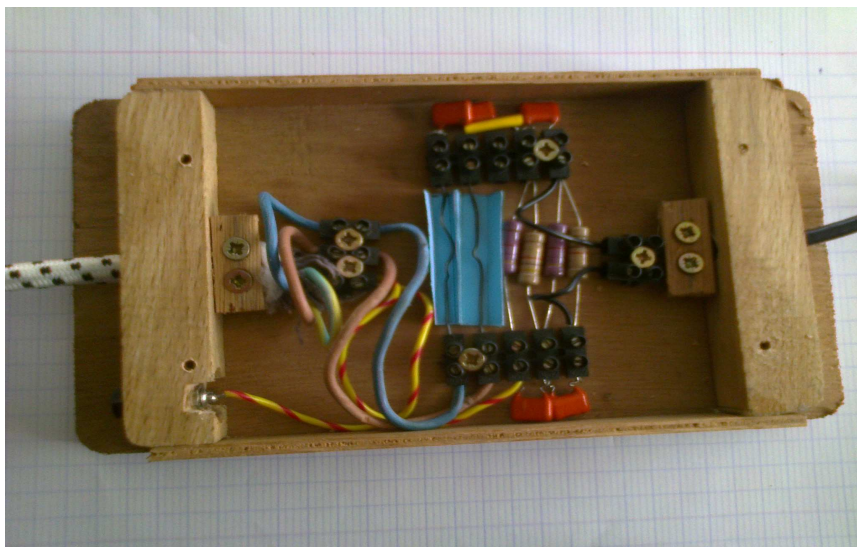
Budget : environ 10 €

Réalisation: très facile. A l'exception de la prise PL, aucune soudure.

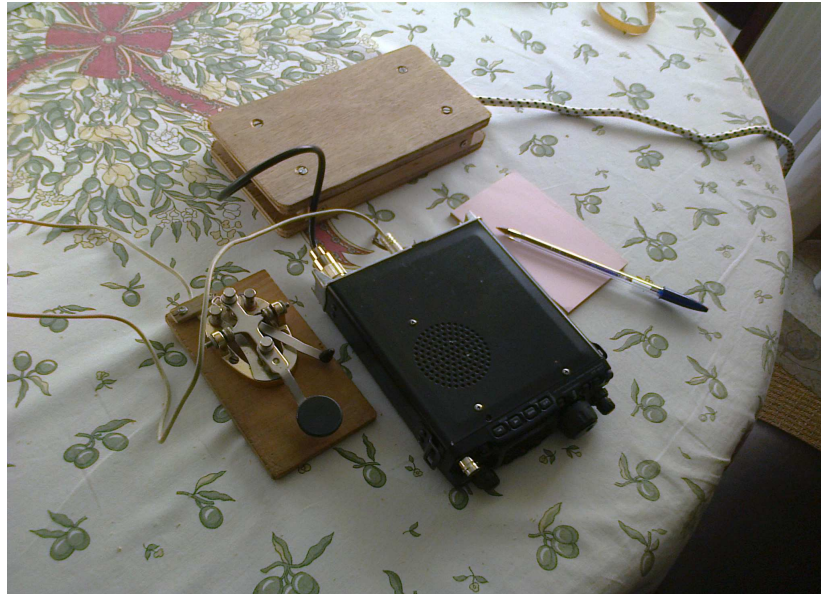
Composants vissés sur dominos : seul le tournevis est nécessaire.



Le cœur du système



Boîtier câblé, capot ouvert



Prêt à l'emploi.

La boîte d'accord est facultative en réception (SWL) mais indispensable en émission.

#### 4 – Les essais

##### 4 – 1 En réception :

Les essais ont été menés depuis une maison individuelle, reliée au réseau électrique par des conducteurs aériens :

- aucune bruit de fond du au 50 Hz
- aucune surtension gênante ou dangereuse
- les signaux reçus sur différentes bandes sont du même ordre de grandeur que ceux recueillis sur un dipôle 2 X 10 m. Au bar-graph, la perte n'excède jamais deux points S. Dans quelques cas, le signal est légèrement meilleur sur l'antenne ERDF. Cela provient vraisemblablement des différences de directivité de l'une et de l'autre

Au total, une bonne surprise.

##### 4 – 2 Analyseur d'antenne :

- Les mesures ont été effectuées avec un MFJ 259 B
- Le ROS varie entre 1/1 et 4/1 ; il dépasse rarement 5/1
- La réactance X est tantôt réactive, tantôt capacitive et dépasse rarement 300 ohms.
- La résistance R (résistance de rayonnement et pertes ohmiques) varie entre 6 et 200 ohms.
- Ces valeurs sont sujettes à de brusques mais petites variations, vraisemblablement provoquées par la mise en service ou l'arrêt des moteurs, lampes... des différents abonnés.
- Les valeurs de R et de X ne s'ordonnent pas de façon significative comme on pourrait l'observer sur une antenne classique.

Ces valeurs sont bien entendu spécifiques à une habitation donnée et doivent être refaites au cas par cas.

## CONCLUSIONS :

Le réseau électrique se comporte comme un faisceau d'antennes long-fil branchées en parallèle, dont les diagrammes de rayonnement se superposent de façon plus ou moins aléatoire.

Les valeurs modérées de la réactance et de la résistance permettent d'obtenir une adaptation correcte à partir de n'importe quelle boîte d'accord.

### **4 - 3 En émission :**

Ce dispositif a été brièvement testé, hors du territoire français.

Un QSO a été réussi sur 600 Km avec une puissance de 15 Watts, en PSK 31.

Dans le même temps, les autres messages s'affichaient nombreux et avec très peu de QRN.

En émission, il faut naturellement s'intéresser aux parasites et perturbations éventuels.

Incontestablement, à proximité de l'émetteur, les récepteurs TV tressautent un peu, mais ceci est l'inconvénient de toutes les antennes type long-fil : Le rayonnement commence dès la sortie de la boîte d'accord, et de façon imparable.

La question demeure : l'antenne ERDF génère-t-elle plus de QRM qu'un long fil ordinaire ?

La brièveté de l'essai n'a pas permis d'effectuer une comparaison précise.

Seconde bonne surprise : les ordinateurs, alimentés sur secteur, et travaillant au voisinage immédiat de l'émetteur n'ont manifesté aucun dysfonctionnement, alors qu'ils sont parfois perturbés à proximité d'antennes traditionnelles alimentées par coaxial.

## 5 - CAMOUFLAGE ET SECURITE

Bien que le système soit entièrement statique, j'ai préféré prévoir deux fusibles.

Pour obtenir une compacité maximale, j'ai utilisé du fil fusible (5A) monté sur dominos ; une gouttière en carton sépare ces deux fusibles pour prévenir tout court-circuit.

Le seul risque envisageable est celui d'un arrachement du cordon ; ne pas hésiter à prévoir un robuste serre-fils à l'entrée du boîtier.

Lorsque l'appareil est sous tension, ne jamais dévisser le capot.

Le camouflage est parfait, que ce soit pour transporter le système, ou passer en écoute.

Il n'en va pas de même en émission ; toutefois si celle-ci (et certains parasites) sont évidemment détectables, la localisation de l'émetteur demeure difficile.



## annexe : La réglementation actuelle

Quelle est la situation réglementaire à ce jour (septembre 2012) ?

La question est d'actualité.

Alors que les radio-amateurs sont soumis à des conditions extrêmement restrictives, les liaisons domotiques par courants porteurs en ligne (CPL) ont transformé le réseau électrique en une gigantesque antenne. Les rayonnements émis, principalement dans les bandes décimétriques, polluent parfois lourdement la réception des signaux radio.

Utilisateurs	Réception	Emission	Observations
Radio-amateurs et assimilés	LIBRE	INTERDITE les rejets sur le réseau électrique doivent être inférieurs à 1 mV (rapportés à une impédance de 50 Ω) soit $2.10 \text{ EE-7 W} = 0,2 \mu \text{ W}$	Les CPL rayonnent des puissances bien supérieures à $0,2 \mu \text{ W}$ . La norme actuelle est appliquée de façon très laxiste : -la certification CE est apposée par le fabricant (auto-certification). -aucun contrôle n'est effectué par un laboratoire indépendant. -la norme est transgressée sans qu'aucune action ne soit engagée. -les voies de recours en justice sont totalement illusoire.
Particuliers utilisant des boîtiers CPL	LIBRE	AUTORISEE Norme actuelle : EN 55 022  En projet : EN 50561-1	

Depuis des années, le lobby des électriciens favorise l'invasion du marché par des produits non conformes ; **en pratique** ils ont rendu la norme EN 55 022 **caduque**.

Aujourd'hui, la commission européenne étudie un texte encore plus laxiste !

Les négociations engagées auprès des associations de radio-amateurs sont parfaitement hypocrites. Elles ne sont qu'un moyen de gagner du temps en jouant la carte du fait accompli : poursuivre l'installation massive des réseaux CPL de manière irréversible.

**De fait**, les équipements **CPL** bénéficieront d'une **totale déréglementation**.

Cet état des lieux nous amène à poser deux questions :

1 – POURQUOI EUX ET PAS NOUS ?

Les CPL ont été baptisés « cancer des ondes ».

Et si au contraire il s'agissait d'une aubaine pour les radio-amateurs ?

Prenons acte de cette libéralisation, et saisissons cette chance pour utiliser le réseau électrique comme antenne, en réception comme en émission.

2 – MAINTENANT OU PLUS TARD ?

Faut-il attendre l'enterrement officiel de la norme, ou bien expérimenter dès maintenant ?

Souvenons nous des cibistes qui prirent l'initiative de bousculer un peu les textes en vigueur, avant d'accéder enfin à une reconnaissance officielle.

Chacun réfléchira et agira selon sa conscience.