

Radio-Club de la Haute Île



F5KFF / F6KGL

Port de Plaisance

F-93330 Neuilly sur Marne

Le cours de F6KGL

présenté par F6GPX

Technique

Chapitre 4 - Première partie

Décibel et Circuits RC

Ce document a servi pour le cours enregistré le **06/04/2018**.

Ce document (*PDF*), le fichier audio (*MP3*) et les liens des vidéos (*Youtube*) sont disponibles sur la page <http://f6kgl-f5kff.fr/lespodcasts/index.html>

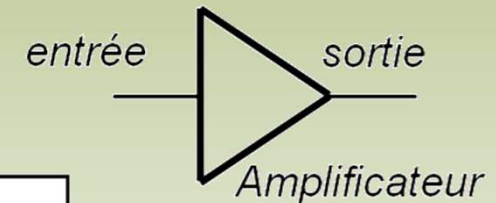


4-1) le décibel (dB)

- Le **décibel** (dB) est une unité permettant d'exprimer un **rapport entre deux unités de même nature**.

P_s = puissance de sortie et P_e = puissance d'entrée

- Schéma d'un amplificateur :
 - Triangle, entrée (base), sortie (pointe)

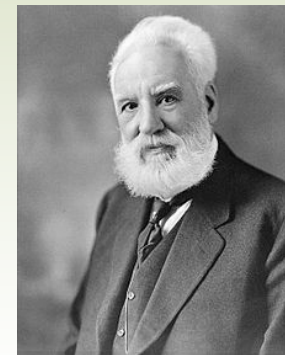


- table de conversion :**

Table de conversion simplifiée :

unités de dB :	0	3	6	9
Rapport arithmétique :	1	2	4	8
Dizaine de dB = nombre de 0 du rapport				

- rapport arithmétique \Rightarrow dB :
 - nombre de 0 du rapport = dizaine de dB
 - premier chiffre du rapport = unité de dB
- dB \Rightarrow rapport arithmétique :
 - dizaine de dB = nombre de 0 du rapport
 - unité de dB = premier chiffre du rapport



Alexander Graham Bell
1847 - 1922
Dépôt du premier brevet pour
un téléphone (1876)



4-1) le décibel (dB)

• Exemples :

• Rapport arithmétique \Rightarrow dB

• 1) Rapport = 8 9

• 2) Rapport = 400 26

• Décibel (dB) \Rightarrow Rapport arithmétique

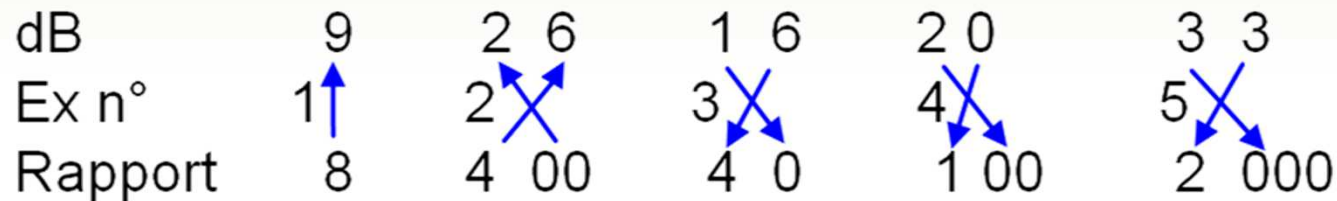
• 3) 16 dB x 40

• 4) 20 dB x 100

• 5) 33 dB x 2000

Table de conversion simplifiée :

unités de dB :	0	3	6	9
Rapport arithmétique :	1	2	4	8
Dizaine de dB = nombre de 0 du rapport				





4-1) le décibel (dB)

Fonctions « log » et « 10^x »
de la FX92

- Sur une calculette :
- Pour passer du rapport arithmétique au décibel :

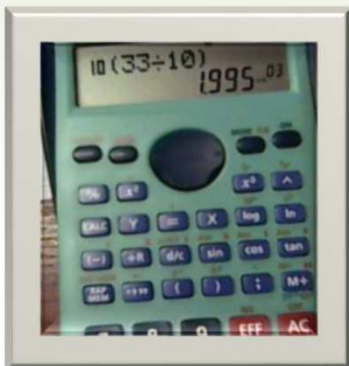
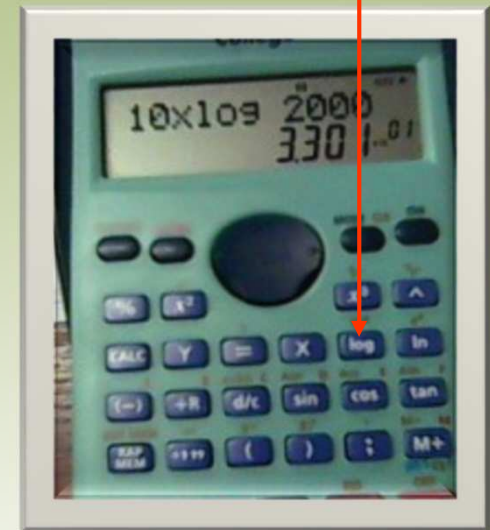
- **Gain (dB) = 10 log (P_s / P_e)**
- en écriture naturelle :
 - 10 x [LOG] 2000 (*Rapport*)
= 33,013 arrondi à 33

- Pour passer des dB au rapport :

- **P_s = 10^(dB / 10) x P_e**
- en écriture naturelle :

- 10 [[^]] (33 (dB) ÷ 10) = 1995,26 arrondi à 2000

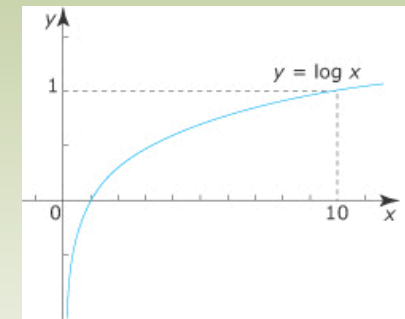
- **Attention**, ne pas utiliser la fonction « .10^x » (ou E^x), utilisée pour saisir des multiples, mais **utiliser la fonction « 10 puissance x »**, généralement proche, sur les calculettes, de la fonction « LOG »





4-1) le décibel (dB)

- Un **nombre négatif de dB** inverse le rapport arithmétique et indique une **atténuation** et non un gain
 - $-3 \text{ dB} = 1 / 2$
 - $-16 \text{ dB} = 1 / (10 \times 4) = 1 / 40 = 0,025$
- Les décibels se calculent avec des **logarithmes** et possèdent donc leurs caractéristiques :
 - les **gains successifs** (multiplication) sont transformés en **addition**,
 - les **pertes** (division) sont transformées en **soustraction**,
 - les puissances et les racines (**affaiblissement linéique**) sont transformées en multiplication et en **division**.
- La perte d'un câble est appelée **l'affaiblissement linéique** car elle est fonction de la longueur du câble. Cette perte est exprimée en **dB/m**





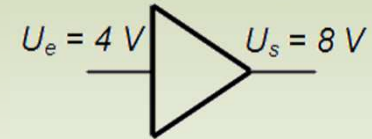
4-1) le décibel (dB)

- Lorsque les valeurs du rapport sont exprimées en **tension**, les formules deviennent :

- **$Gain (dB) = 20 \log (U_s / U_e)$**

- **$U_s = 10^{(dB / 20)} \times U_e$**

- le rapport des puissances est le carré du rapport des tensions (car $P = U^2 / R$). Le gain (en dB) est le double de celui calculé lorsque les valeurs sont exprimées en watts. **Exemples :**



- Quel est le gain (en dB) de cet amplificateur ?

$$= 6 \text{ dB } (= 3 \text{ dB} \times 2 ; 3 \text{ dB correspond à un rapport de puissance de } 2)$$

- $10 \mu V$ sur une antenne de 12 dB, tension aux bornes de l'antenne ?

$$12 \text{ dB correspond à un rapport de tension de } 4 ; U_s = 4 \times 10 \mu V = \mathbf{40 \mu V}$$

- même calcul si les valeurs du rapport sont exprimées en **intensité** (puisque $P = RI^2$)



- Ceci n'est valable que si les impédances d'entrée et de sortie sont identiques. Si ce n'est pas le cas, le calcul se complique...

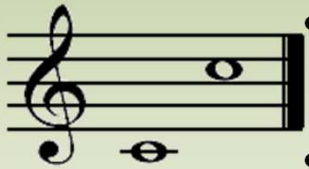


4-2) circuits RC

- Un **harmonique** est un multiple entier d'une fréquence
 - L'harmonique 3 est la fréquence de référence multipliée par 3
- A chaque **octave**, la fréquence est multipliée ou divisée par **2**
 - L'**octave supérieure** est l'harmonique 2 d'une fréquence.
 - La 2^{ème} octave est l'harmonique 4
 - La 3^{ème} octave est l'harmonique 8 (*et non pas l'harmonique 3 qui n'est pas une octave*).
 - L'**octave inférieure** (qui n'est pas un harmonique) est la fréquence de référence divisée par 2
- A chaque **décade**, la fréquence est multipliée ou divisée par **10**
 - La **décade supérieure** est l'harmonique 10 d'une fréquence.
 - La 2^{ème} décade supérieure est la fréquence multiplié par 100
 - La **décade inférieure** est la fréquence divisée par 10
- **Exemples** : Soit $F = 150$ kHz.

Quelle est la 5^{ème} octave supérieure ? $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32 \times 150 = \mathbf{4800}$ kHz

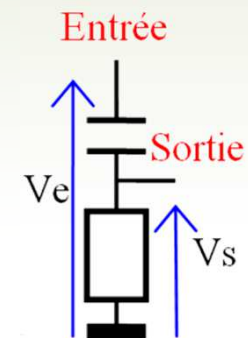
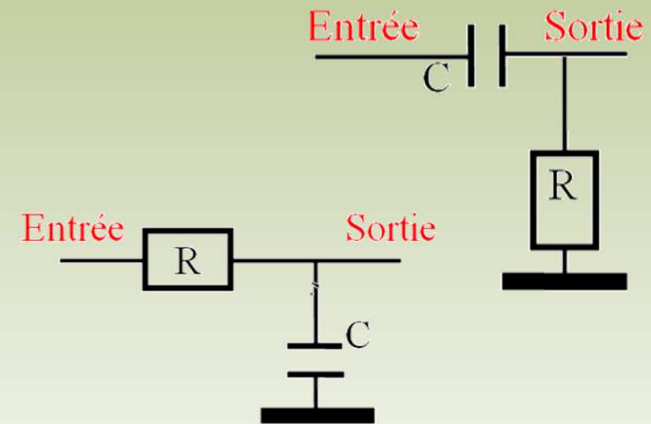
Quelle est la 3^{ème} décade inférieure ? $10 \times 10 \times 10 = 1000$; $150 \text{ kHz} / 1000 = \mathbf{150}$ Hz





4-2) circuits RC

- un **circuit RC** est un filtre composé d'une résistance et d'un condensateur. Selon la place des composants, ce filtre laissera passer :
 - les fréquences supérieures à la fréquence de coupure (filtre **passé-haut**),
 - les fréquences inférieures à la fréquence de coupure (filtre **passé-bas**).
- mnémotechnique** : rôle du filtre = place du condensateur
- à la **fréquence de coupure**, la résistance est égale à l'impédance du condensateur, d'où :
 - $R(\Omega) = 1 / [2\pi \times F(\text{Hz}) \times C(\text{F})]$, donc :
 - $F(\text{Hz}) = 1 / [2\pi \times R(\Omega) \times C(\text{F})]$**

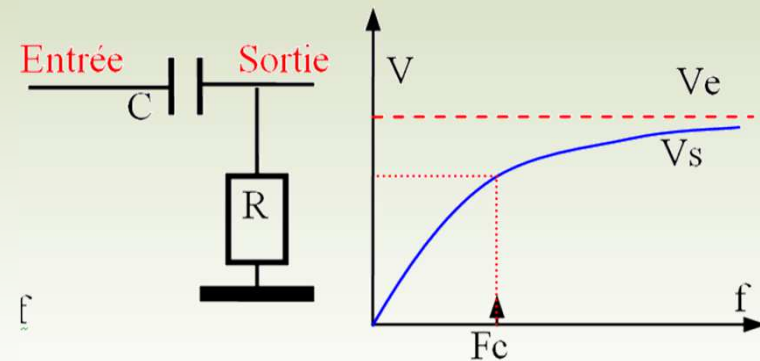




4-2) circuits RC

- L'atténuation de ces deux filtres est de :
 - 3 dB à la fréquence de coupure (la puissance du signal à la sortie de ce filtre est divisée par 2)
 - 6 dB par octave à partir de la fréquence de coupure (par octave supérieure pour un filtre passe bas et par octave inférieure pour un filtre passe haut).
 - ou 20 dB par décade

- courbe d'atténuation pour un filtre passe-haut :



- *Formule simplifiée de la fréquence de coupure :*

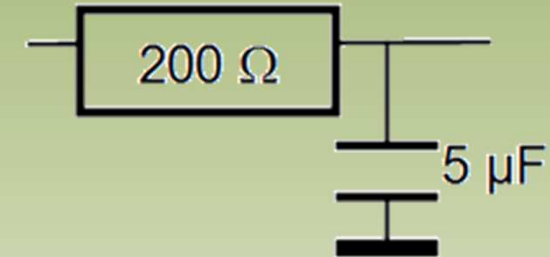
$$F(\text{Hz}) = 159 / R(\text{k}\Omega) / C(\mu\text{F})$$



4-2) circuits RC

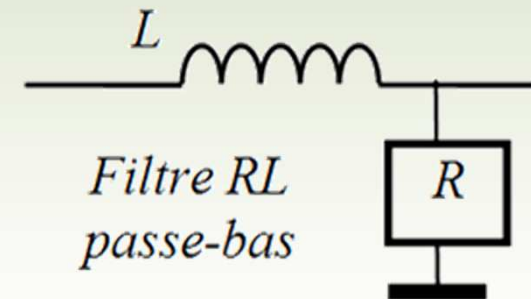
Exemple :

- Quelle est la fréquence de coupure de ce filtre ?



$$F = 1 \div (2 \times [\pi] \times 200(R) \times 5 \cdot 10^{-6}(C)) = 159,15 \cdot 10^0 = \mathbf{159 \text{ Hz}}$$

- *Les circuits RL fonctionnent de la même manière que les circuits RC. Un circuit RL passe bas aura la bobine en haut du circuit et inversement pour un filtre RL passe haut. A la coupure, on a $R = 2\pi FL$, donc la fréquence de coupure est : $F = R / (2\pi L)$*



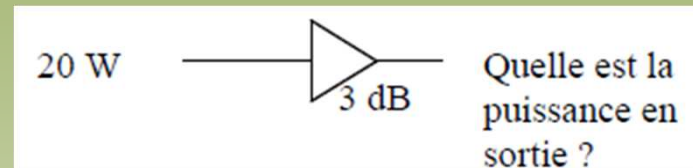
Pour reconnaître un filtre, voir page **CNFRA** dans Radio-REF de novembre 2009



Les questions posées à l'examen

- Quelle est la puissance en sortie ?

- 6,6 W
- 23 W
- 40 W - *bonne réponse*
- 60 W



- Une tension de $10 \mu\text{V}$ s'applique sur une antenne dont le gain est de 12 dB. Aucune perte n'est constatée dans la ligne de transmission. Quelle est la tension présente à l'entrée du récepteur ?

- $10 \mu\text{V}$
- $40 \mu\text{V}$ - *bonne réponse*
- $120 \mu\text{V}$
- $160 \mu\text{V}$

12 dB correspond à gain en tension de 4. La tension à l'entrée du récepteur sera de $4 \times 10 \mu\text{V} = 40 \mu\text{V}$. Pour être plus conforme à la réalité, on devrait dire : « pour un signal, on mesure $10 \mu\text{V}$ sur un doublet, quelle tension mesure-t-on pour ce même signal s'il est appliqué à une antenne ayant 12 dBd de gain ? »

- Quel est le gain total de deux amplificateurs en série, le premier étant de 6 dB et le second de 4 dB ?

- 10 dB - *bonne réponse*
- 24 dB
- 46 dB
- 64 dB

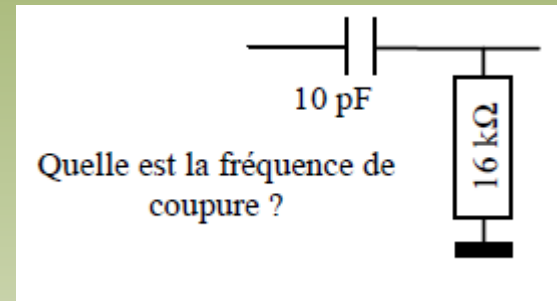


Les questions posées à l'examen

- Quelle est la fréquence de coupure ?

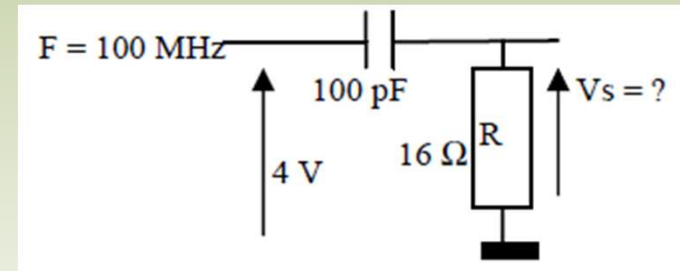
- 100 kHz
- 160 kHz
- 1 MHz - *bonne réponse*
- 1600 kHz

$$F = 1 / (2 \times \pi \times R \times C) = 995 \text{ kHz arrondi à } 1 \text{ MHz}$$



- Quelle est la tension en sortie V_s ?

- 2,8 V - *bonne réponse*
- 2 V
- 1 V
- 4 V



1) Calcul de la fréquence de coupure du circuit :

$$F = 1 / (2 \times \pi \times R \times C) = 99 \text{ MHz (arrondi à } 100 \text{ MHz dans ce cas).}$$

2) On est donc à la fréquence de coupure où le signal est atténué de 3 dB en sortie. Attention, le piège est que la puissance est divisée par 2 tandis que la tension n'est diminuée que de sa racine carrée ($2 \times \sqrt{2} = 2,8 \text{ V}$) car $P = U^2 / R$ (effet du carré).



Les questions posées à l'examen

- **Fréquence 2000 Hz + 1 octave ?**

- 200 Hz
- 1 kHz
- 2001 Hz
- 4000 Hz - *bonne réponse*

2000 × 2 = 4000 Hz. Ajouter une octave revient à doubler la fréquence d'un signal.

- **Fréquence de 3000 Hz, fréquence de la première décade supérieure ?**

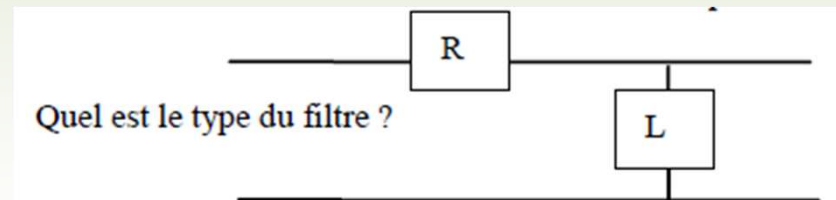
- 30 kHz - *bonne réponse*
- 6 kHz
- 12 kHz
- 300 Hz

3000 Hz × 10 = 30 000 Hz = 30 kHz

- **Quel est le type de filtre ?**

- Filtre en pi
- Circuit coupe bande
- Circuit bouchon
- Filtre passe-haut à -6 dB/octave - *bonne réponse*

Ce schéma a été repris à l'identique dans la base de données des questions sur Minitel !





Chapitre 4 – 1ère partie

Le montage de la soirée

- Figures animées pour la physique (électricité, filtres, simulation de filtres)

Filtre RC passe bas

- $R = 1 \text{ k}\Omega$
- $C = 0,66 \mu\text{F}$
- $F = 0,24 \text{ kHz}$

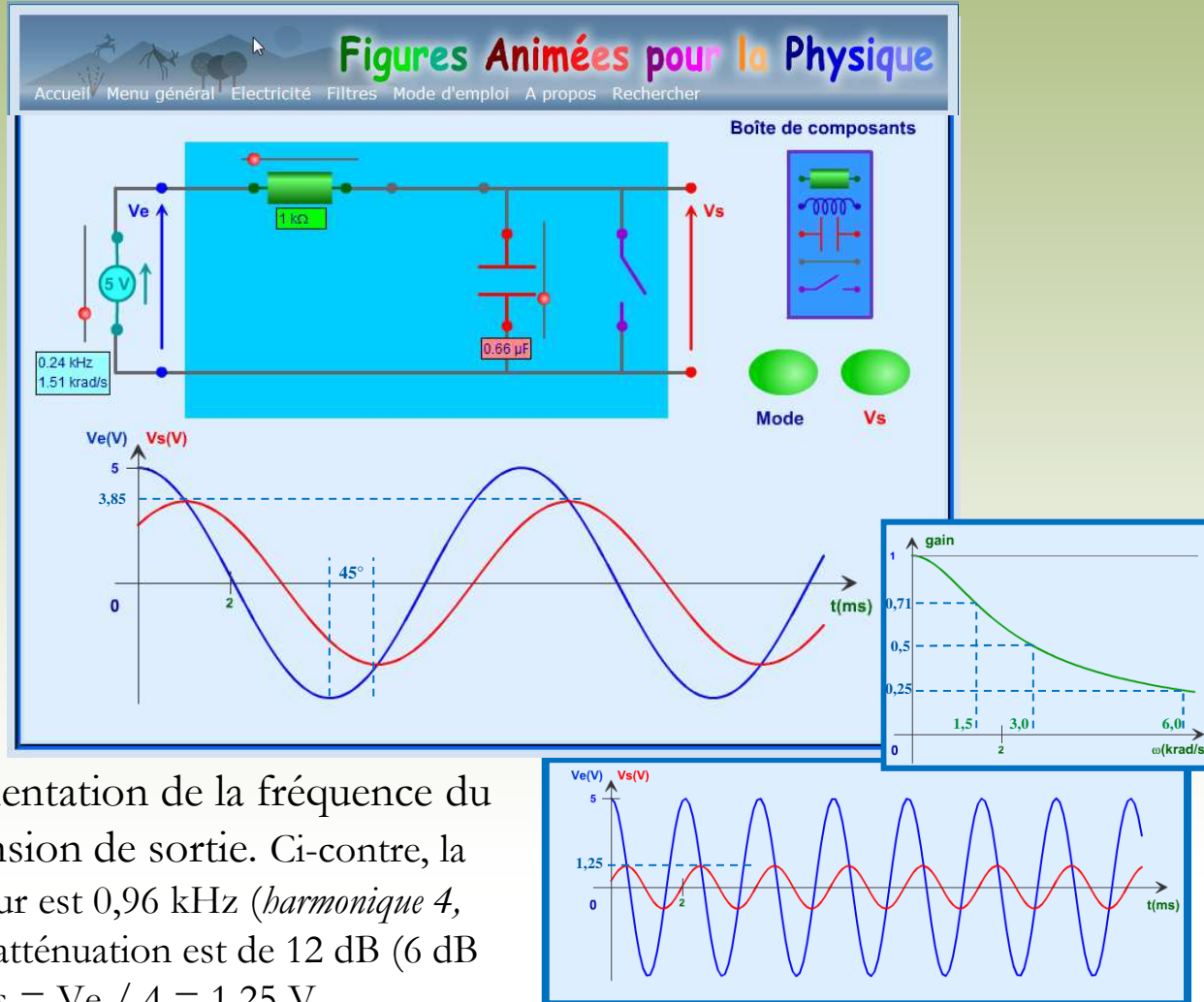
$$F_c = 159/1/0,66$$

$$= 241 \text{ Hz}$$

$$= 1513 \text{ rad/s}$$

A la coupure,
 $V_s \approx 70\%$ de V_e ,
 déphasage = 45°
 et puissance /2

- Incidence de l'augmentation de la fréquence du générateur sur la tension de sortie. Ci-contre, la fréquence du générateur est 0,96 kHz (*harmonique 4, 2^{ème} octave supérieure*). L'atténuation est de 12 dB (6 dB par octave x 2), soit $V_s = V_e / 4 = 1,25 \text{ V}$



Radio-Club de la Haute Île



F5KFF / F6KGL

Port de Plaisance

F-93330 Neuilly sur Marne

Le cours de F6KGL

était présenté par F6GPX

Bon week-end à tous et à la semaine prochaine !

**Retrouvez-nous tous les vendredis soir au Radio-Club
de la Haute Île à Neuilly sur Marne (93) F5KFF-F6KGL,
sur 144,575 MHz (FM) ou sur Internet.**

Tous les renseignements sur ce cours et d'autres documents
sont disponibles sur notre site Internet, onglet "*Formation F6GPX*"

f6kgl.f5kff@free.fr

<http://www.f6kgl-f5kff.fr>