

TSF : Généralités 1/2

Transmission sans fils

M. BURNET

06/11/2017

<u>I.</u>	<u>HISTORIQUE.....</u>	<u>3</u>
<u>II.</u>	<u>GENERALITES</u>	<u>3</u>
<u>III.</u>	<u>ONDE ELECTROMAGNETIQUE.....</u>	<u>4</u>
<u>IV.</u>	<u>L'ANTENNE, CREATEUR D'ONDES ET COLLECTEUR D'ONDES</u>	<u>4</u>
<u>IV. 1.</u>	<u>COURANT DANS UNE ANTENNE.....</u>	<u>4</u>
<u>IV. 2.</u>	<u>RAYONNEMENT D'UNE ANTENNE</u>	<u>5</u>
<u>IV. 3.</u>	<u>ANTENNE ISOTROPE COMME ETALON</u>	<u>5</u>
<u>IV. 4.</u>	<u>GAIN D'UNE ANTENNE DIRECTIVE.....</u>	<u>5</u>
<u>IV. 5.</u>	<u>DIAGRAMMES DE DIRECTIVITE</u>	<u>6</u>
<u>V.</u>	<u>CRITERES DE CHOIX D'UNE ANTENNE.....</u>	<u>6</u>
<u>VI.</u>	<u>BILAN DE PUISSANCE SIMPLIFIE D'UNE LIAISON</u>	<u>7</u>
<u>VII.</u>	<u>EXEMPLES D'ANTENNES.....</u>	<u>7</u>
<u>VII. 1.</u>	<u>ANTENNE QUART D'ONDE OU MARCONI</u>	<u>7</u>
<u>VII. 2.</u>	<u>ANTENNE PARABOLIQUE.....</u>	<u>7</u>
<u>VII. 3.</u>	<u>ANTENNE PATCH</u>	<u>8</u>
<u>VII. 4.</u>	<u>AUTRES TYPES D'ANTENNES</u>	<u>8</u>
<u>VIII.</u>	<u>EXERCICE PRATIQUE : UNE IDEE SUR LES NIVEAUX DE TENSION REÇUS.....</u>	<u>8</u>

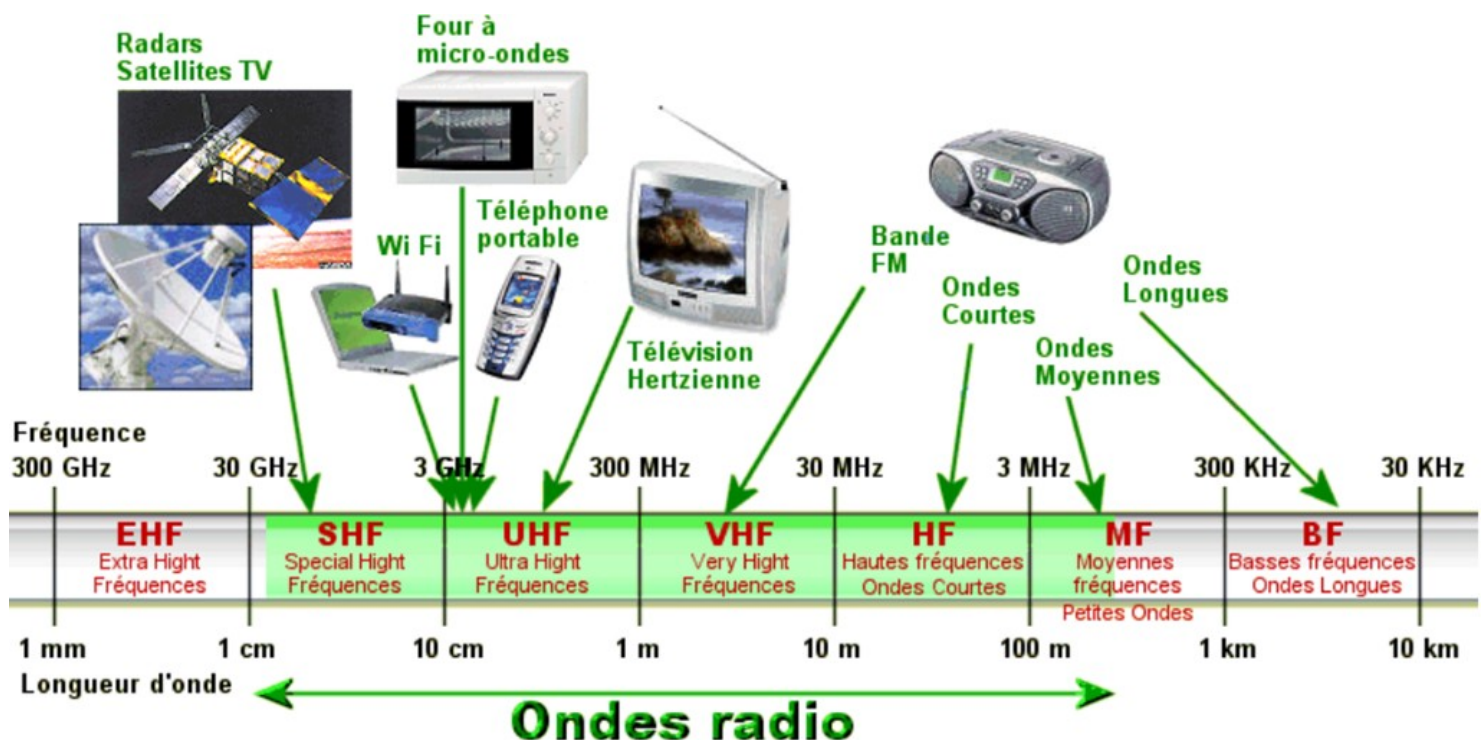
I. Historique

1838 : Théorie (S. Morse)	1958 : 1er réseau cellulaire public
1858 : Câble transatlantique	1962 : 1er satellite TV (Telsar I)
1864 : Équations de Maxwell	1962 : 1er satellite géostationnaire (Intelsat I)
1865 : Télégraphe (S. Morse)	1964 : Transmission de données sur RTC
1876 : Téléphone (Bell)	1969 : Internet
1887 : Découverte ondes électromagnétiques dans l'air (H. Hertz)	1970 : Bell / 1G
1890 : Découverte du principe de la radioconduction (E. Branly)	1970 : Début des systèmes cellulaires analogiques
1898 : 1ère communication mobile (Marconi, puis Armée US)	1980 : Début des systèmes sans cordon
1915 : 1ère liaison téléphonique transcontinentale (Bell System)	1983 : Études GSM (numérique)
1930 : Télévision (principes)	1985 : Études DECT
1948 : Invention du transistor, théorie de Shannon	1988 : Débuts GSM / Études CDMA
1950 : Nombreuses communications mobiles professionnelles	1990 : IEEE 802.11 Wireless LAN
	1990 : Messagerie unilatérale (étape)
	1991 : Déploiement GSM
	1993 : DEC 1800, début IS-95 (CDMA)

II. Généralités

Une transmission sans fil est un mode de communication à distance utilisant comme vecteur des ondes électromagnétiques modulées.

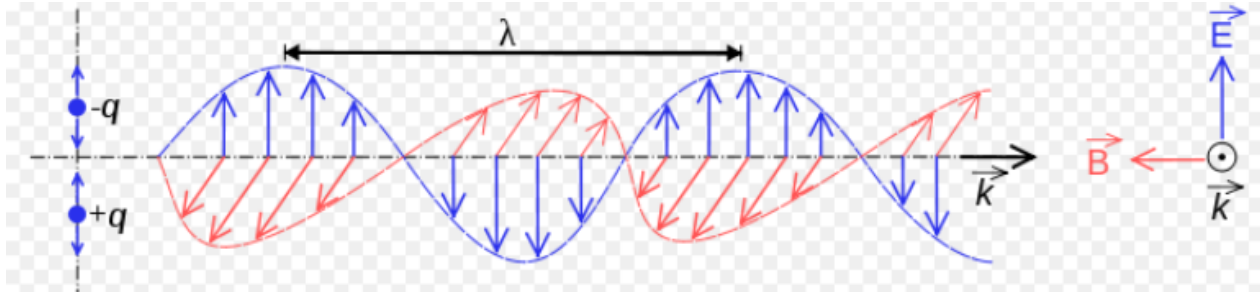
On les retrouve dans la téléphonie, les satellites, la radio, le four à micro-onde.



III. Onde électromagnétique

Une onde électromagnétique est caractérisée par deux grandeurs physiques :

- Sa FRÉQUENCE, représentant le nombre d'oscillations du champ électromagnétique par seconde, (elle est mesurée en Hertz)
- Sa LONGUEUR D'ONDE, représentant la distance entre deux maxima de champ électromagnétique



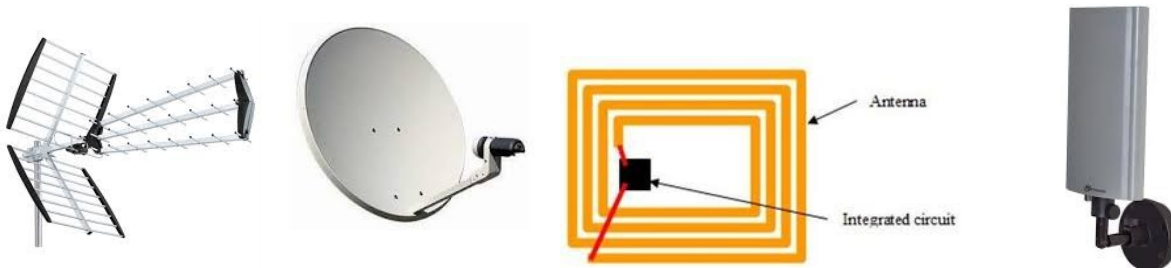
$$\text{Formule : } c = \lambda \cdot \nu$$

IV. L'antenne, créateur d'ondes et collecteur d'ondes

Une antenne est réversible, produit l'onde électromagnétique et sa forme privilégie certaines directions de propagation.

La puissance produite par l'émetteur et appliquée à l'antenne se disperse dans l'espace.

L'antenne de réception capte une faible partie de cette puissance et la transforme en signal électrique.



IV. 1. Courant dans une antenne

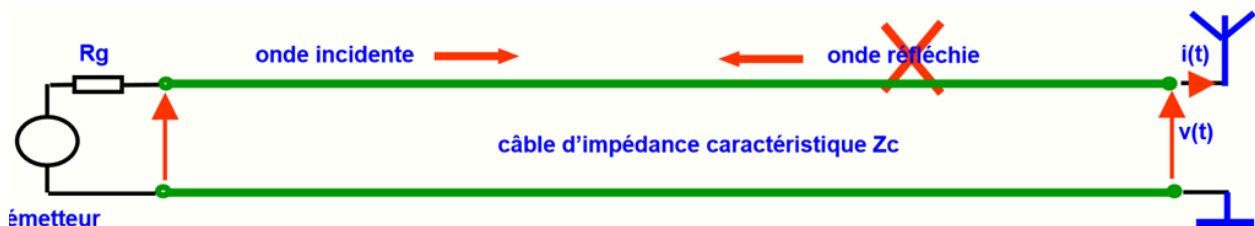
L'antenne, pour rayonner, doit être parcourue par un courant porteur sinusoïdal.

La fréquence porteuse est modulée par le signal d'information

Pertes Joule si matériaux de mauvaise qualité

Pour que toute la puissance fournie par l'émetteur soit rayonnée, il faut adapter le câble en sortie, ce qui supprime l'onde réfléchie

Remarque : le courant n'a pas la même intensité en tout point de l'antenne



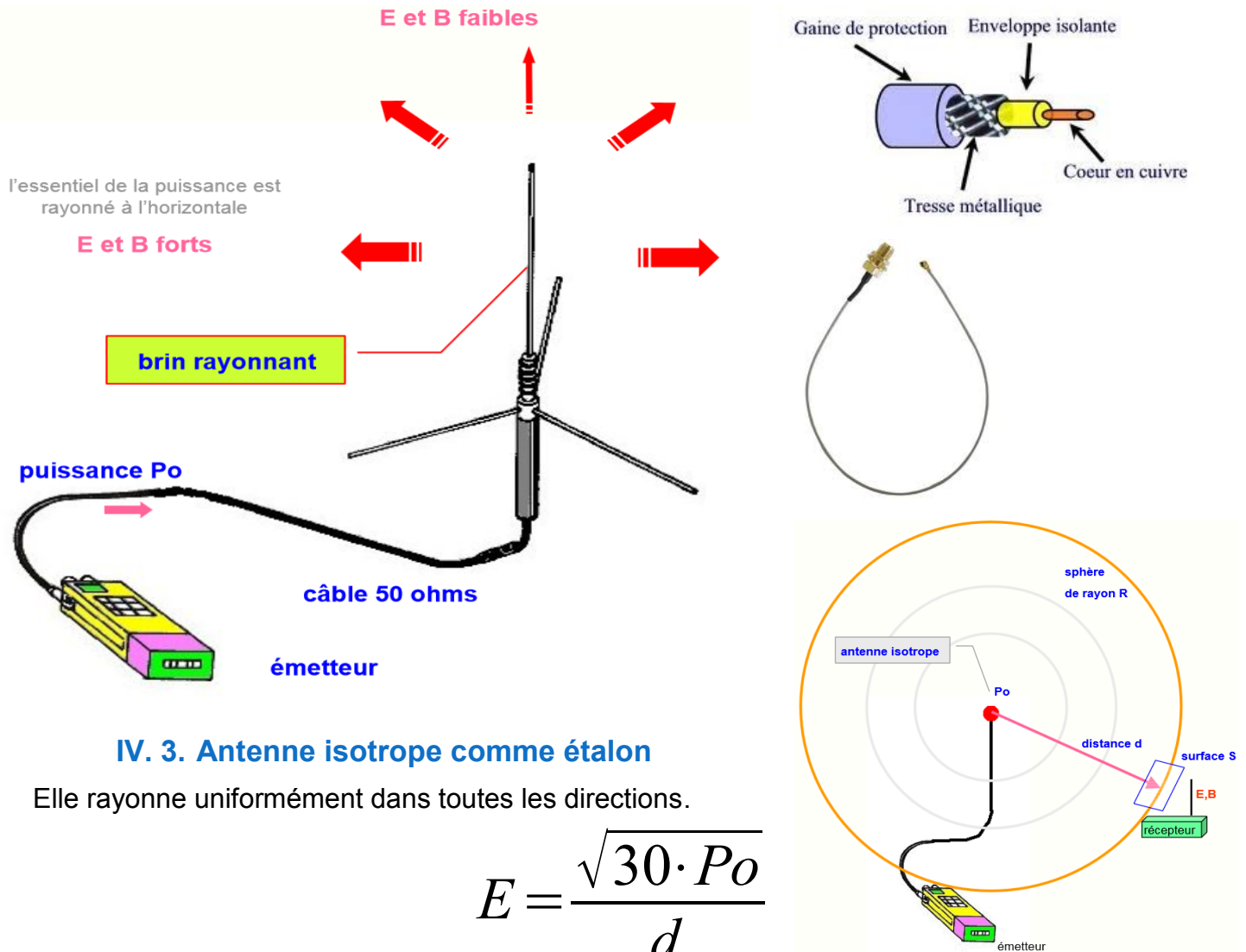
IV. 2. Rayonnement d'une antenne

L'OEM rayonnée est constituée d'un champ électrique et d'un champ magnétique

La direction d'un brin rayonnant correspond à celle du champ électrique ↔ polarisation

Attention : dans une transmission radio, c'est l'antenne qui doit rayonner et pas le reste

→ Blindage, coaxial, ...



IV. 3. Antenne isotrope comme étalon

Elle rayonne uniformément dans toutes les directions.

$$E = \frac{\sqrt{30 \cdot P_o}}{d}$$

- E = champ électrique en V/m
- d = distance en mètre
- P_o = puissance de l'émetteur en Watt

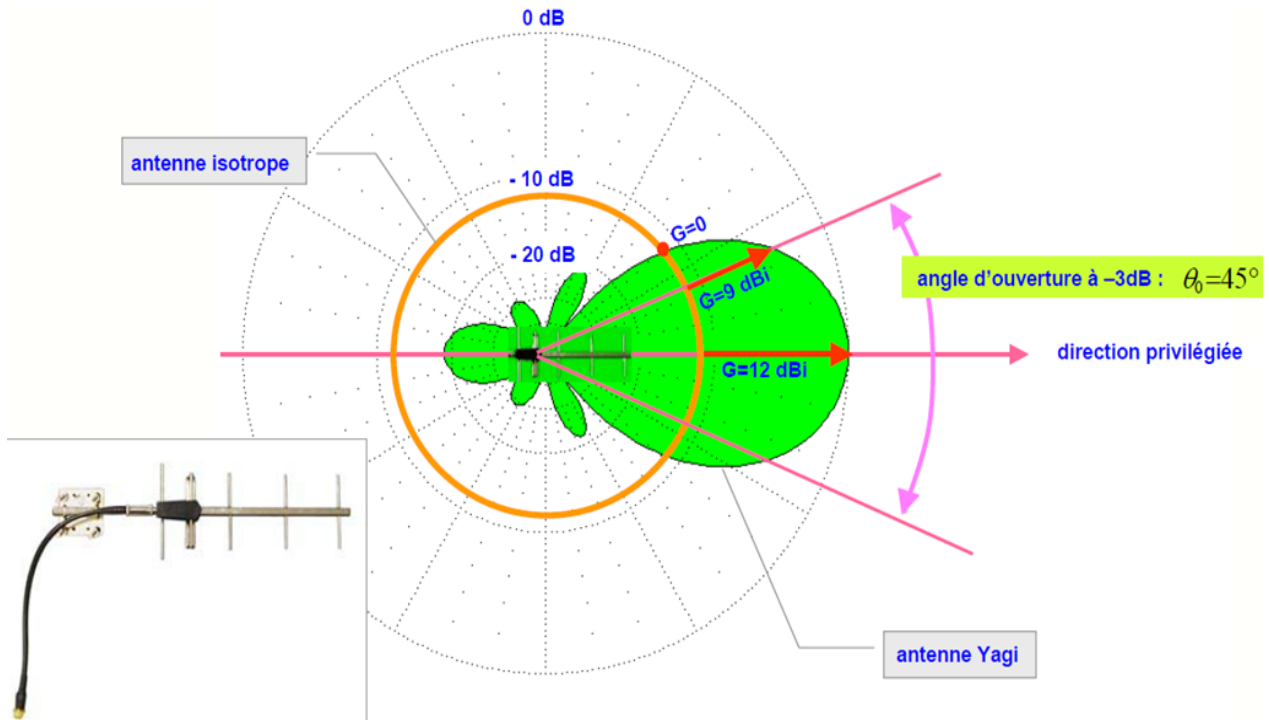
IV. 4. Gain d'une antenne directive

Si l'on dispose les brins rayonnants d'une façon particulière, l'antenne peut concentrer la puissance P_o émise dans une direction privilégiée.

Une antenne directive a un gain G positif par rapport à une antenne isotrope dans la direction privilégiée.

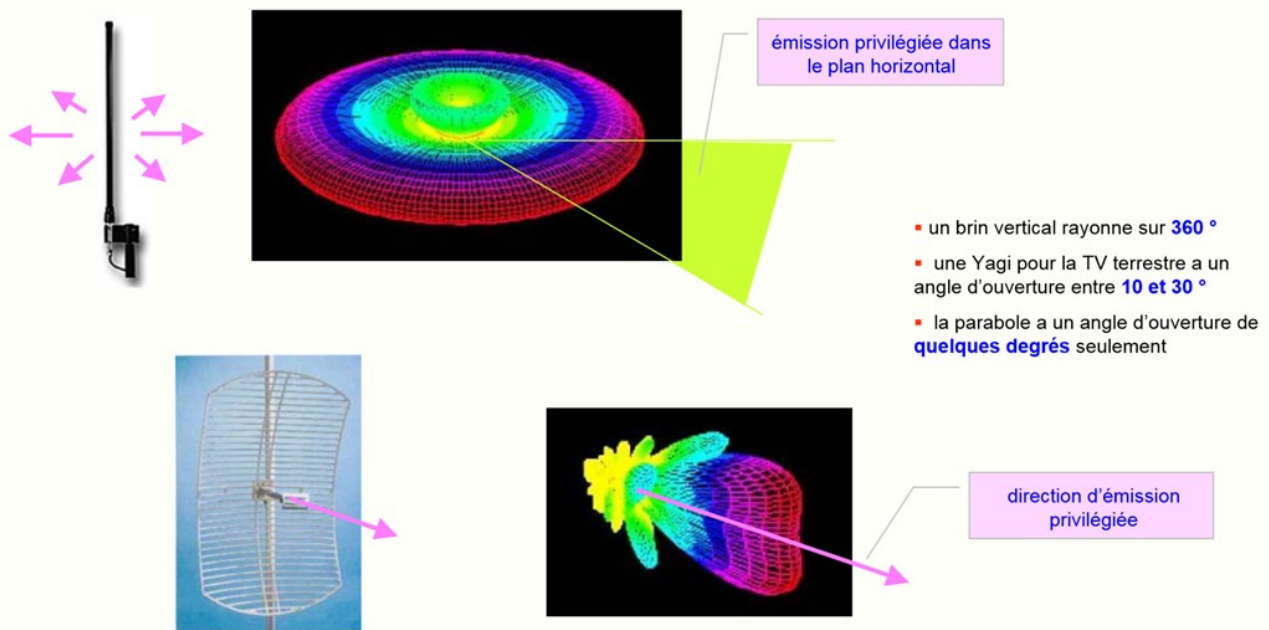
$G = 10 \log A$, Gain exprimé en dBi

La directivité est caractérisée par l'angle d'ouverture à -3db



IV. 5. Diagrammes de directivité

Chaque type d'antenne est caractérisé par une courbe de rayonnement. Les antennes à gain élevé sont toujours très directives.



V. Critères de choix d'une antenne

- Fréquence de travail
- Directivité
 - omnidirectionnelle (brin vertical)
 - directive (Yagi, parabole, etc...)
- Gain
 - élevé si antenne très directive



- Impédance
 - adaptée à celle du câble (50 ou 75 ohms)
- Puissance
- Rapport d'ondes stationnaires (ROS)



VI. Bilan de puissance simplifié d'une liaison



Formule de Friis :

$$P_r = P_0 + G_1 + G_2 - 20\log(f) - 20\log(d) + 147,5$$

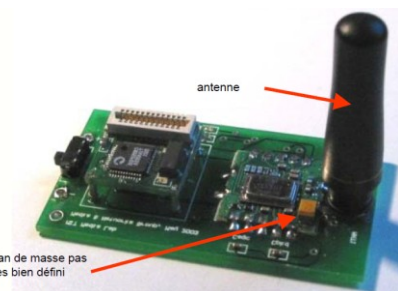
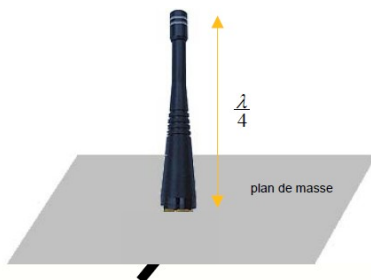
$\swarrow$ $\swarrow$ $\swarrow$ $\swarrow$ $\swarrow$
en dBm *en dBi* *en Hz* *en m*

VII. Exemples d'antennes

VII. 1. Antenne quart d'onde ou Marconi

Gain compris entre 1,14 et 2 dBi

Plan de masse nécessaire de dimensions au moins égales à celles de l'antenne.



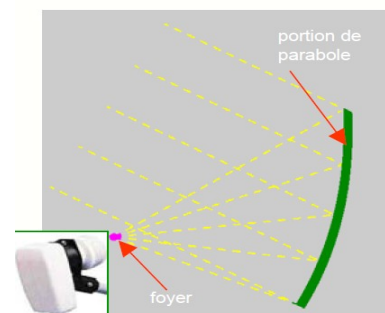
VII. 2. Antenne parabolique

Formule du gain théorique : $G = 10 \log \left(\frac{6 \cdot D^2}{\lambda^2} \right)$

Calcul du gain théorique de la parabole Metronic

F = 10 GHz et Diamètre 0,8m

G =

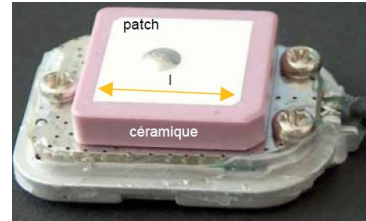


VII. 3. Antenne patch

Structure résonante en surface. Résonance si $l = \lambda/2$

La permittivité relative ϵ_r du matériau intervient.

$$\lambda = \frac{c}{f \cdot \sqrt{\epsilon_r}}$$



- Fréquence de travail : 1575 MHz
- Permittivité $\epsilon_r = 40$
- Longueur du patch : 1,5cm

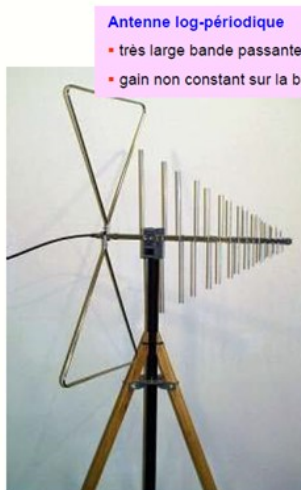
$\lambda =$

VII. 4. Autres types d'antennes



Antenne plaque résonante pour GSM

- faible encombrement, bi-bande, gain faible
- nécessite un logiciel de conception



Antenne log-périodique

- très large bande passante
- gain non constant sur la bande



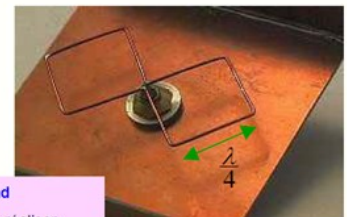
Assemblage de 4 antennes hélices

- polarisation circulaire
- bande passante moyenne, gain intéressant



Antenne cadre ferrite pour transpondeur

- très petite, implantable sous la peau
- gain intéressant



Antenne biquad

- petite, facile à réaliser
- gain intéressant

VIII. Exercice pratique : une idée sur les niveaux de tension reçus

Le satellite géostationnaire Météosat situé à 36000km d'altitude émet des images.

Ses caractéristiques sont :

- Puissance émise : 6W
- Gain de l'antenne dont il est équipé : 11 dBi
- Gain de la parabole de réception : 25 dBi
- fréquence d'émission : $f = 1691$ MHz

1. Calcul de la puissance captée
2. Tension V_r correspondante sur 50Ω

