

# LA PHYSIQUE RADIO DE BASE

Préparé par Sebastian Buettrich

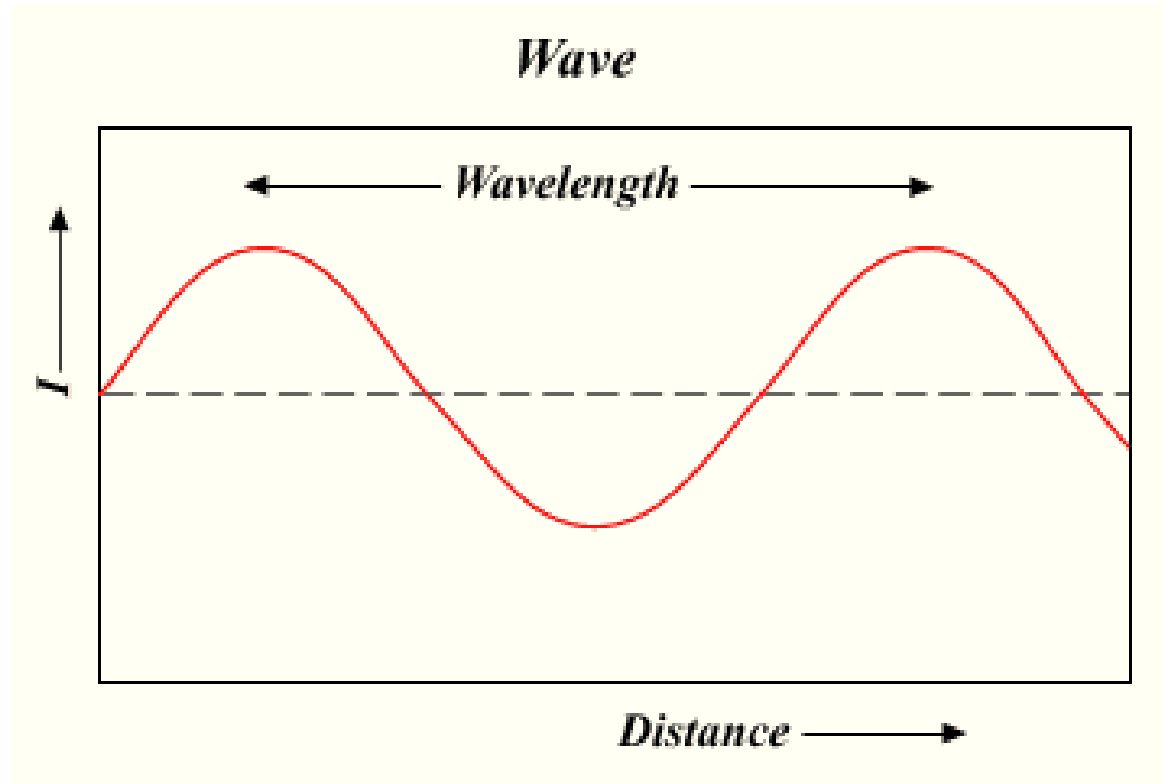
# Objectifs

- Compréhension des ondes et le rayonnement par rapport aux réseaux sans fil
- Compréhension des principes de base de leur comportement
- Appliquer cette compréhension aux situations réelles, spécifications et installations.

# Ondes électromagnétiques

- Comparable à une onde de pression d'air qui peut se déplacer (le son), un champ électromagnétique peut se déplacer comme une onde électromagnétique
- Exemples d'ondes électromagnétiques: lumière, rayons-X, micro ondes, ondes radio.

# Une onde



[image: from wikipedia.org]

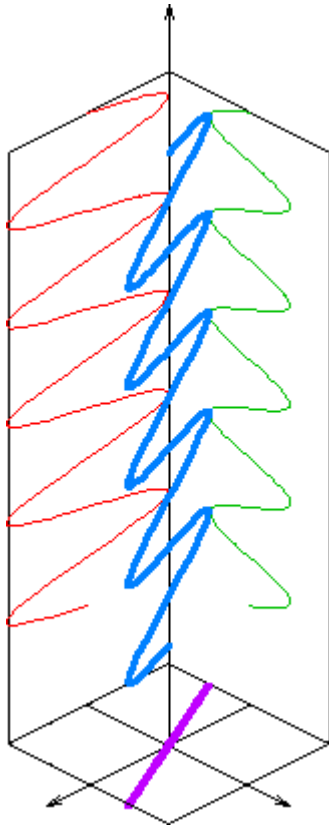
# Ondes électromagnétiques

- $c = \lambda * f$
- C'est la vitesse de la lumière ( $3 \times 10^8$  m/s)
- $\lambda$  Lambda est la longueur d'onde [en m]
- $f$  est la fréquence [1/s = Hz], aussi connu comme  $\nu$
- La lumière (ou un signal radio) a besoin de 1.3 secondes de la lune à la Terre, 8 minutes du soleil à la Terre et 300 microsecondes (0.3 millisecondes) pour 100 km.

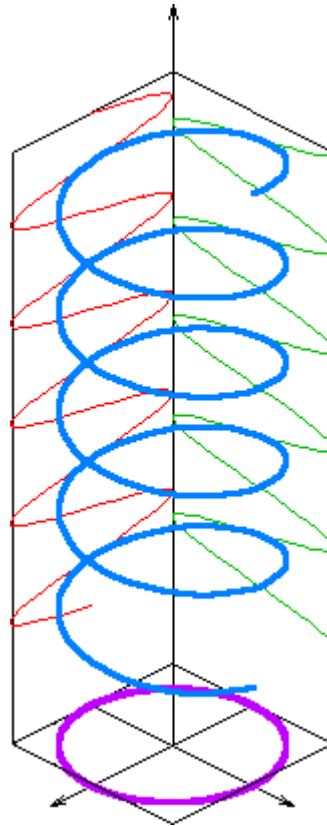
# Puissances de dix

• Micro-	$10^{-6}$	<b>1/1000000</b>	<b><math>\mu</math></b>	
• Milli-	$10^{-3}$	1/1000		m
• Centi-	$10^{-2}$	1/100	c	
• Kilo-	$10^3$	1,000	k	
• Mega-	$10^6$	1,000,000		M
• Giga-	$10^9$	1,000,000,000		G

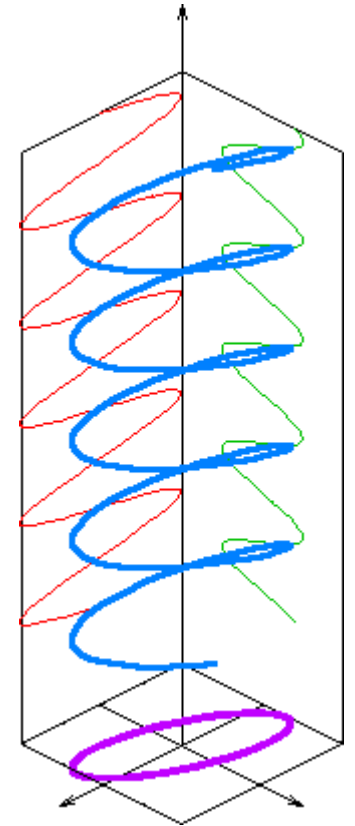
# Ondes électromagnétiques: polarisation



linéaire

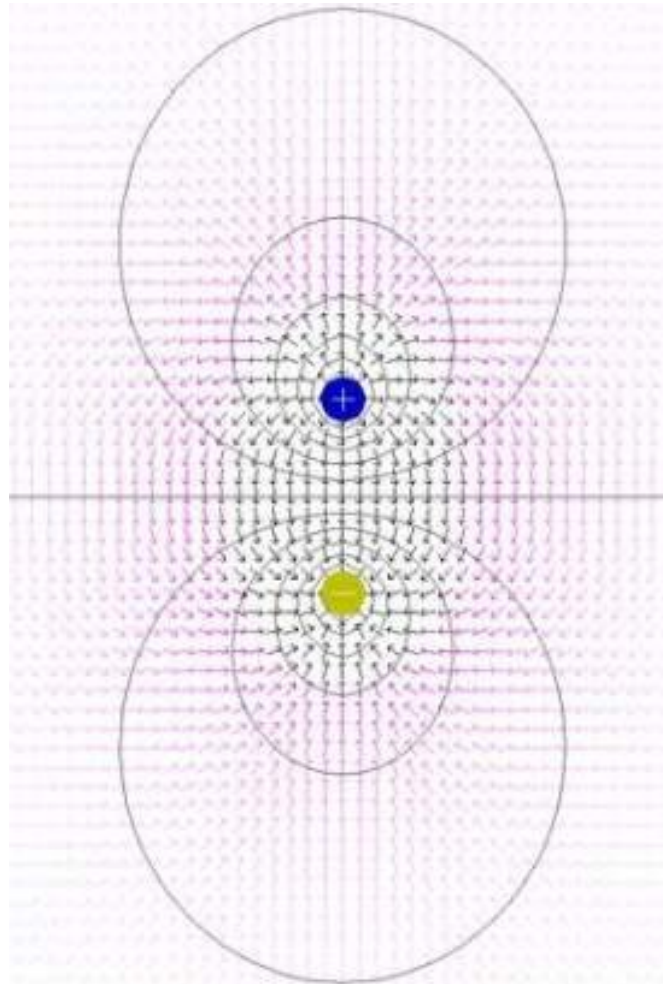


circulaire polarisation elliptique



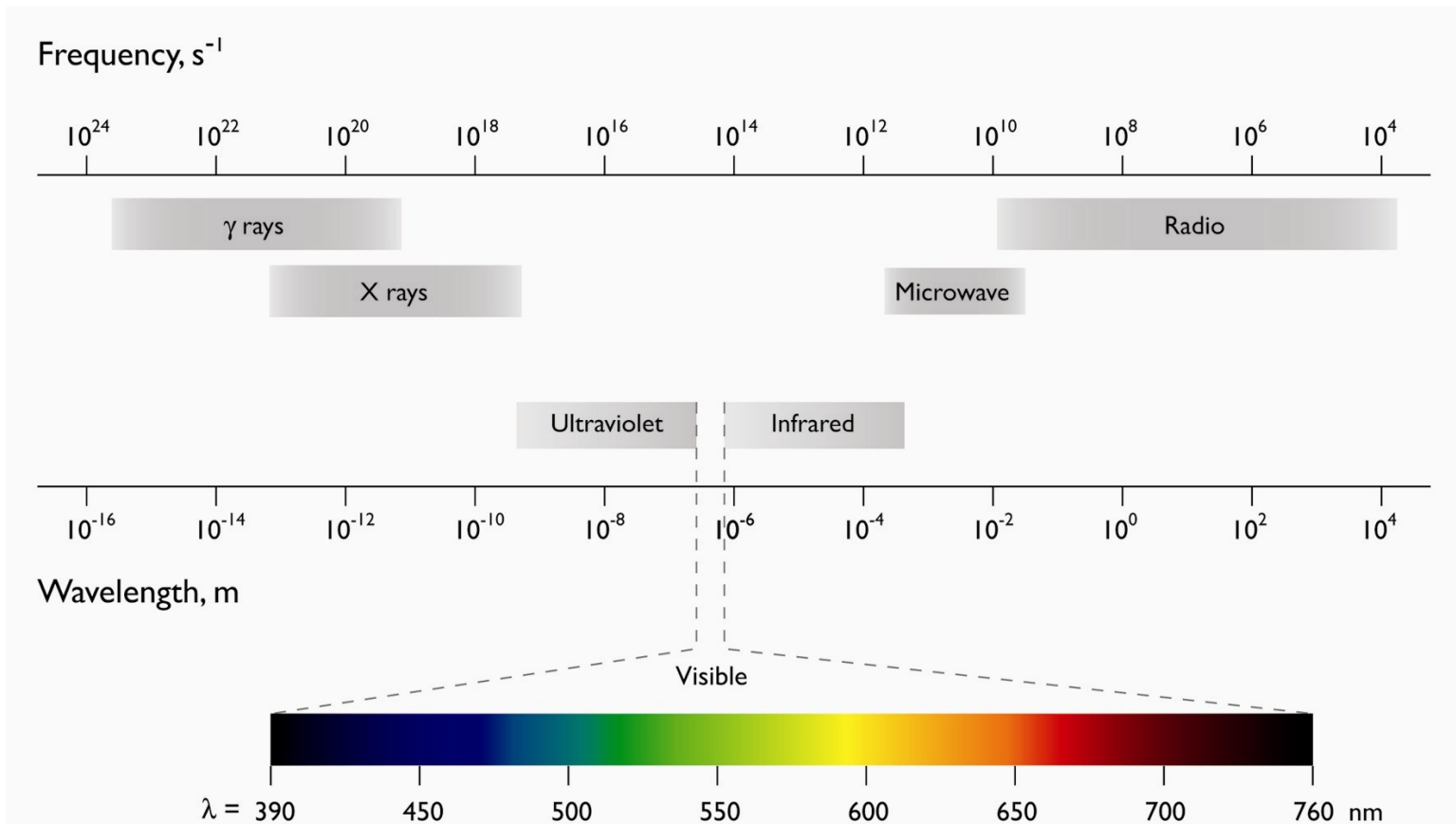
[image: from wikipedia.org]

# Exemple: Dipole

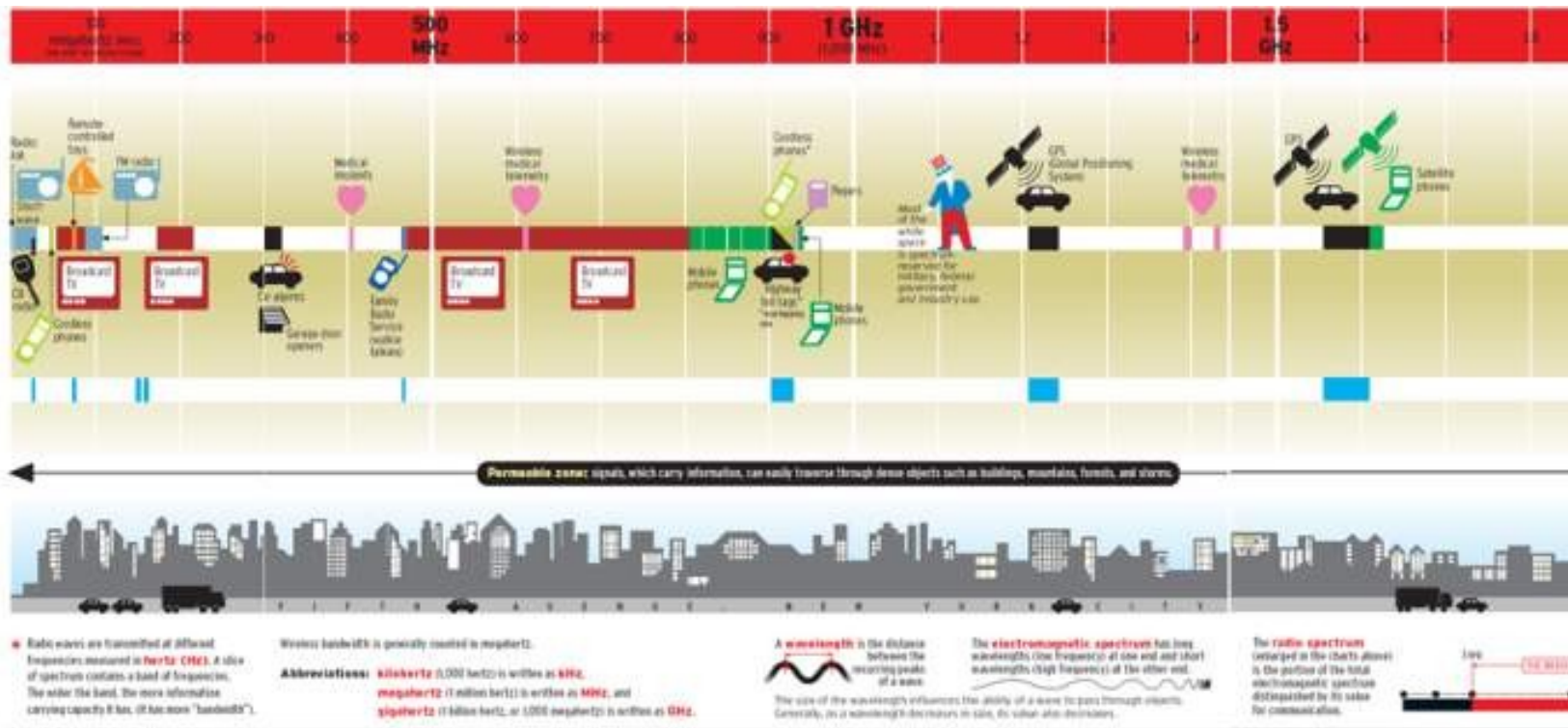


[image: from wikipedia.org]

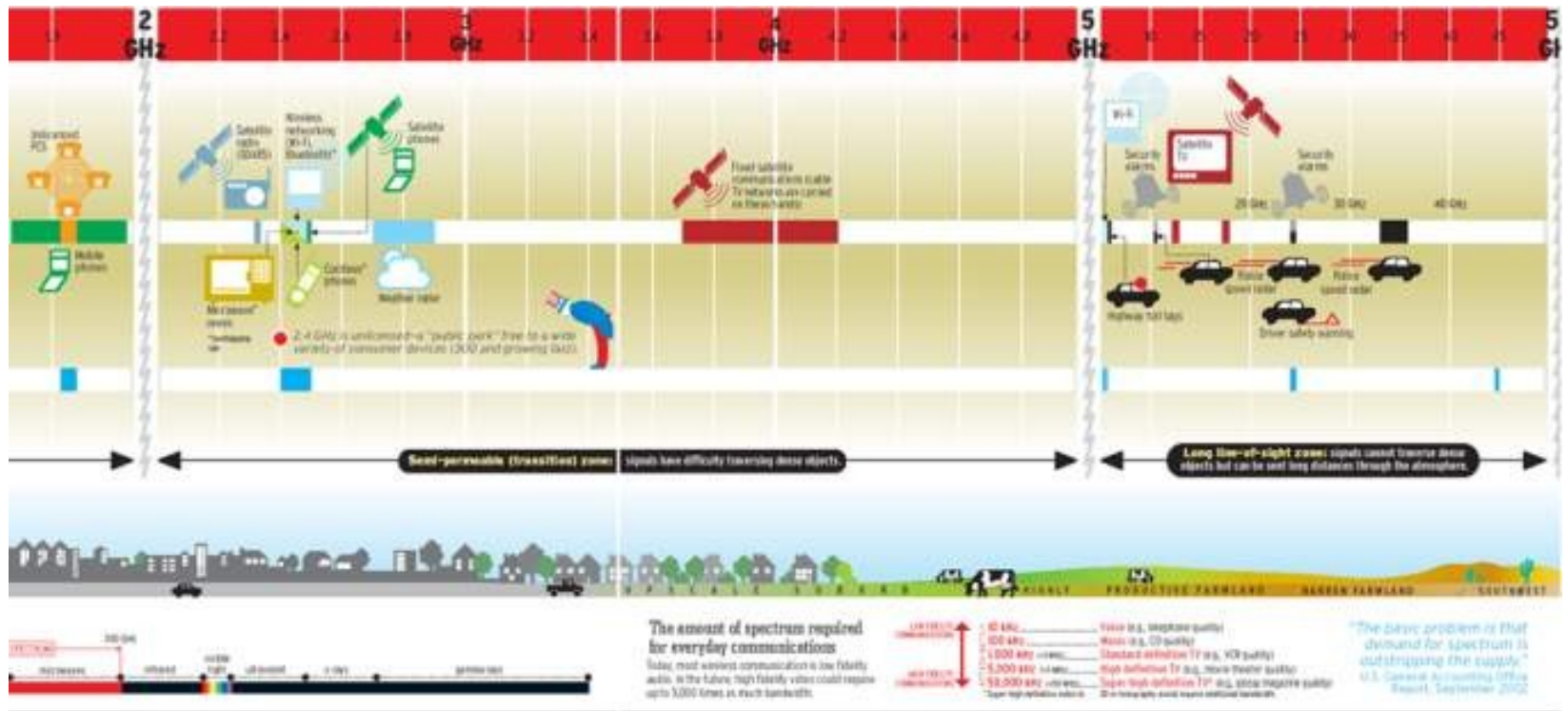
# Spectre électromagnétique



# Profile du spectre électromagnétique



# Profile du spectre électromagnétique

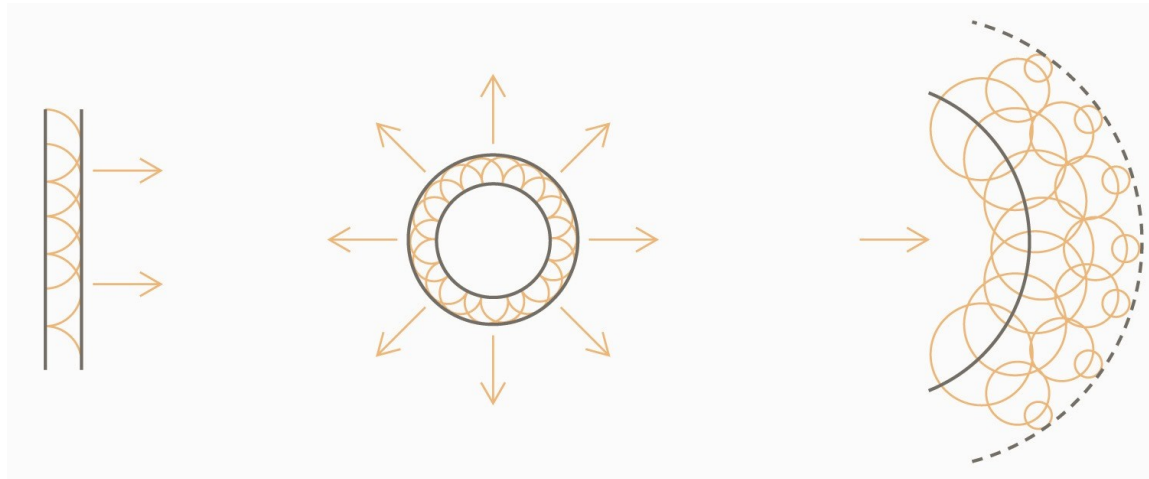


# Fréquences dans les réseaux sans fil

- Focus sur les bandes ISM (Industrielle-Scientifique-Médicale – exclue des licences) 2.4 Ghz  
802.11b/g                       $\lambda=12$  cm  
5.x Ghz      802.11a                       $\lambda=5...6$  cm
- Autres fréquences pertinentes:  
915 Mhz  
3.5 GHz  
...

# Propagation des ondes radio

- Fronts d'ondes
- Principes de Huygens: à l'importe quel point, les ondes sphériques peuvent commencer
- Les ondes radio (comme la lumière) ne sont pas seulement en ligne directe
- Les ondes radio n'ont pas besoin de porteuse



# Ondes radio

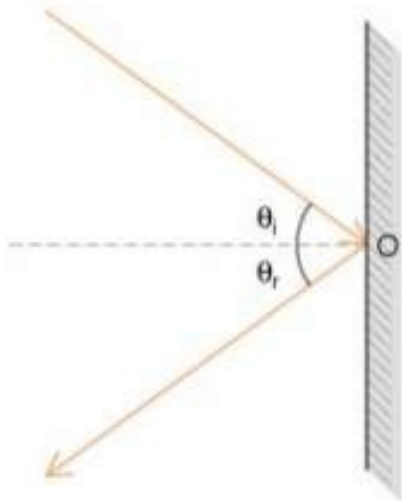
- Absorption
- Réflexion
- Diffraction
- Interférence

# Ondes radio: absorption

- Métal
- Eau (pluie, bruine, tuyaux, ...)
- Pierres, briques, béton
- Bois, arbres
- Personnes: voir l'eau :)
- Puissance décroît de façon exponentielle dans le medium; décroissement linéaire en dB

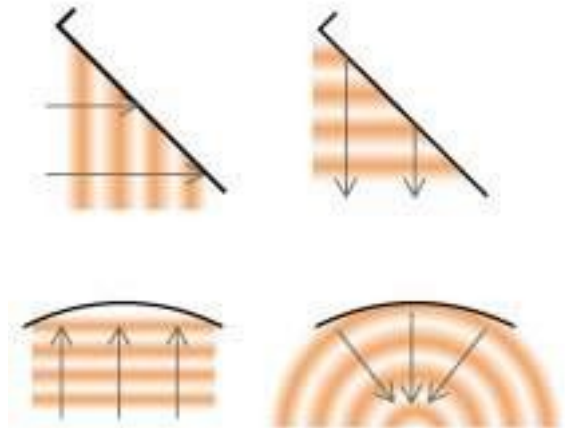
# Ondes radio: réflexion

- Réflexion des micro ondes principalement par les surfaces de métal, mais aussi les surfaces d'eau
- angle d'approche = angle de départ



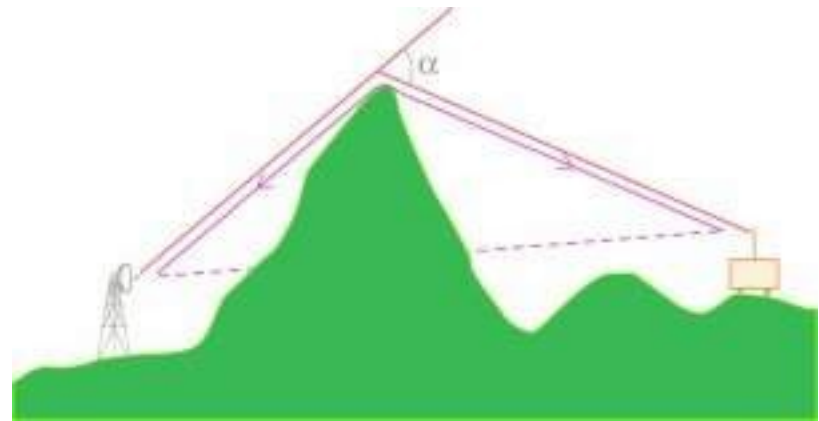
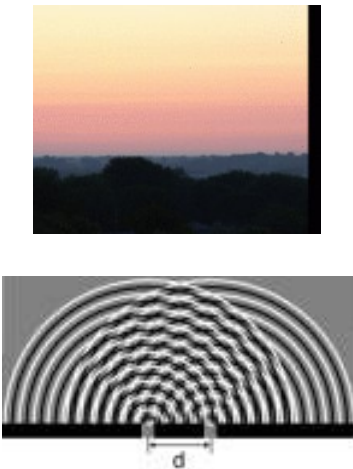
e.g. réflecteur plan

réflecteur parabolique



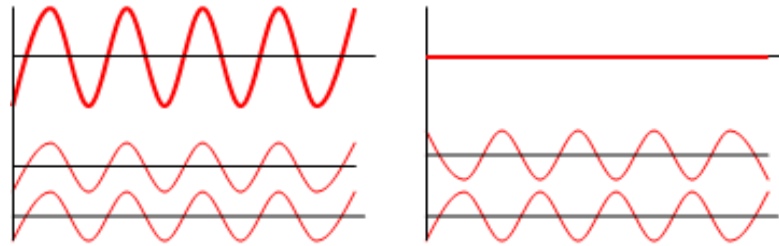
# Ondes radio: diffraction

- La diffraction est la flexion et l'éparpillement des ondes lorsqu'elles rencontrent une obstruction . En proportion approximative avec la longueur d'onde.
- Raison: le principe de Huygens



# Ondes radio: interférence

- Les ondes peuvent s'annuler, comme quoi  $1 + 1 = 0$ .



Par rapport aux technologies sans fil, le terme *interférence* est utilisé dans un sens plus large, notamment pour décrire des perturbations d'autres sources radio (ex : canaux avoisinants).

# Ondes radio: La dépendance des fréquences sur les effets

- *Règles de base:*

Plus une onde est longue, plus sa distance de déplacement est élevée

Plus une onde est longue, meilleure est sa capacité de contourner ou d'éviter des objets

Plus une onde est courte, plus elle peut transporter des données

# La propagation radio dans l'espace libre

- Free Space Loss (FSL)
- Zones de Fresnel
- Ligne visuelle
- Effets par trajets multiples

# Le dB

- Définition:  $10 * \text{Log} (P1 / P0)$

Rappel important:

3 dB = deux fois la puissance

10 dB = ordre de grandeur = x 10

- dBs relatifs:

dBm = relatif à 1 mW

dBi = relatif à l'antenne isotrope idéale

- Les calculs des dBs est une composante standard de la planification des systèmes sans fil, ex: faire des budgets de liens

# Le dB: exemples

- 1 mW = 0 dBm
- 100 mW = 20 dBm
- 1 W = 30 dBm
  
- “Une antenne omni avec un gain de 6 dBi ”
- “Un câble (RG213) avec une perte de 0.5 dB/m”

# Free space loss

- La perte de puissance dans l'espace libre est proportionnelle au carré de la distance et est aussi proportionnelle au carré de la fréquence radio – en dB :

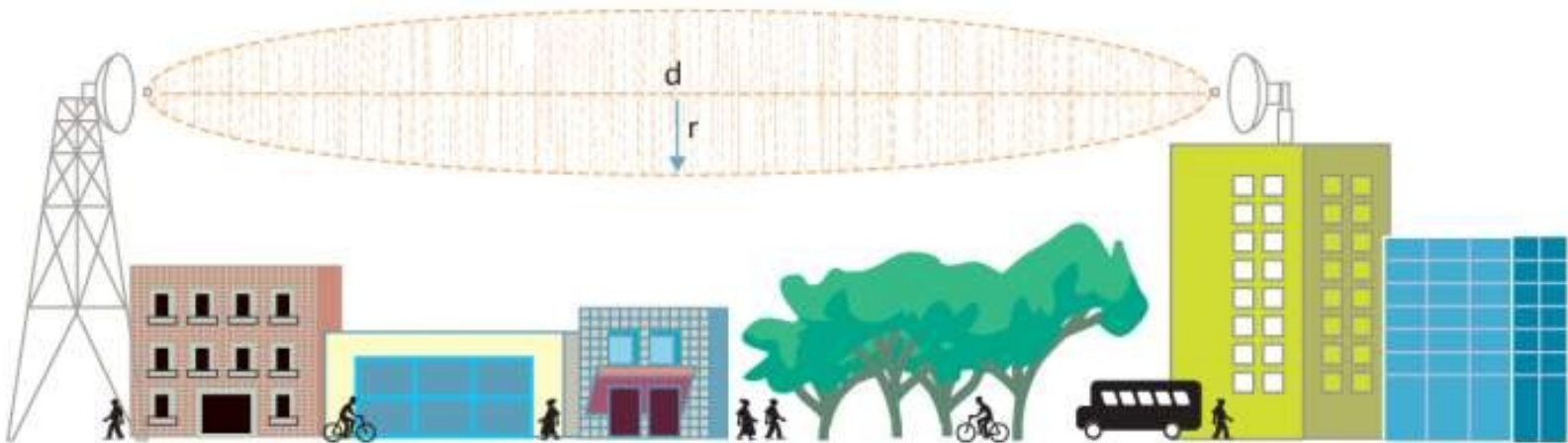
$$FSL [dB] = C + 20 * \text{Log}(D) + 20 * \text{Log}(F)$$

*D distance et F fréquence [MHz].*

*La constante C est 36.6 si D est en miles et 32.5 si D est en kilomètres*

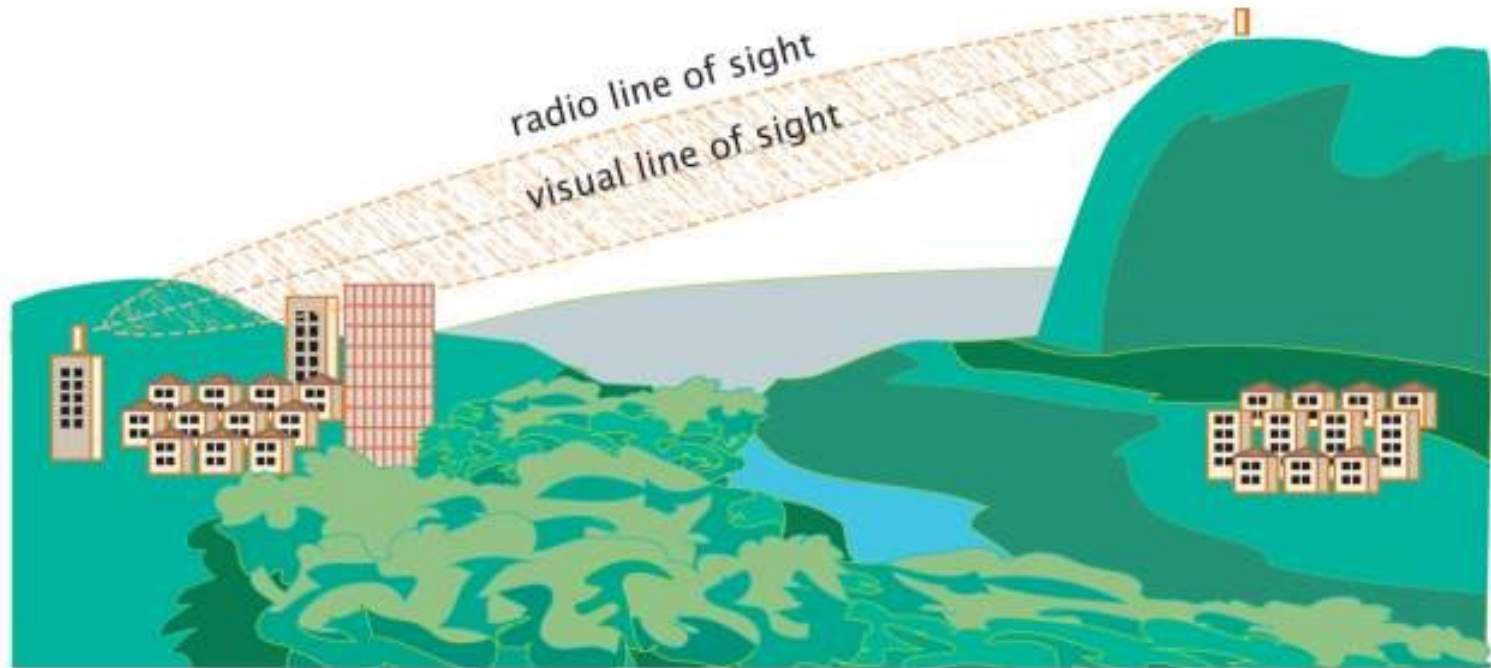
*à 2.4GHz: 100 dB dans le premier Km, 6dB chaque doublement*

# Zones de Fresnel

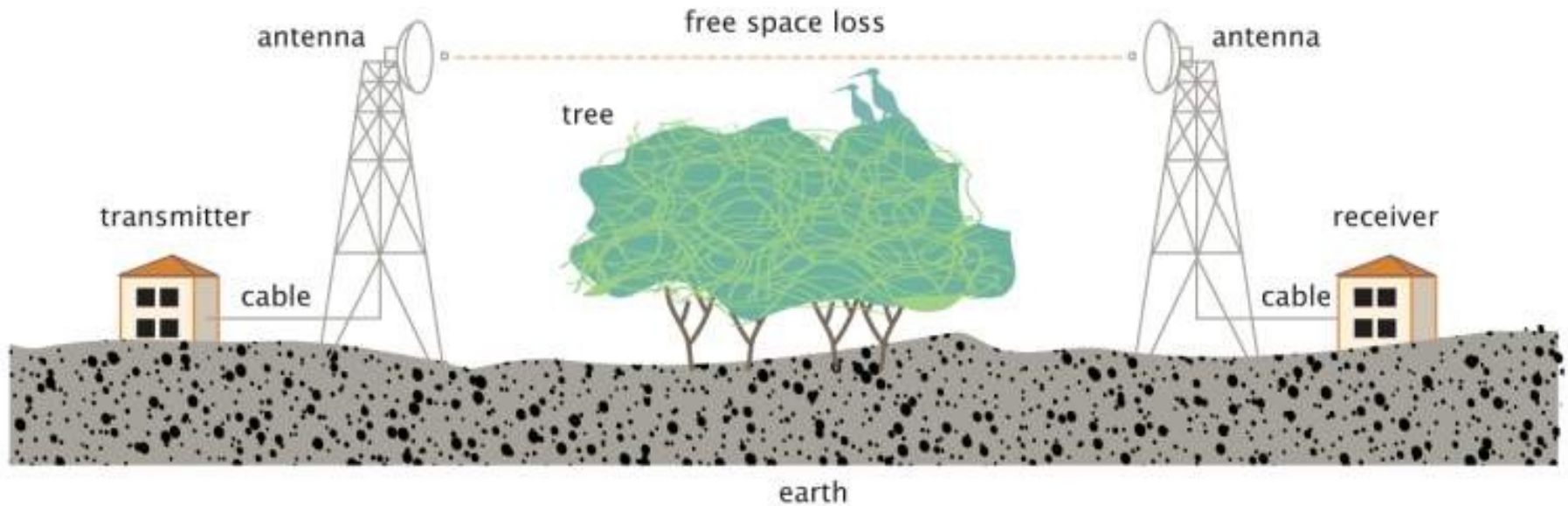


# Ligne visuelle

En général, il faut une ligne visuelle libre pour établir un lien radio, ainsi qu'un espace qui entoure cette ligne.



# Exemple: visibilité incomplete



# Effets par trajets multiples

- Le même signal peut se rendre au récepteur selon différents chemins, par l'entremise de la réflexion par exemple.
- Il est possible d'utiliser les effets par trajets multiples pour surmonter les limites de la ligne visuelle : des liens sans ligne visuelle

# Puissance de transmission (Tx)

- La puissance de sortie d'une carte radio
- Voici un exemple d'une fiche de données d'une carte 802.11 a/b :

Puissance de rendement :

802.11b: 18 dBm (65 mW) puissance maximale

802.11a: 20 dBm (100 mW) puissance maximale

# La sensibilité de réception (Rx)

- Ceci nous indique le niveau de puissance nécessaire pour s'assurer que la carte radio fonctionne correctement.
- Voici un exemple d'une fiche de données d'une carte 802.11b :  
Sensibilité de réception:
  - 1 Mbps: -95 dBm
  - 2 Mbps: -93 dBm
  - 5.5 Mbps: -91 dBm
  - 11 Mbps: -89 dBm

# Lorsque la physique devient importante

- Toujours!  
... et surtout quand ...
  - Quand le point d'accès est placé sous un bureau
  - Quand l'hiver termine et le printemps commence
  - Durant l'heure de pointe dans une ville
  - Lorsqu'on tente d'établir des liens de très longue distance (vitesse de la lumière)
- Lorsqu'on doit distinguer entre la vérité et les promesses du marketing

# Exemples: réseau dans un bureau

- Les bureaux produisent des effets par trajets multiples très importants
- Objets problématiques: personnes :), métal l'infrastructure (ordinateurs, radiateurs, bureaux, même les CDs !)
- Ainsi, le choix de l'emplacement des antennes est très important

# Exemples: quand l'hiver passe au printemps ...

- Peu importe votre zone climatique, des facteurs comme la végétation, l'humidité et la pluie changent avec les saisons!
- Les arbres secs peuvent être transparents, mais les arbres verts ne sont pas!

# Exemples: l'heure de point dans la ville

- Dans les environnements urbains, les conditions changent à chaque heure (les personnes, les camions, les autos, l'interférence électromagnétique).
- Il faut prendre des mesures des ondes radio autant les dimanches tranquilles que les lundis quand tout le monde travaille et se déplace.

# Exemples: quand la vitesse de la lumière entre en jeu

- Les variantes connues du standard 802.11 établissent des délais d'attente : PCF, DIFS, SIFS
- Pour les liens de longue distance, le temps élevé nécessaire au déplacement des signaux peut causer des pertes de performance et d'importants délais d'attente.
- Selon le matériel en question, ceci peut rentrer en ligne de compte avec des distances de 1-2 kilomètres et pour 100km, c'est certain que ceci devient un problème à considérer.
- Un exemple typique de problèmes avec les délais d'attente serait la prépondérance de pertes des paquets malgré un bon signal radio.

# Exemples: voir à travers le discours du marketing

- Une antenne ou dispositif radio ne peut pas avoir une portée ou une distance à lui seul...c'est comme une seule main qui applaudit!
- Même si WIMAX promet la capacité de transmettre les ondes dans des conditions de NLOS, les ondes micro ne peuvent pas traverser du matériel absorbant.

# Lectures additionnelles: URLs

- Le meilleur point de départ:  
<http://www.wikipedia.org>  
vous trouverez les articles et liens à ce site!

# Conclusion

- Nous avons identifié le porteur des réseaux sans fil comme étant les ondes électromagnétiques dans la zone des 2 à 5 GHz.
- Nous comprenons les principes de base de la propagation, absorption, la réflexion et l'interférence et leurs effets.
- Nous appliquons ces connaissances au cas réels ainsi qu'aux fausses promesses du marketing.