

# SaE 22

# Mesurer et caractériser un signal ou un système

UCA / IUT / BUT R&T 1<sup>ère</sup> année

# Organisation

- 1 séance de cours (N. Fortino)
- 3 \* 3h de TP (N. Fortino, F. Payan, J. Roqui)
- 12h de projet (travail personnel/en groupe)

# Objectifs de la SaE22

S'appuie sur les ressources :

- R104 (Elec),
- R205, R206 (Elec/Télécom)
- R113, R114, R213, et R214 (Maths du signal)

Les objectifs de cette SaE sont donc multiples :

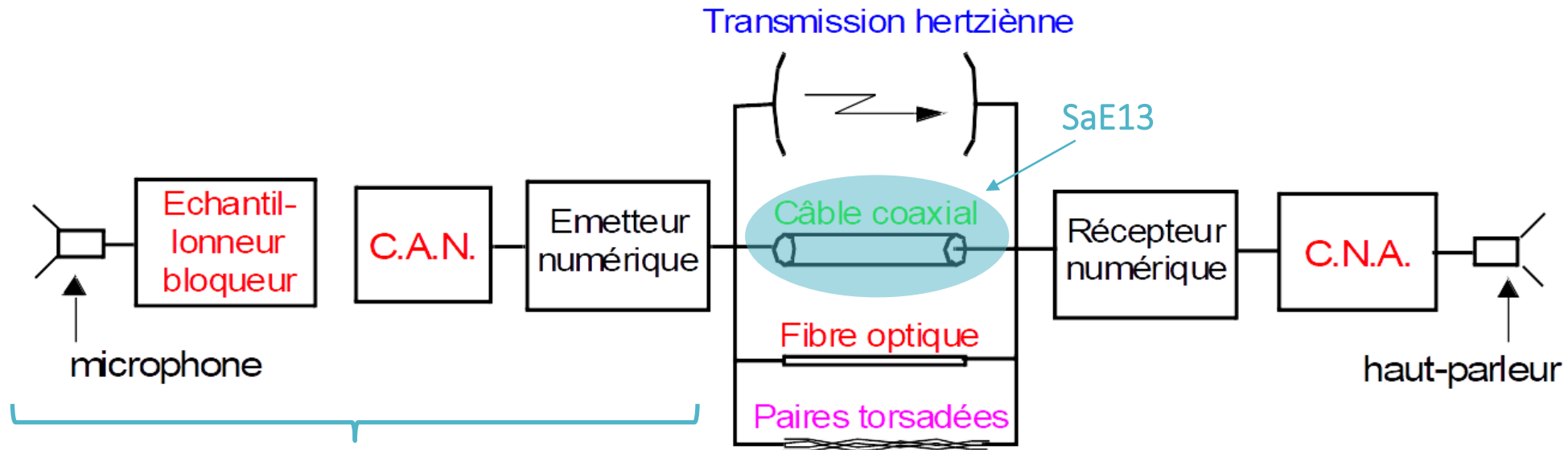
- Analyser des signaux en temps et en fréquence
- Caractériser un système de transmission
- Présenter les résultats obtenus

# Livrables de la SaE22

- Un **rapport écrit**
  - compte rendu des heures de projets
  - compte rendu des Travaux Pratiques encadrés

-

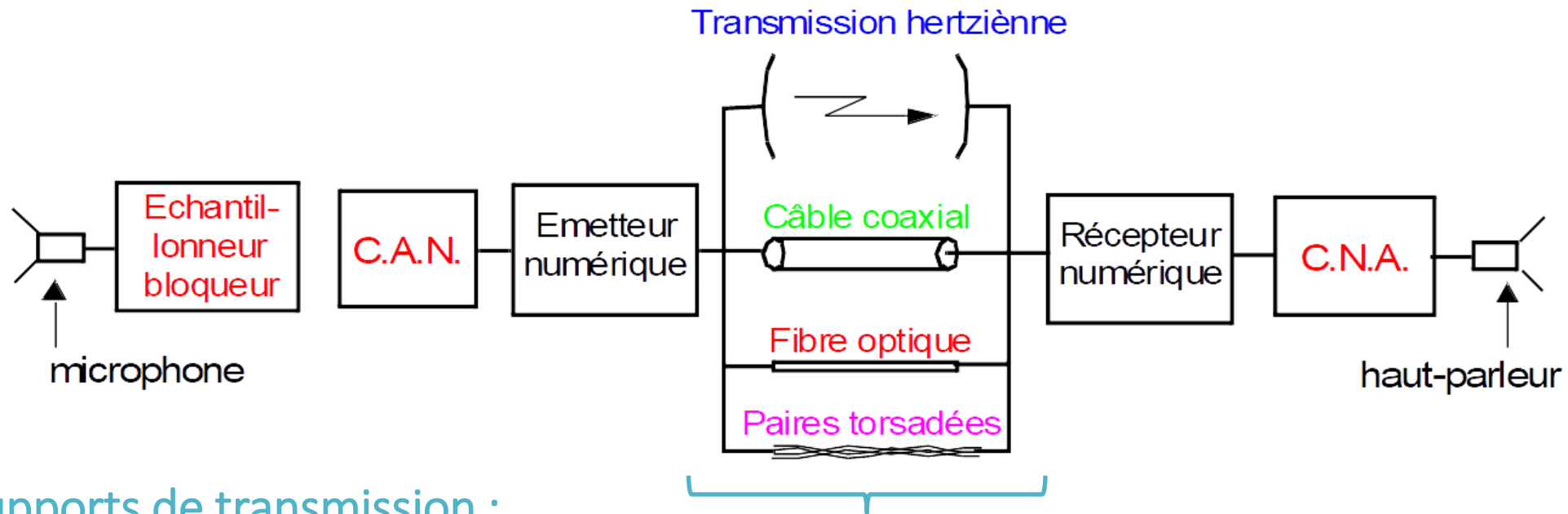
# Chaine de transmission numérique



## Système d'émission :

- **microphone** : ondes acoustiques => signaux électriques analogiques,
- **échantillonneur-bloqueur** : signal analogique => signal analogique temps discret (marche d'escalier)
- **CAN (convertisseur analogique-numérique)** : signal analogique => signal numérique binaire,
- **émetteur numérique** : codage et modulation numérique.

# Chaine de transmission numérique

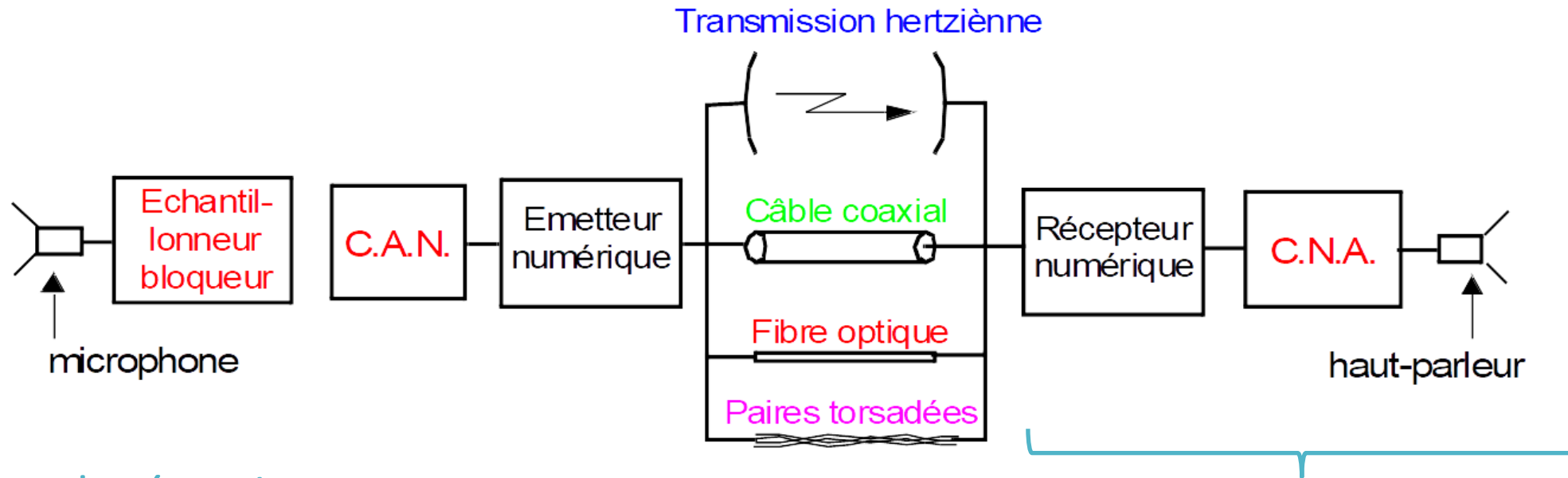


## Les supports de transmission :

Transportent les signaux contenant l'information. Les principaux sont :

- **l'espace libre de propagation** (communications hyperfréquences),
- **les fibres optiques** (communications optiques),
- **les câbles coaxiaux, les paires torsadées** (signaux électriques).

# Chaine de transmission numérique



## Système de réception :

- **récepteur numérique** : démodulation numérique et de décodage,
- **CNA (convertisseur numérique-analogique)** : signal numérique binaire => signal analogique,
- **haut parleur** : signal électrique => onde acoustique

# En simulation (M. Payan)

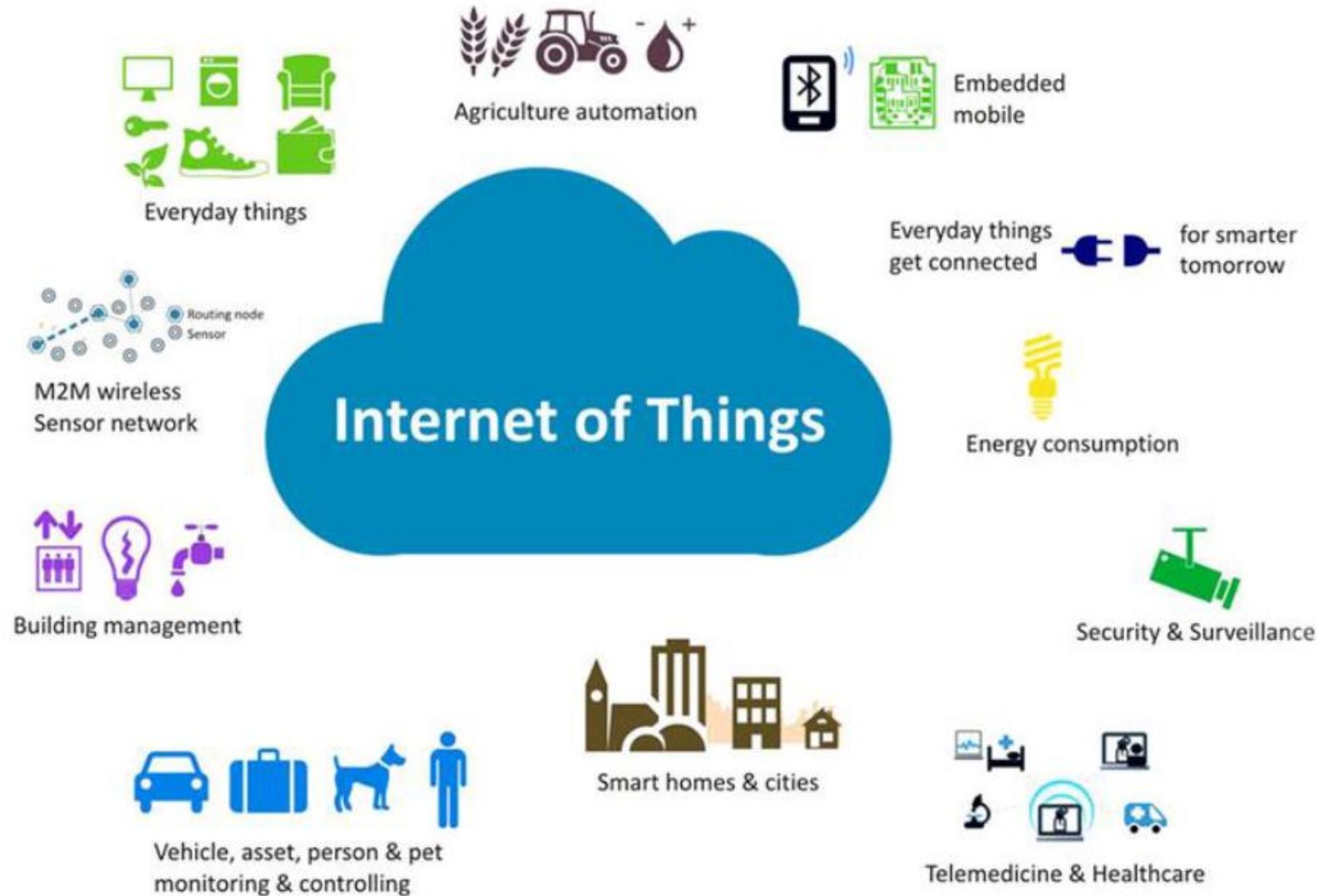
Sous Python :

- **Caractérisation** d'un système inconnu « **black box** »
- **Etude** de l'influence de la **numérisation** (quantification/échantillonnage)
- « **Débruitage** » d'un signal audio



# Mesure (2) : LoRaWAN (Fortino / Roqui)

Long-Range Wide-Area Network : « réseau étendu à longue portée »

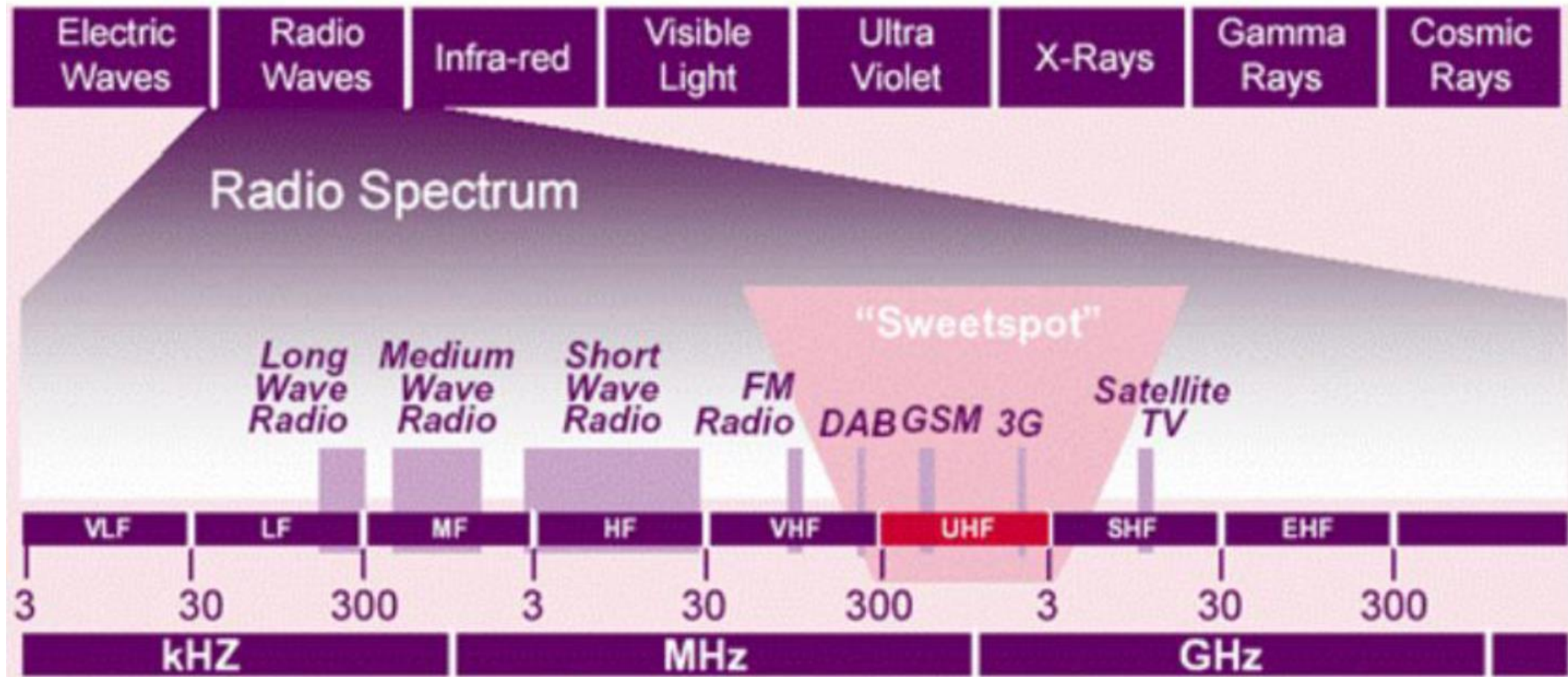


# En mesure (M. Roqui - Fortino)

En utilisant les cartes LoRa UCA en émission et réception :

- Déterminer un cahier de charges personnel
- **Etude de faisabilité** lors des séances de préparation
  - portée
  - consommation
  - débit
- **Validation** lors des séances encadrées
- **Rapport d'étude critique de votre projet**

# Le spectre des fréquences



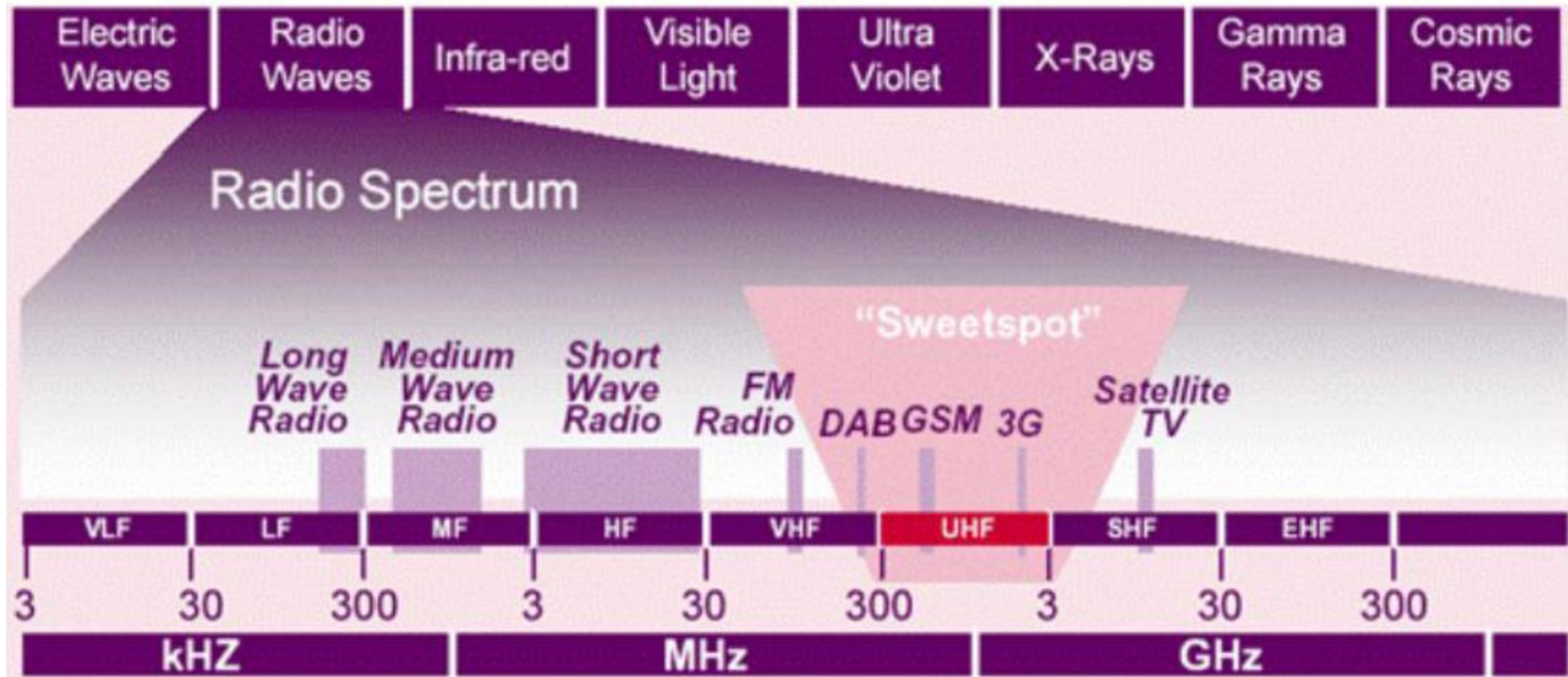
# Question clicker

Selon vous la bande de fréquence utilisée a un influence :

- 1 – sur le bilan de liaison
- 2 – sur la taille des antennes
- 3 – sur aucun des deux
- 4 – sur les deux



# Le spectre des fréquences



*Longue portée*

*Antennes de grande dimensions*



*courte portée*

*Antennes petites*

# Les fréquences « sous licence » et « sans licence »

Une partie du **spectre radio** appartient à des **opérateurs de transmission radio privés** (téléphones cellulaire, TV, etc...)

Certaines parties du **spectre peuvent être utilisée gratuitement** : les **fréquences ISM** (Industrial, Scientific, and Medical) qui sont réservées à des opérations sans licence

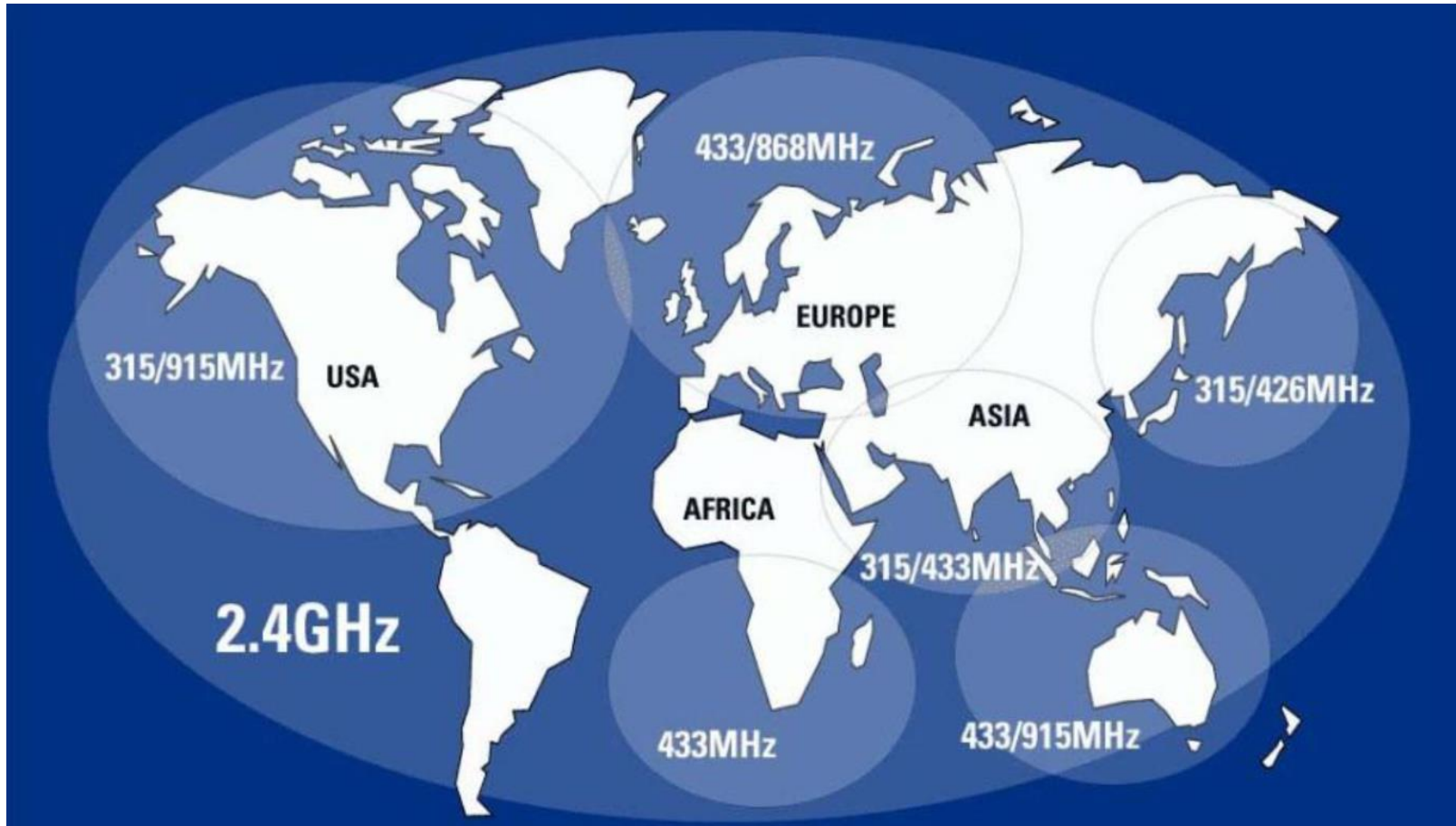
Dans les **bandes de fréquences ISM**, des règles doivent être respectées afin de limiter les **interférences entre utilisateurs**

# Question clicker

Selon vous lequel(le)s de ces applications/équipements utilisent les fréquences ISM :

- 1 – TV Satellite
- 2 – WiFi
- 3 – GSM
- 4 - Four Micro-onde
- 5 – TNT
- 6 – LoRa
- 7 – LTE (4G)

# Les fréquences ISM dans le monde



Pour LoRaWAN en Europe (868 MHz)

Règle d'utilisation : temps d'occupation limitée du canal radio (Duty cycle 0,1 %, 1%, 10%)



# Avantages/inconvénients des diverses ISM

## Sous le GHz :

- bandes non uniformisées dans le monde
- restriction du « *duty cycle* »
- bande passante limitée

## De 2,4 à 2,48 GHz

- sans licence dans la plupart des pays
- grande BP, gros débits
- Courte portée

## De 5 à 6 GHz

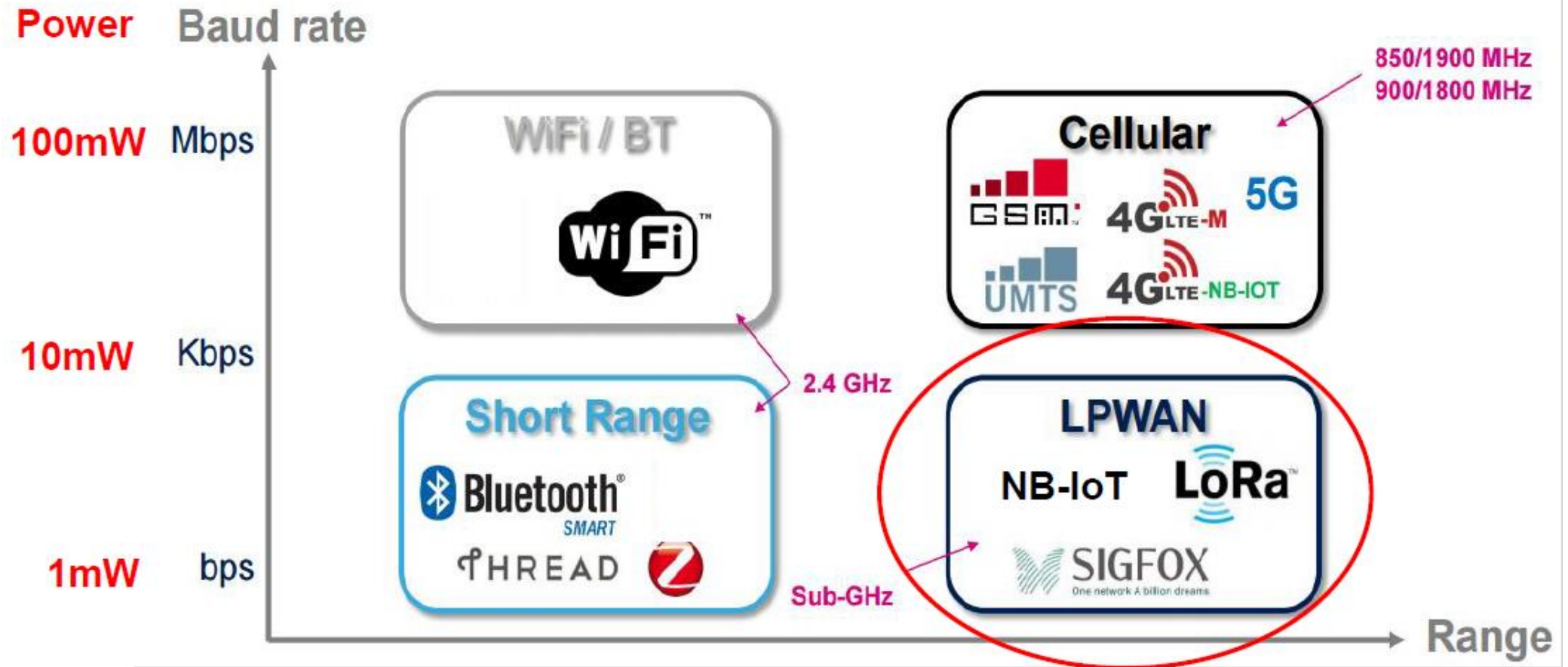
- Disponible partout dans le monde
- Très large BP
- Plus courte portée

## De 57 à 64 GHz

- Disponible partout dans le monde
- Enorme BP et énorme débits
- Très courte portée



# Les compromis conso / débit / portée



# Les compromis conso / débit / portée

| Techno | Net. Type | Freq      | Range | Data Rate     | Power |
|--------|-----------|-----------|-------|---------------|-------|
| Wifi   | Star      | 2.4- 5GHz | 100m  | 100Mb/s       | 1W    |
| BLE    | P2P, mesh | 2.4- 5GHz | 100m  | 1Mb/s         | 10mW  |
| Zigbee | P2P, mesh | 2.4- 5GHz | 250m  | 250kb/s       | 100mW |
| RFID   | P2P       | 900MHz    | 7m    | 500kb/s       | 2W    |
| NFC    | P2P       | 13.56MHz  | 0.1m  | 500kb/s       | 100mW |
| EDGE   | GERAN     | 900MHz    | 15 km | 384kb/s       | 2W    |
| UMTS   | UTRAN     | 2100MHz   | 10 km | 10Mb/s        | 2W    |
| LTE    | UTRAN     | 700 MHz   | 10 km | 100Mb/s       | 2W    |
| SigFox | Star      | 900MHz    | 15km  | 100b/s        | 25mW  |
| LoRa   | Star      | 900MHz    | 15km  | 290b/s- 5kb/s | 25mw  |

# Equipement IOT : les cartes UCA

