

# Techniques de radiolocalisation Indoor

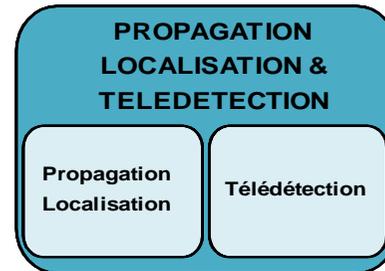
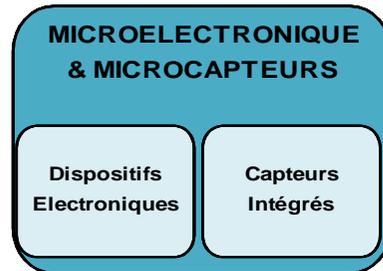
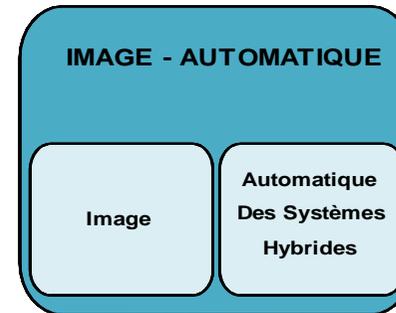
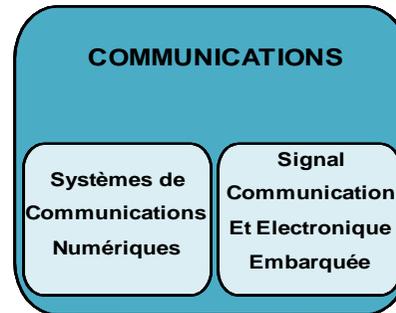
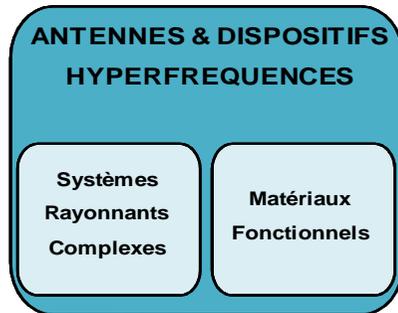
Jean-François Diouris  
Institut d'Electronique et de Télécommunications  
de Rennes

Site de Nantes

[jean-francois.diouris@univ-nantes.fr](mailto:jean-francois.diouris@univ-nantes.fr)

-oOo-

# IETR



- **UMR CNRS : Université de Rennes, INSA Rennes, Supelec, Université de Nantes**
- **111 EC/C, 34 ITA/IATOS, 155 doctorants**

# Sommaire

- **Introduction**
- **Principes et algorithmes**
- **Panorama de différents systèmes**
- **Conclusion et quelques perspectives de recherches**

**Référence** : Hiu Liu et al : «Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems», IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics, Vol 37, No 6, November 2007

# Introduction

- **Logistique :**  
Entrepôts, Equipements
- **Sécurité :**  
Surveillance de locaux, localisation de personnes en danger



- **Navigation et guidage**

personnes, robots autonomes, géomarketing



- **Aide à la personne**

sécurité, santé etc...



## Introduction (suite)

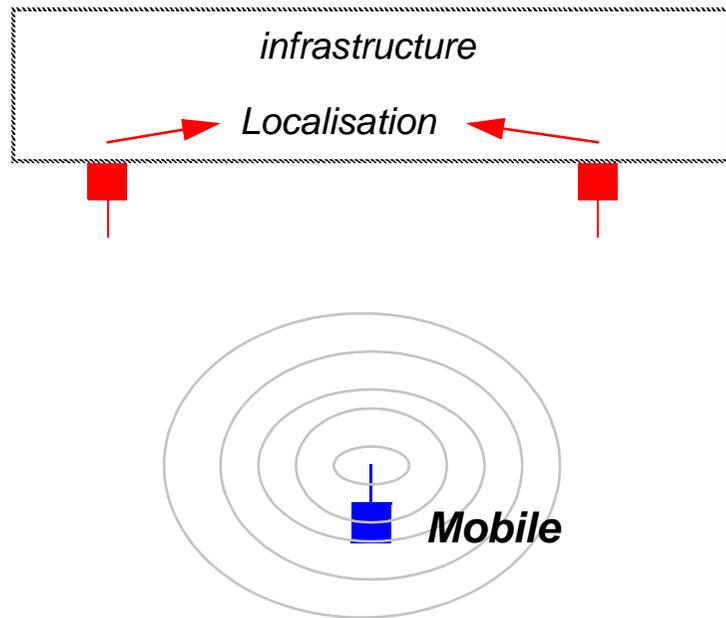
- **Beaucoup de progrès ces dernières années:**
  - Déploiement des technologies sans fil (smartphone, objets communicants, réseaux de capteurs)
  - Applications grand public de la localisation
  - Internet of Things, informatique ubiquitaire
  - **Peut-on avoir en Indoor des services de localisation performants?**

# Différents types de localisation

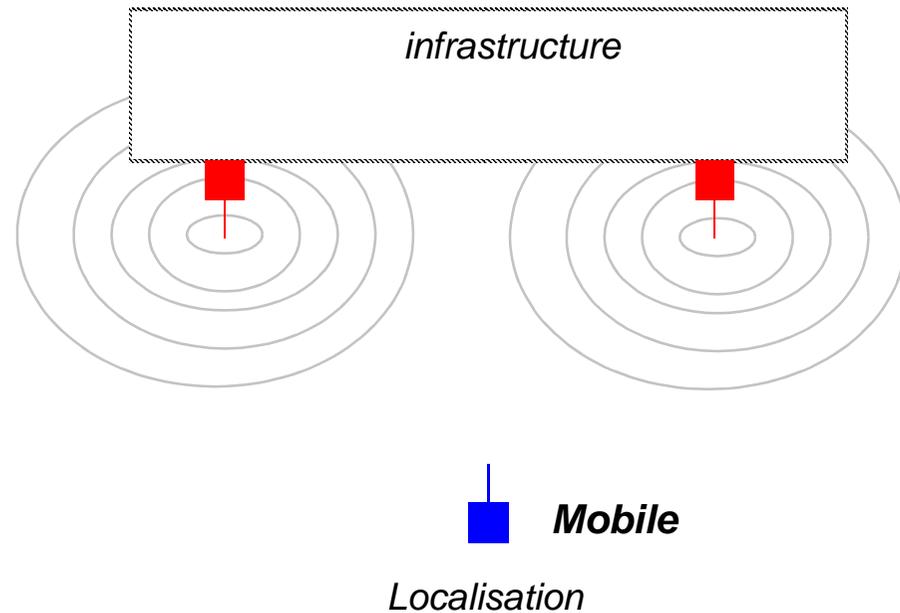
- **Localisation absolue**  
Positionnement sur un plan  $(x,y,z)$
- **Localisation relative**  
Localisation par rapport à un site, une borne
- **Localisation symbolique**  
Langage symbolique: dans une pièce, à l'étage

# Topologie des systèmes de localisation

**Système  
de Localisation à distance**



**Auto-localisation**

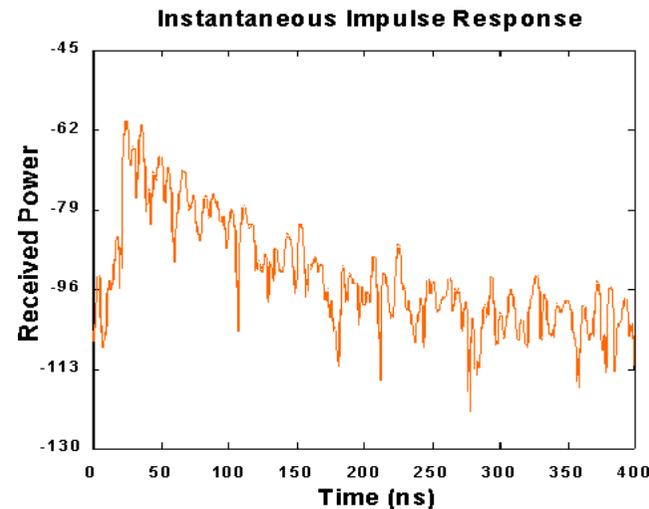
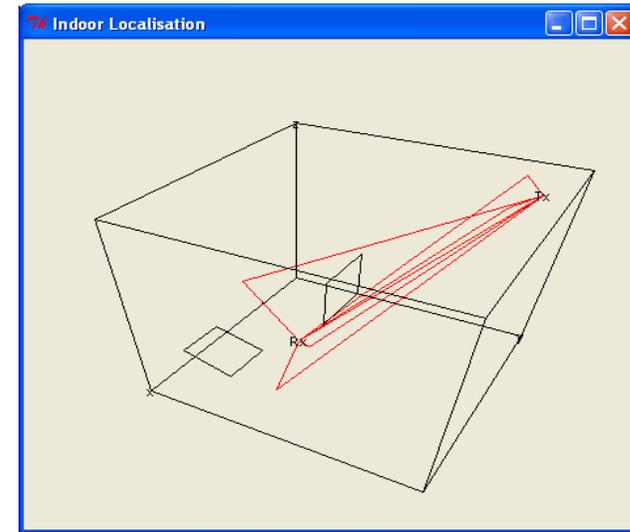


# Principes des mesures et algorithmes

- **Complexité de la propagation**
- **Principes des mesures**
- **Bilan comparatif sur les mesures**

- **Complexité de la propagation indoor**

- Multitrajet
- Evanouissements (fading)
- Ombrage, visibilité non garantie

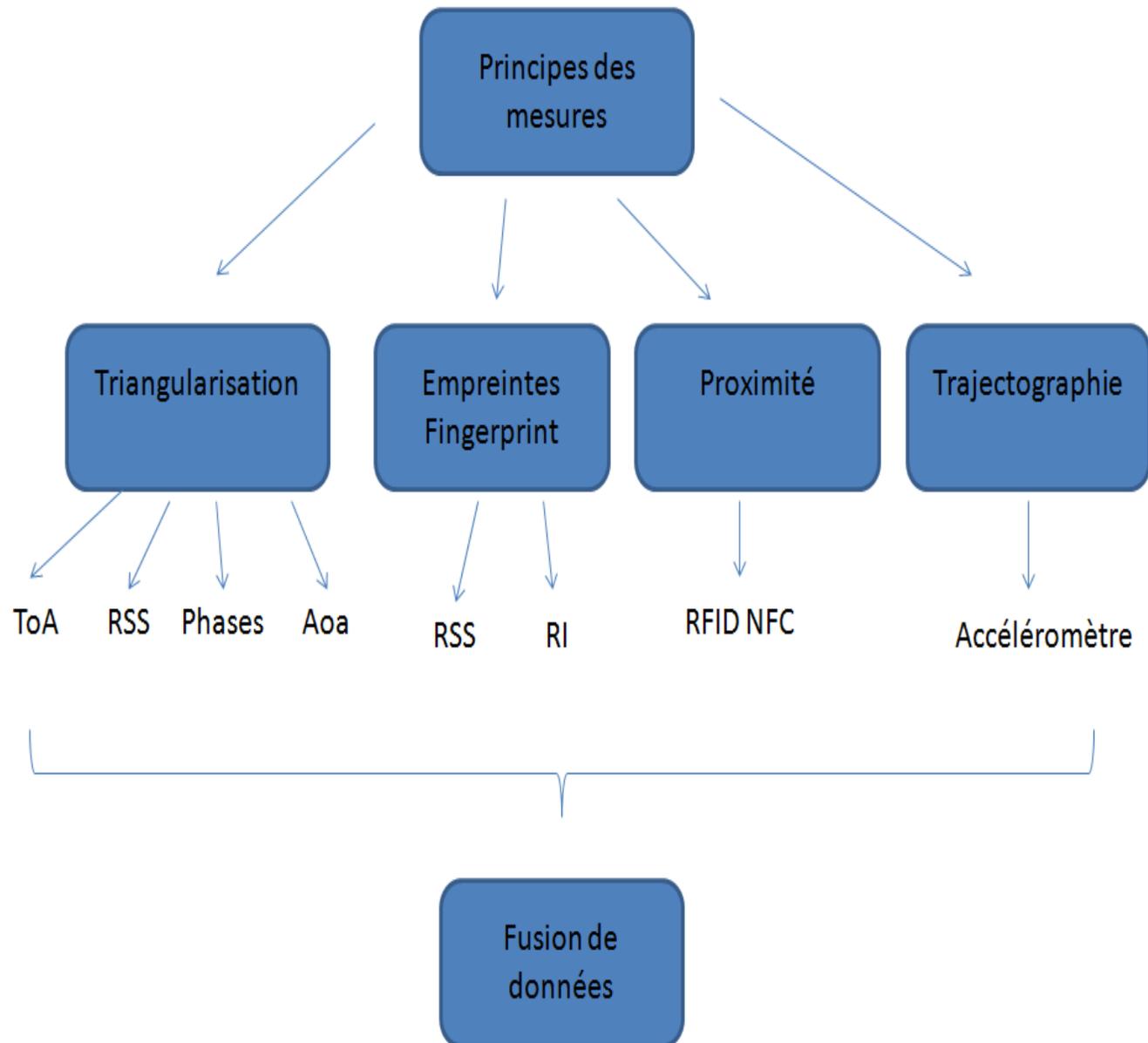


- **Principes de mesures sensibles au canal de propagation**

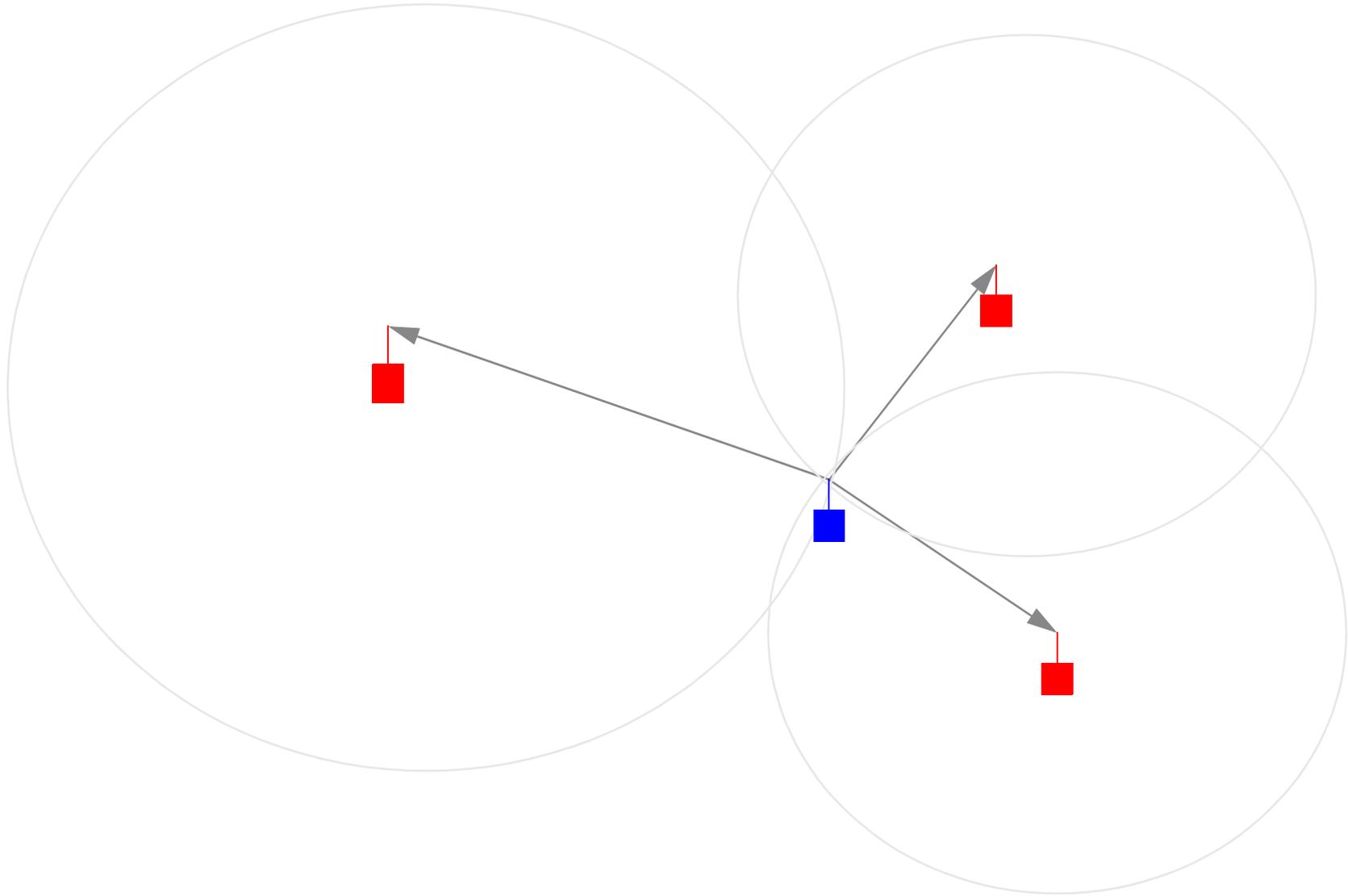
**=> Combiner plusieurs principes ou approches**

**=> Erreurs possibles**

# Principes des mesures



# Triangularisation



# Triangularisation : mesures de distances

- **Mesure des temps de parcours**

Systeme d'équations surdéterminé.

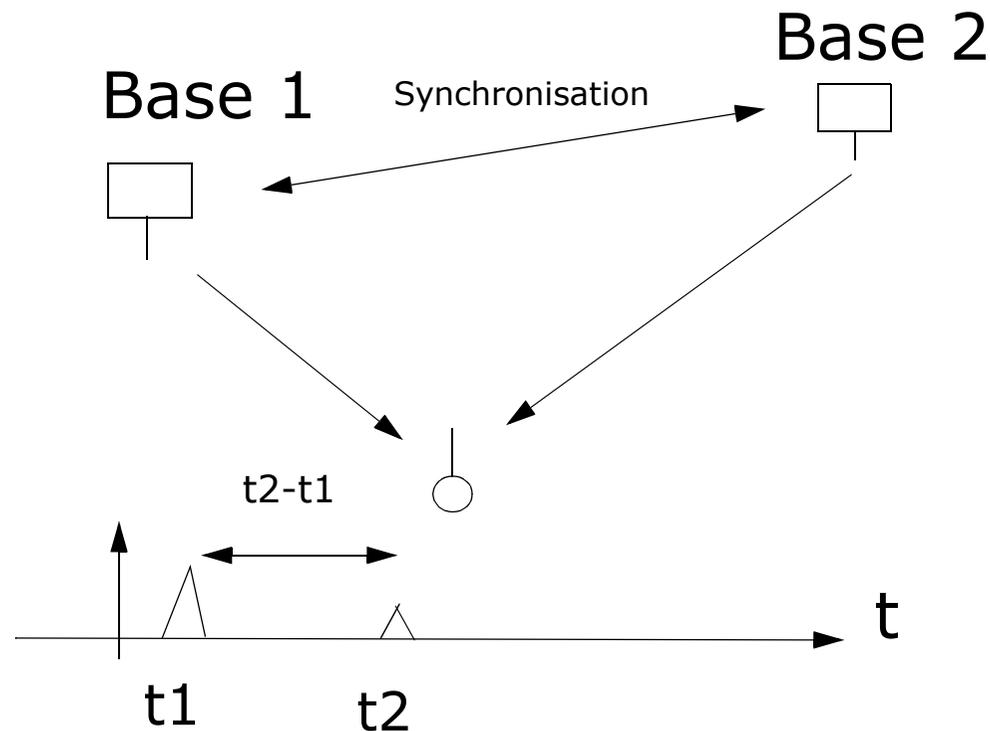
La résolution peut prendre en compte la fiabilité de la mesure

- ++ UWB, DSSS

- Synchronisation du mobile et des bornes

- Résolution temporelle

- **Mesure des différences de temps de parcours**
  - ++ UWB, DSSS
  - Synchronisation des bornes
  - Résolution temporelle



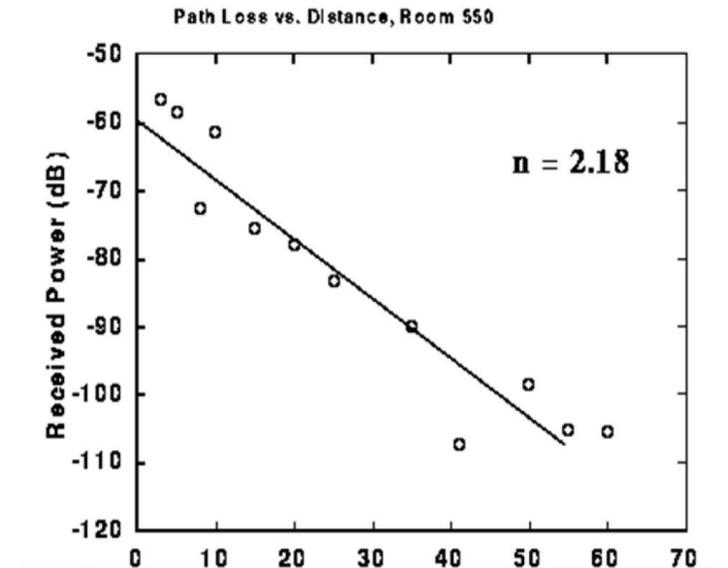
# Triangularisation : mesures de distances

- **Atténuation du signal (Received Signal Strength RSS)**

++ Simple et disponible

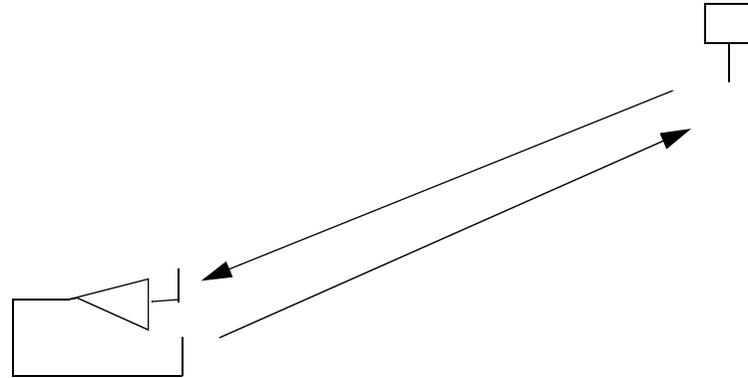
-- Sensible aux évanouissements et ombrage

=> **Mesures multiples à la base (diversité), modèles d'atténuation d'espace spécifiques au site**



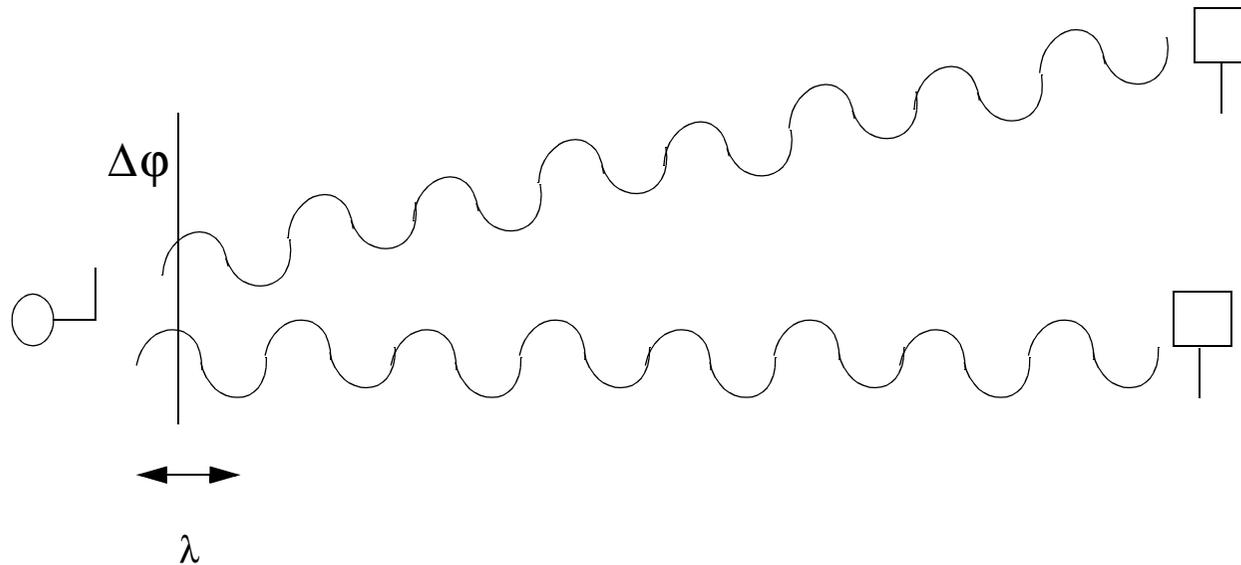
- **Temps d'aller retour**

Techniques radar avec transpondeur



++ Peu de contraintes de synchronisation

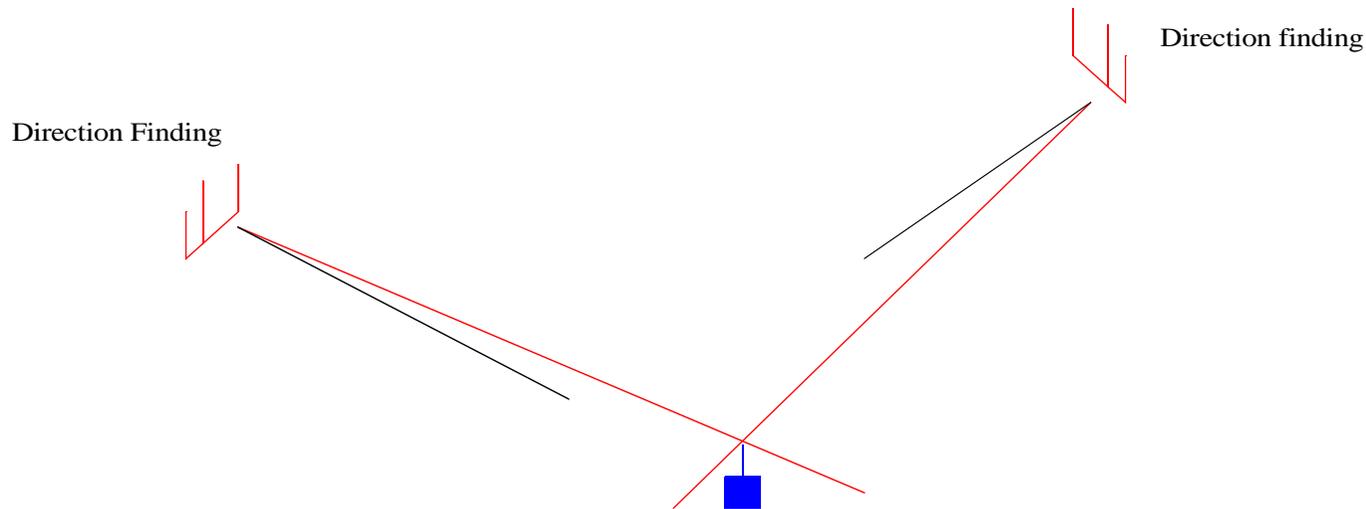
# ● Mesures de phase



- ambiguïté d'une longueur d'onde
- sensible au multi-trajet

**=> Utilisées conjointement avec d'autres méthodes pour améliorer la précision (RSS par exemple).**

# Triangularisation : mesures angulaires



- **Réseau d'antennes**

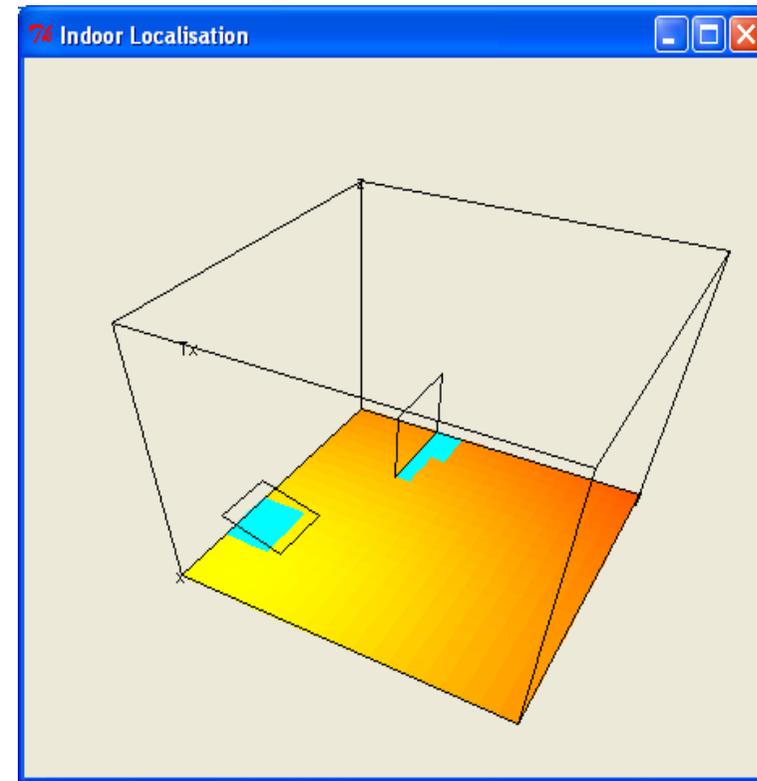
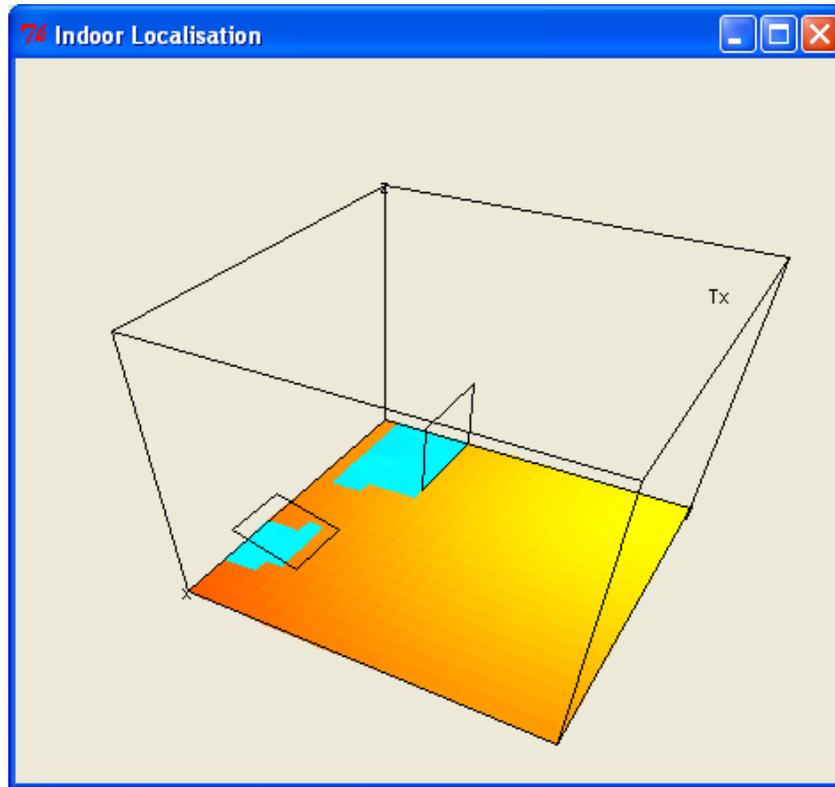
- ++ pas de synchronisation nécessaire

- sensible à l'ombrage

- et multi-trajet (sources diffuses)

- précision angulaire et complexité

# Analyse de scènes

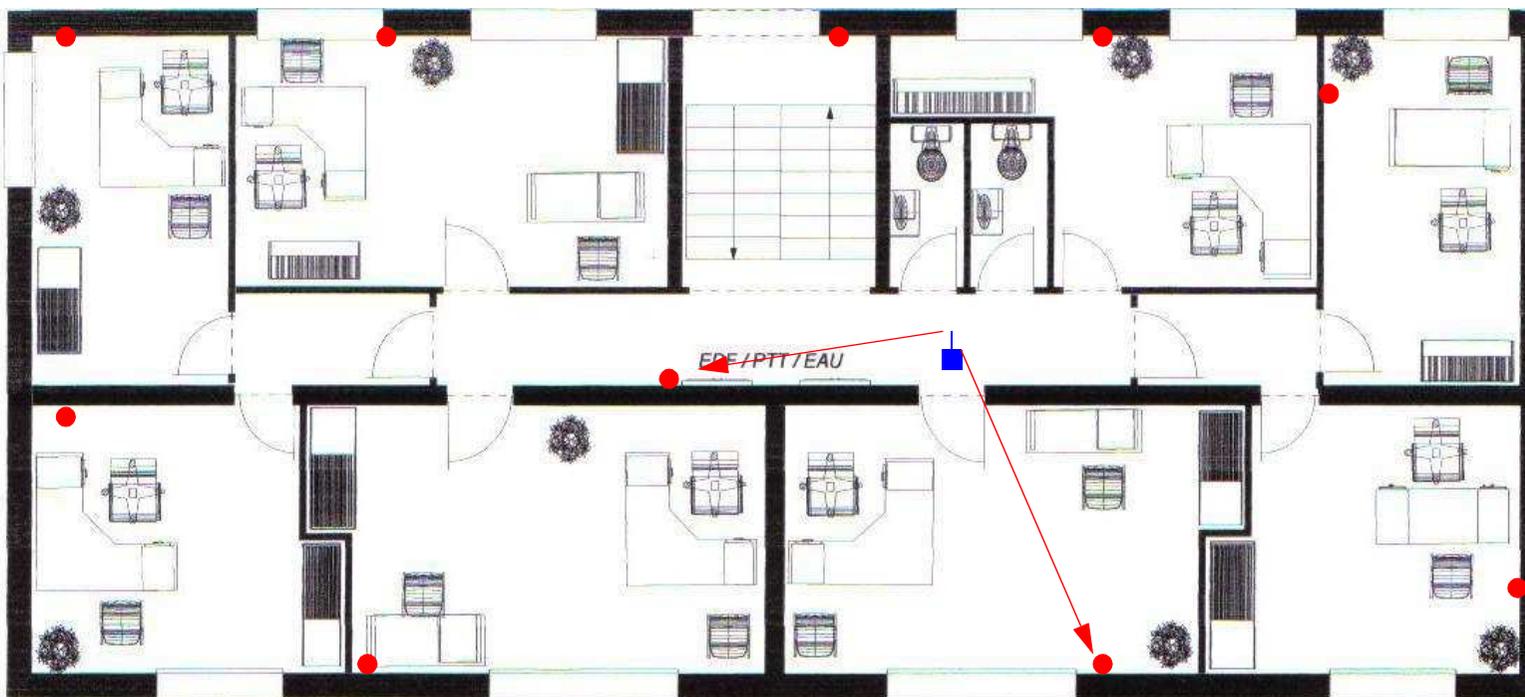


Une position est caractérisée par

- un niveau reçu
- une réponse impulsionnelle

- **Deux étapes:**
  - 1) Mesures des empreintes (RSS, Réponse impulsionnelle) (apprentissage)
  - 2) Comparaison des mesures aux empreintes
- **Méthodes:**
  - maximum de vraisemblance :  
Li si  $p(s/Li) > p(s/Lj)$
  - k plus proches voisins
  - Réseaux de neurones, SVM (support vector machines), ...

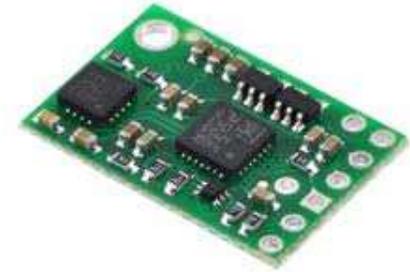
# Méthodes par proximité



- ++ Simple à implémenter:
- RFID, Infra-Rouge
- Identification de Cellules

# Trajectographie

Utilisation de capteurs  
(accéléromètre, gyroscope,  
boussole) pour reconstituer  
la trajectoire du mobile.



- Recalage périodique en utilisant un autre procédé de localisation
- ++ disponibilité des capteurs (faible coût) dans les smartphones
- ++ intéressant pour les zones d'ombre d'autres techniques

# Bilan méthodes

Méthodes	Avantages	Inconvénients
Méthodes géométriques		
RSS	Simple et peu sensible aux problèmes de synchronisation ou de largeur de bande RF	Faible précision. Requier un modèle spécifique de l'environnement
Aoa	Nécessite seulement deux bases pour la localisation	Sensibilité au blocage des trajets directs et multitrajets. Précision dépend de la bande RF
Toa	Précision potentielle en fonction de l'application	Précision dépend de la bande RF. Très forte sensibilité au blocage des trajets directs.
Trajectographie	Pas de zone d'ombre	dérive (recalage avec une autre technique obligatoire)
Méthodes de « Mapping »		
Fingerprint	Résistance au blocage des trajets directs	Requier acquisition d'une base de données importante.
Proximité	Simplicité (pas d'apprentissage), fiabilité	Faible précision, localisation de zone

# Systemes existants

- **Approches dédiées**
- **Approches opportunistes**

# GPS

- **Faible couverture indoor**  
(-160 à -200dBW)
- **Multi-trajet**
- **Problème de dynamique**  
(éblouissements)
- **Plusieurs techniques possibles:**
  - récepteur outdoor aide le système indoor à se synchroniser (A-GPS)
  - répéteurs
  - récepteurs très sensibles

# RFID

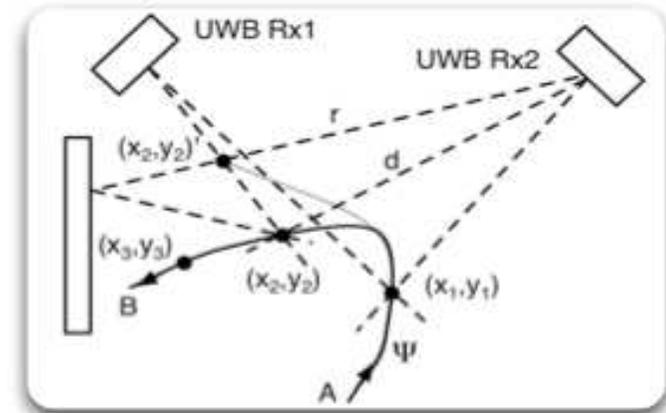
- **RFID tag et lecteurs**
- **RFID passifs (1-2 m)**
- **RFID actifs (qq 10 m)**
- **Localisation et identification**
- **Mesures RSS, analyses de scènes, plus proches voisins, diversité de fréquences**

# Réseaux cellulaires

- **Large disponibilité  
(infrastructure et terminaux)**
- **Méthodes basées sur l'identification de cellule : précision 50-200 m**
- **Méthodes basées sur le niveau reçu  
(RSS, fingerprint)**
- **Exploitation de plusieurs canaux  
=> précision: l'ordre du m en Indoor**

# UWB

- **Emission d'impulsion ( $<1\text{ns}$ )**
- **Avantages : résolution temporelle, consommation, pas d'interférence, propagation à travers certains obstacles**
- **Mesures des TDOA et AOA (localisation avec deux capteurs)**



# WLAN (IEEE802.11)

- **Disponibilité en INDOOR**
- **Mesures des niveaux reçus**
- **Différentes méthodes:**

Apprentissage et modélisation propagation

=> **précision de l'ordre du m**

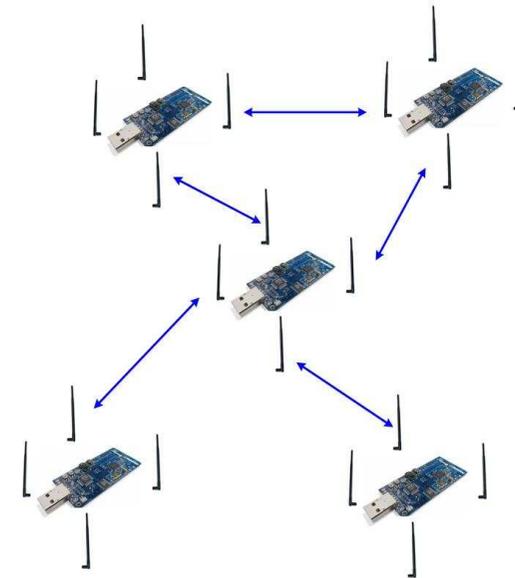


# Bluetooth (IEEE 802.15)

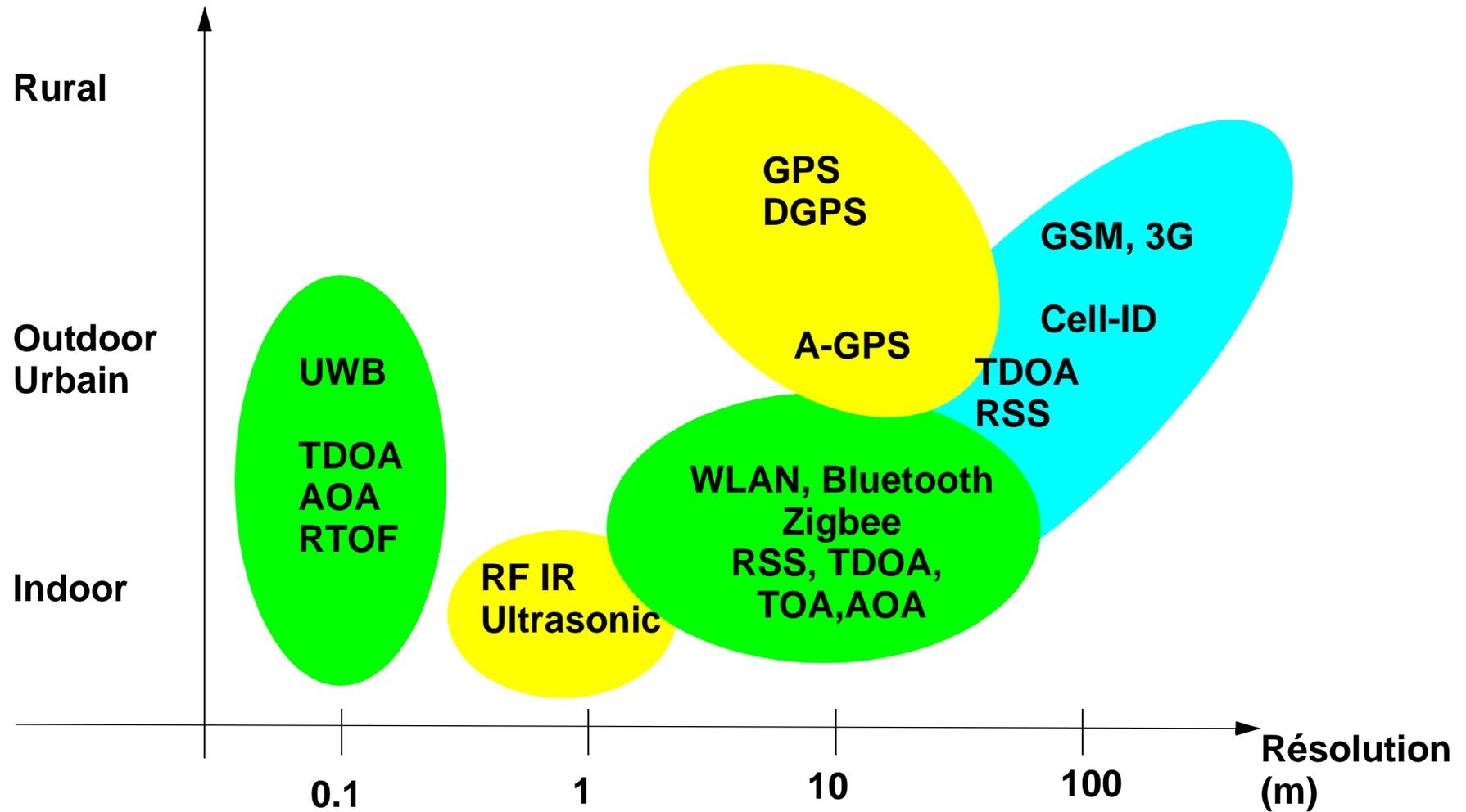
- **Portée plus faible**
- **Coûts et consommation faibles**
- **Disponible dans de nombreux dispositifs**

# Wireless Sensor Network

- **Noeud faible coût, basse consommation**
- **Protocoles adhoc**
- **Mesures RSS et communications entre capteurs**
- **Couche physique Zigbee**



# Synthèse



# Conclusion

- **Difficultés liées à la propagation**
- **Méthodes : fingerprint, TDOA, AOA**
- **Diversité des besoins des applications**
- **Approches dédiées ou opportunistes**
- **Nombreuses solutions existantes**

# Perspectives

- 1. Eviter l'apprentissage : modèles de propagation simplifiés, fusion de données**
- 2. Fonctionnement conjoint**
  - de plusieurs systèmes de localisation
  - autres technologies : IR, inertie, ultrason
- 3. Déploiement optimal ou simplifié des capteurs**
- 4. Efficacité énergétique**