



Terminal à interfaces radio multiples (TRM) Cas de la technologie UWB

Serge HETHUIN – Arnaud TONNERRE



- **Terminaux à Radio Multiples (TRM)**
 - Combinaison de technologies radio dans un même terminal
 - Intérêt de la démarche
 - Défis à relever

- **Intégration de l'Ultra Large Bande dans les TRMs**
 - Apport de l'UWB
 - Solutions simples pour l'UWB bas débit
 - Les techniques de localisation

- **Déploiement de l'UWB**
 - Impact de la régulation sur le déploiement
 - Exemples d'application

■ Combinaison de plusieurs technologies radio

■ Une seule technologie n'est pas suffisante

- Pour couvrir tous les services demandés
- Pour s'adapter aux différents environnements
- ...

■ Chaque interface doit apporter de nouvelles possibilités en termes de :

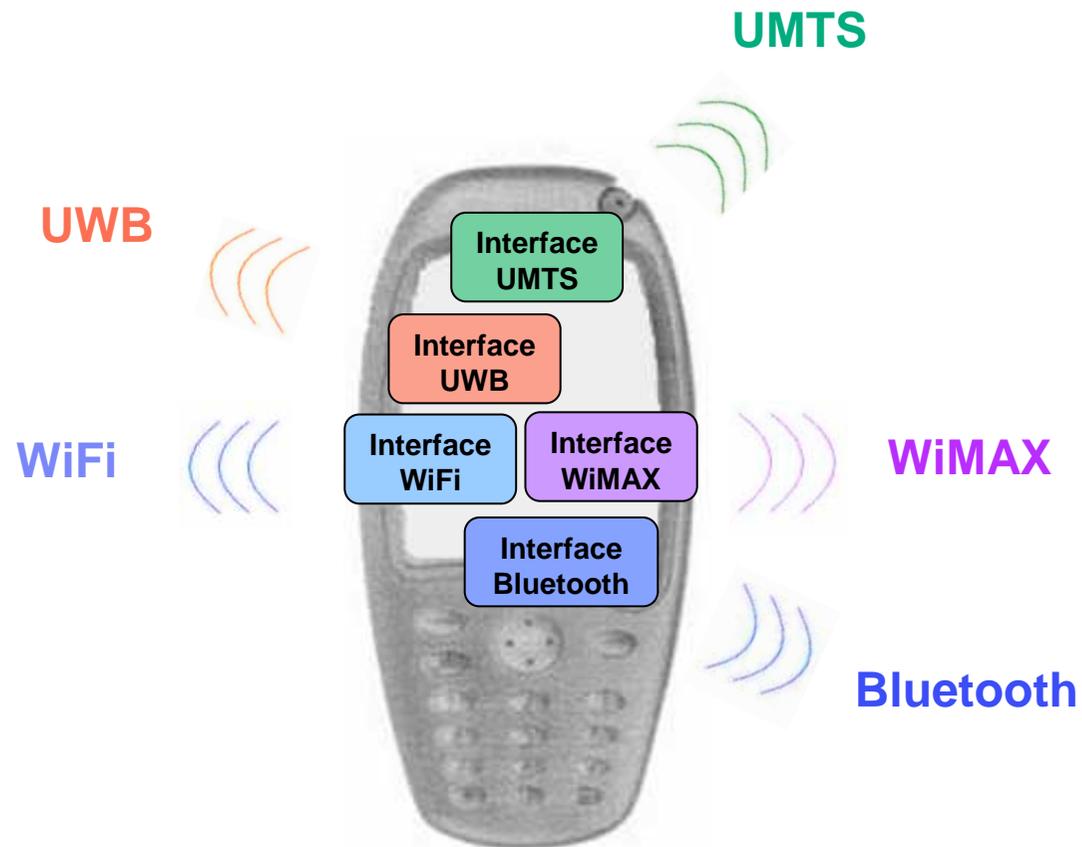
- débit, qualité de service
- couverture
- consommation d'énergie
- ...

■ Les interfaces radio envisagées pour le TRM sont les suivantes :

(en plus de WiFi et Bluetooth déjà existantes)

- **802.16e**
- **802.15.3c**
- **UWB (haut et bas débit)**

■ Terminal à Radio Multiples



■ Point de vue de l'utilisateur

■ En entreprise :

- Réduction des coûts de communication par déploiement de bornes WiFi ou UWB
- Possibilités de filtrage des communications
- Localisation d'employés, d'agents d'entretien .. par bornes UWB

■ A la maison :

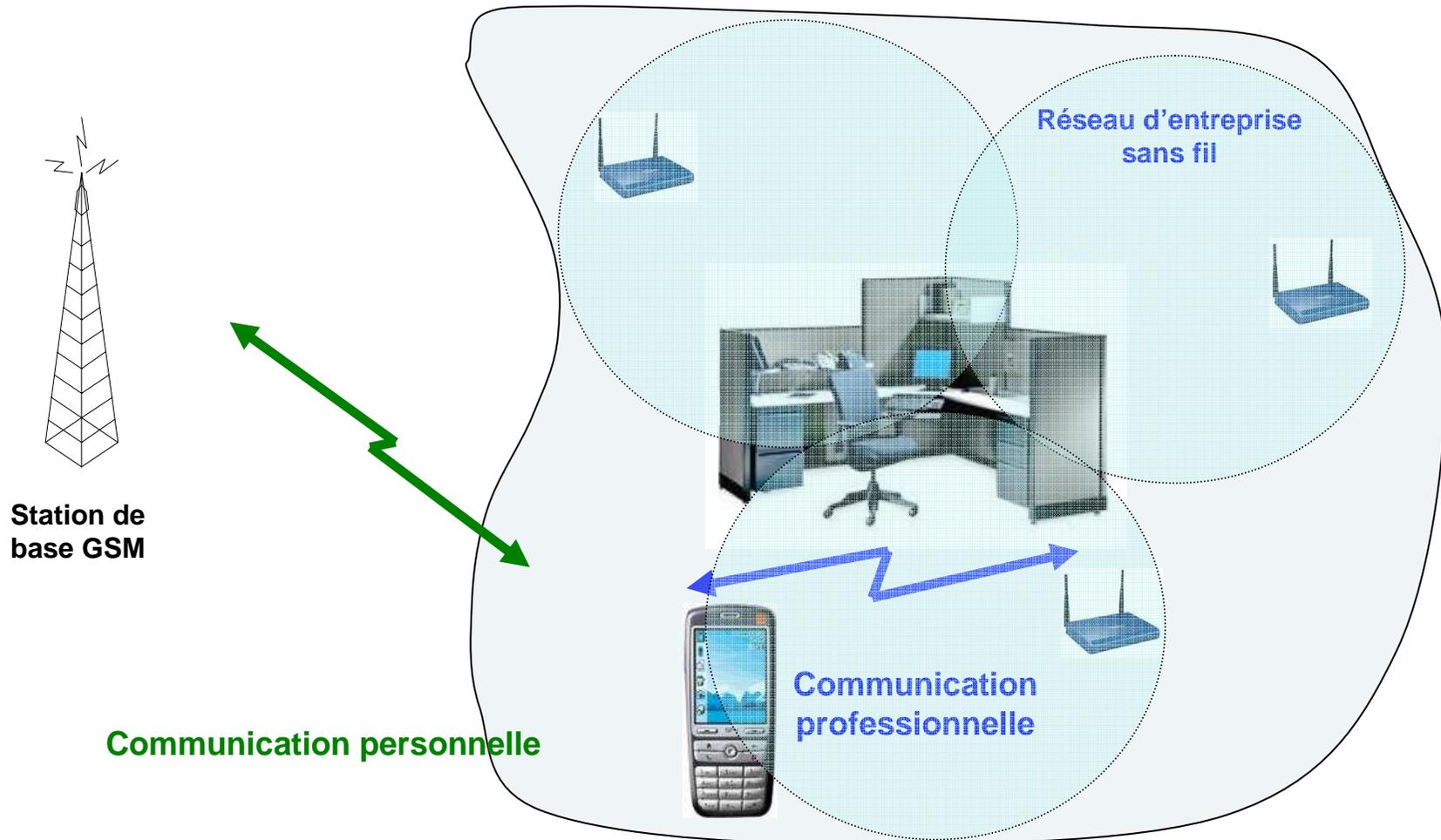
- Réduction des coûts de communication
- Positionnement d'objets

■ A l'extérieur :

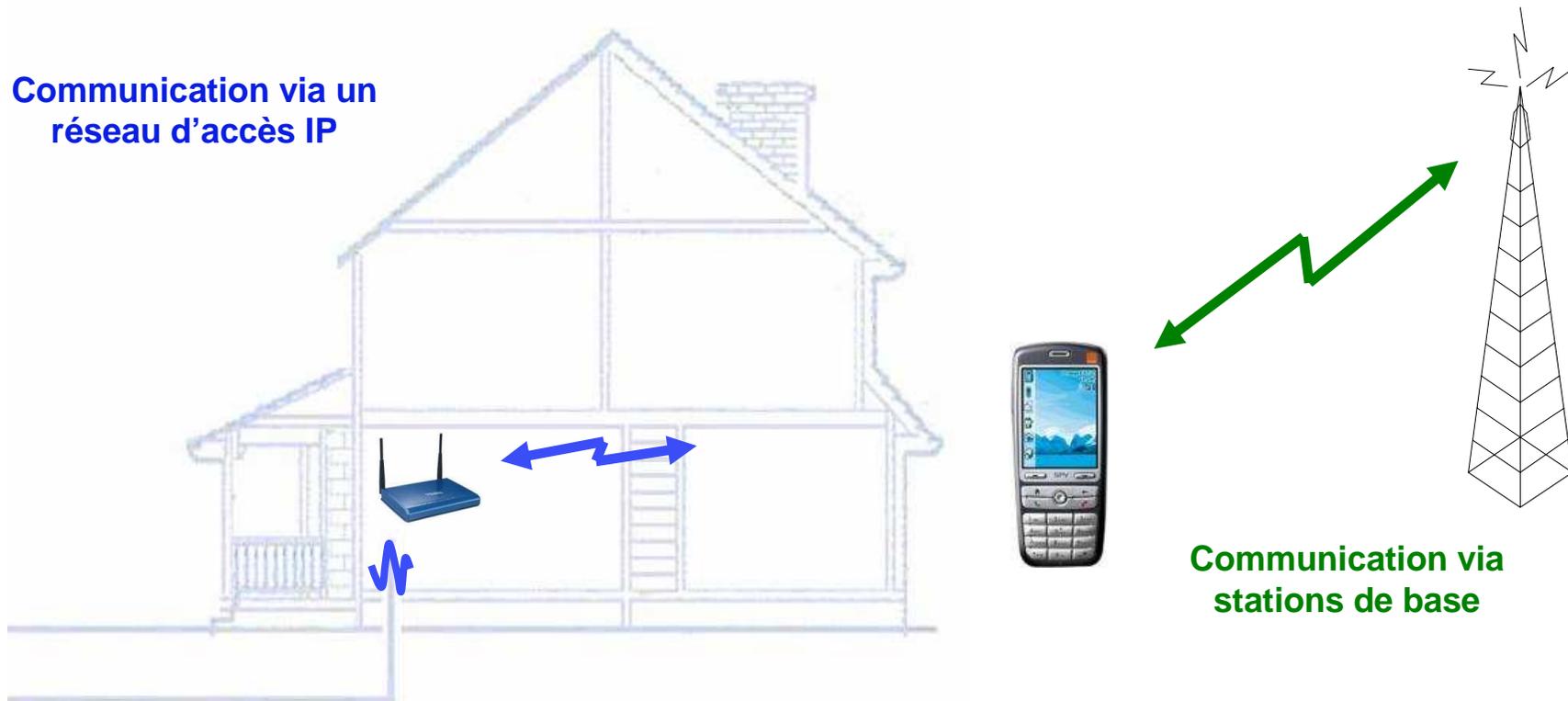
- Raccordement à travers des hot-spot WiFi / ...
- Capacités supplémentaires apportées par le 802.16e
- Entre membres d'un groupe, communications et positionnement relatif sans infra

■ Point de vue de l'utilisateur

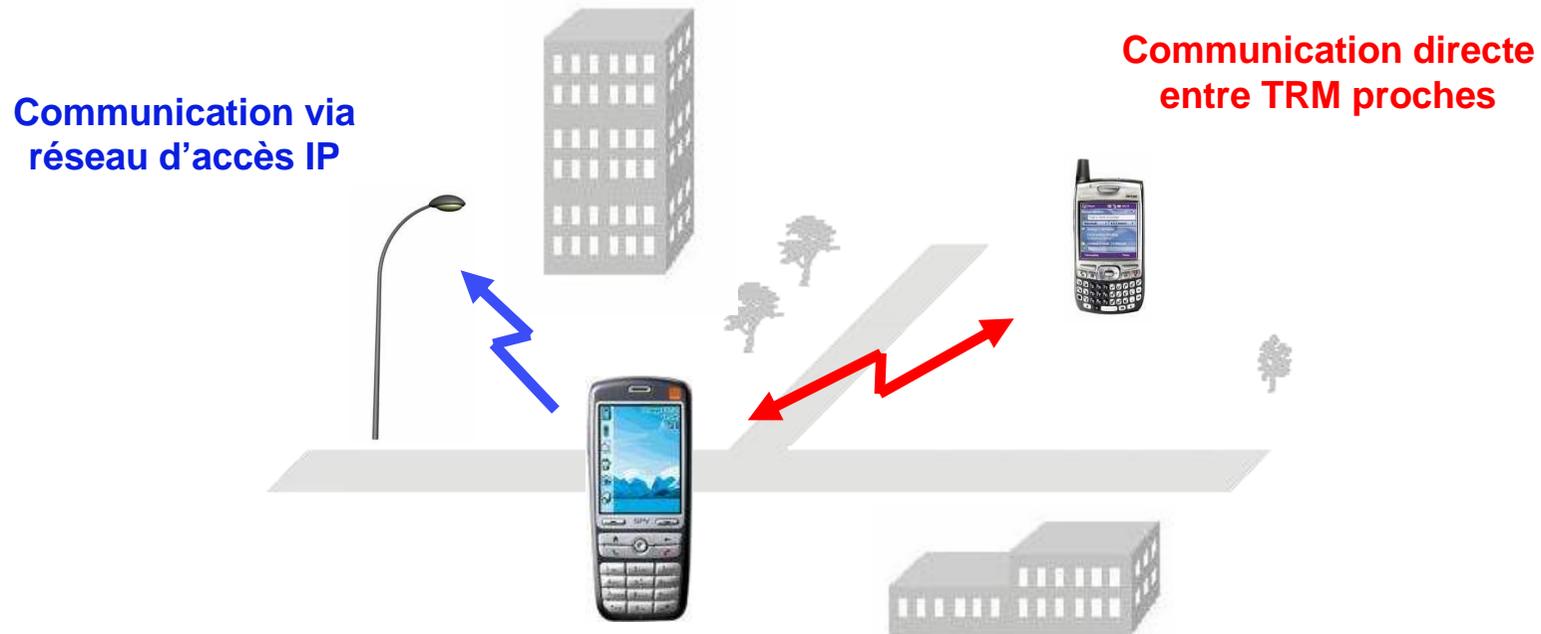
■ Exemple de filtrage des communications en entreprise



- Point de vue de l'utilisateur
 - Exemple de communication dans les habitations

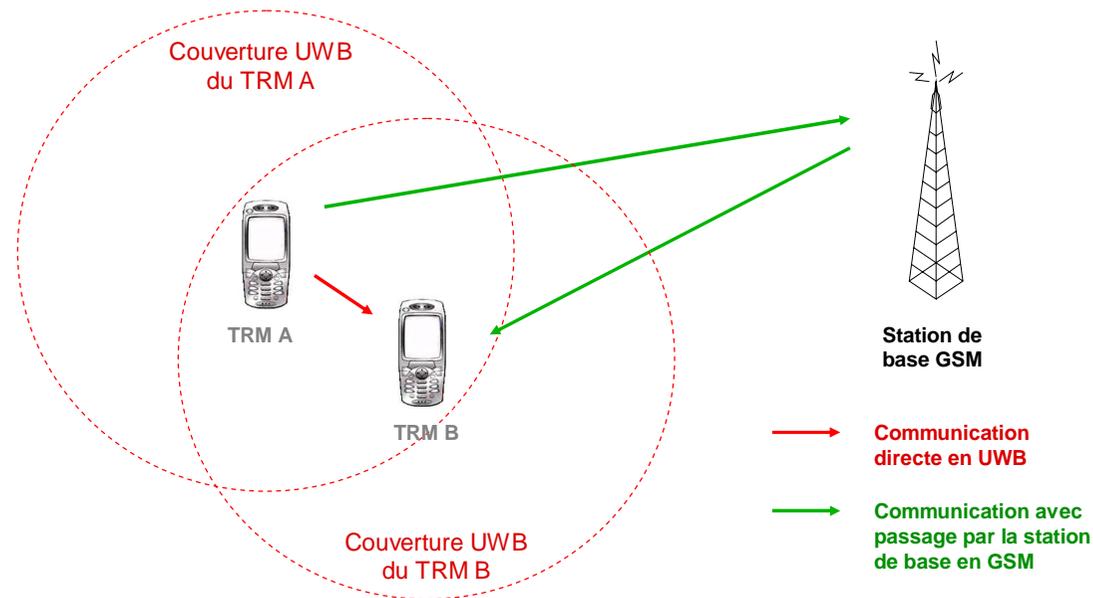


- Point de vue de l'utilisateur
 - Exemple de communication à l'extérieur



■ Point de vue de l'opérateur de télécommunication

- Encore récemment, la mise en place de TRM n'était pas souhaitée
 - Peur de libérer l'utilisateur de toute contrainte
- Cette approche apporte cependant certaines avancées :
 - Augmentation de la couverture et des capacités du réseau
 - Offre de nouveaux services aux abonnés ; haut débit, localisation...
 - Réduction de la pollution électromagnétique (cf. figure)

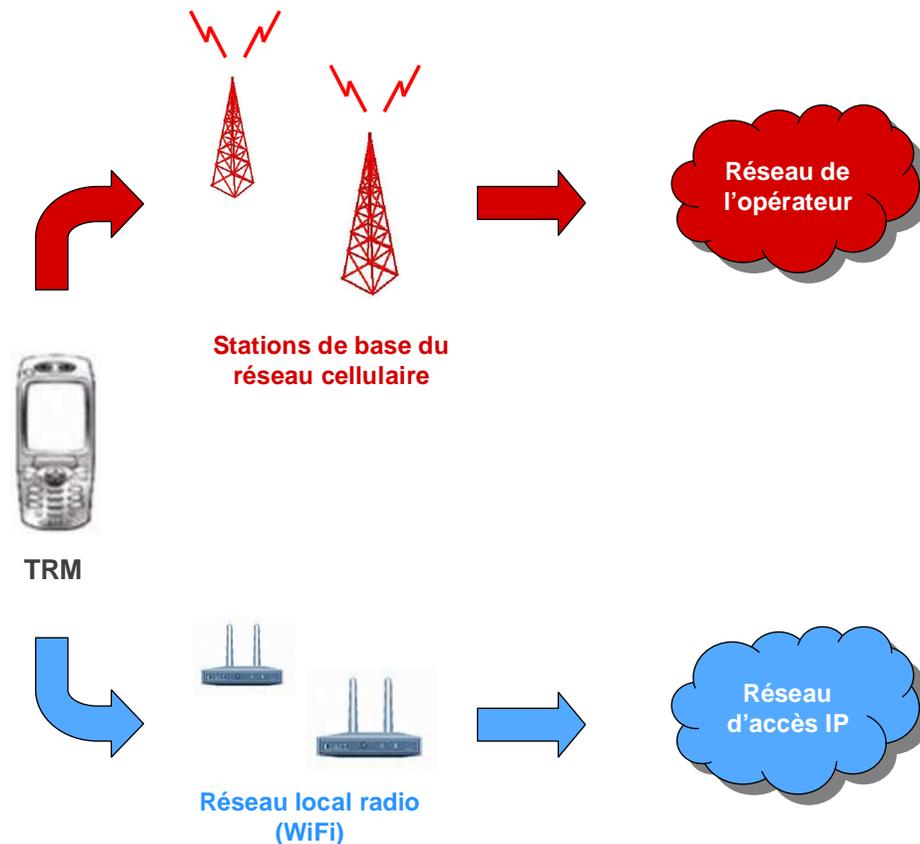


■ Point de vue des Administrations de télécommunications

- Augmentation du nombre d'offres concurrentes
- Alternatives au réseau existant à l'aide d'infrastructure allégée

■ *Exemple:*

Diminution des coûts de communication grâce au déploiement d'un réseau local radio dans les lieux très fréquentés



■ Quels sont les défis à relever ?

- Les principales contraintes :
 - **Miniaturisation et coût** des solutions radio
 - Réduction de la **consommation d'énergie**
 - Compatibilité électromagnétique entre les modules

- Les nouvelles procédures :
 - Découverte des réseaux radio disponibles
 - Handover efficace pour changement de réseau transparent pour l'utilisateur
 - Sélection de la meilleure interface par divers critères :
 - service demandé,
 - topologie du lieu
 - ...
 - Couche protocolaire commune (ou partiellement) aux différentes radios
 - **Un seul MAC contrôlant toutes les interfaces radio?**

■ Apport de l'UWB comparé aux technologies existantes

■ Scalabilité

Mise en œuvre de différents **compromis débit / portée** sans changement de la forme d'onde

■ Étalement et discrétion

L'Ultra Large Bande peut coexister avec d'autres moyens de communication radio **sans leur porter préjudice, ni subir de perturbation**

■ Ranging

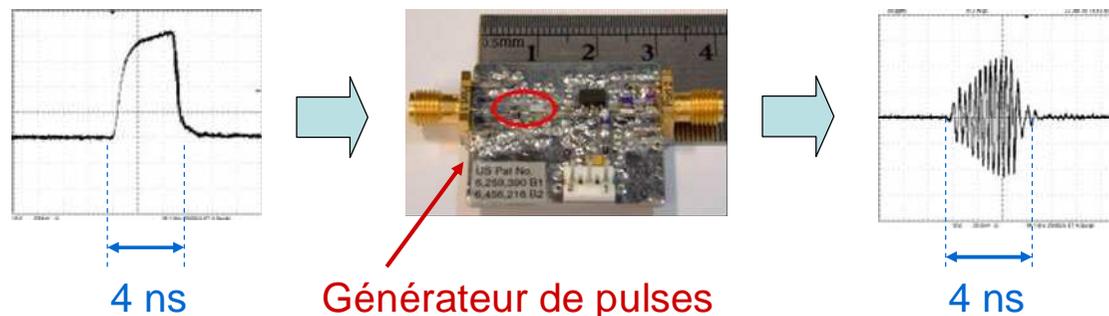
Le caractère impulsionnel de certaines techniques UWB rend possible **les mesures de distance précises** entre deux radios

■ Localisation

A partir des mesures de distance, le TRM offre des **fonctions de positionnement relatif ou absolu**

■ Solutions simples pour l'UWB bas débit

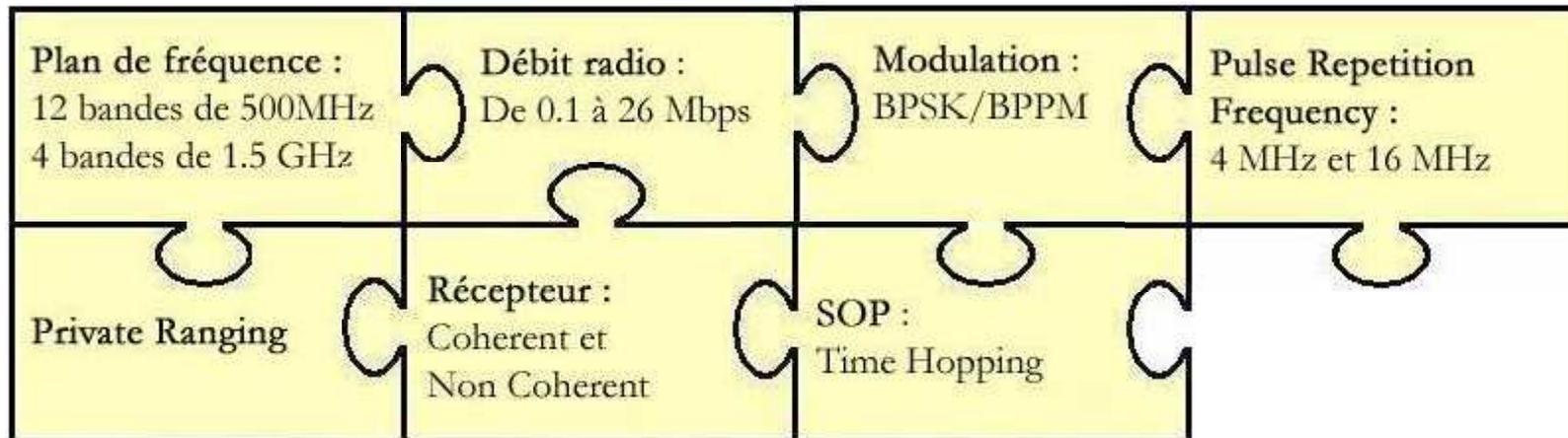
- Les récepteurs non cohérents à détection d'énergie apportent de nombreux avantages comparés aux systèmes cohérents
 - Répondent aux contraintes des TRMs
 - Basse consommation, faible complexité, et coût très bas
 - Ces avantages sont obtenus aux prix d'une faible dégradation des performances
- Les émetteurs à diode tunnel
 - Procédé simple de génération d'impulsions
 - Adaptation aisée en fréquence



■ Solutions simples pour l'UWB bas débit

■ Le standard IEEE 802.15.4a

- L'objectif est de spécifier une couche PHY alternative à celle du groupe 802.15.4, apportant les améliorations suivantes :
 - Réduction de la consommation d'énergie
 - Capacité de ranging et de localisation avec grande précision
- Ce sera le premier standard UWB publié dans le comité IEEE
- **Il sera finalisé en mars 2007**
- Les caractéristiques de ce futur standard sont les suivantes :



■ Les techniques de localisation

■ Anchor-Based localisation (ABL)

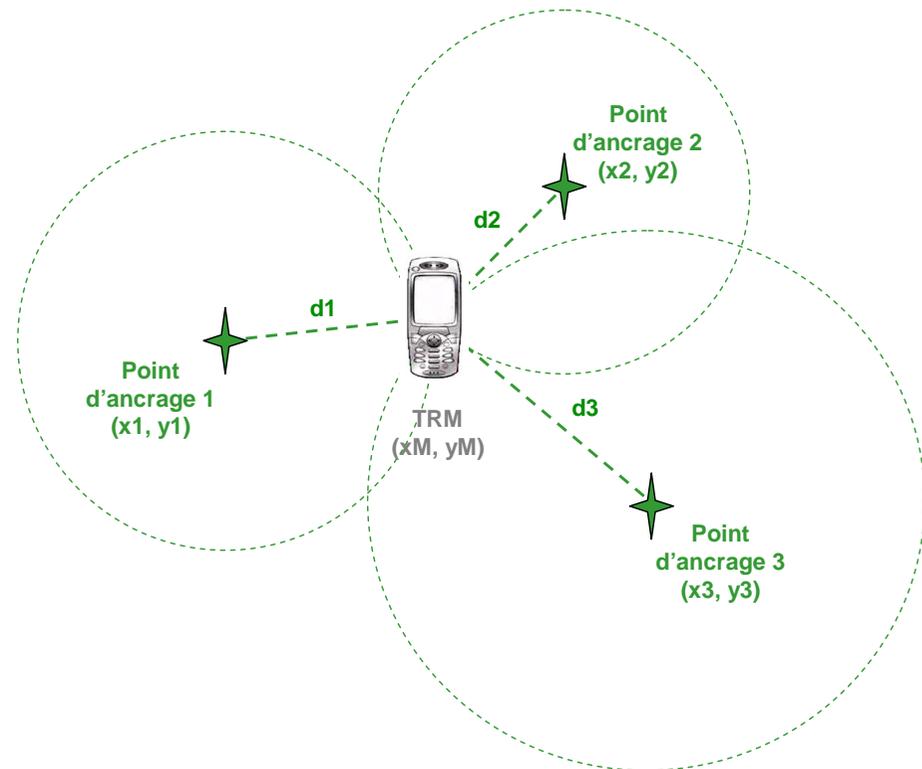
- Mise en place d'une infrastructure
- **Minimum de 3 points d'ancrage nécessaire pour positionnement en 2D**

- La position est déterminée par une approche géométrique (cf. figure)
- Les équations associées :

$$d_1 = \sqrt{(x_1 - x_M)^2 + (y_1 - y_M)^2}$$

$$d_2 = \sqrt{(x_2 - x_M)^2 + (y_2 - y_M)^2}$$

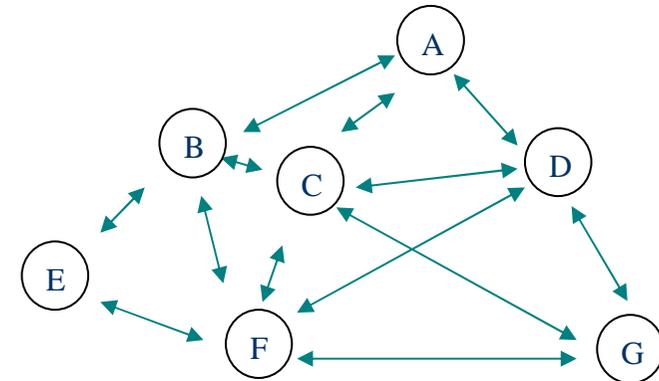
$$d_3 = \sqrt{(x_3 - x_M)^2 + (y_3 - y_M)^2}$$



■ Les techniques de localisation

■ Anchor-Free localisation (AFL)

- Aucune infrastructure n'est nécessaire
- Chaque module mesure la distance qui le sépare de ses voisins en portée
- Ces données sont transmises vers un nœud en charge du traitement pour détermination des positions relatives
- **La densité de nœuds doit être suffisante pour permettre ce traitement**



Nœuds / nœuds	A	B	C	D	E	F	G
A		D_{AB}	D_{AC}	D_{AD}			
B	D_{BA}		D_{BC}		D_{BE}	D_{BF}	
C	D_{CA}	D_{CB}		D_{CD}		D_{CF}	D_{CG}
D	D_{DA}		D_{DC}			D_{DF}	D_{DG}
E		D_{EB}				D_{EF}	
F		D_{FB}	D_{FC}	D_{FD}	D_{FE}		D_{FG}
G			D_{GC}	D_{GD}		D_{GF}	

En grisé : absence de mesure

■ Impact de la régulation sur le déploiement

■ Les puissances imposées limitent la mise en place de solutions Ultra Large Bande

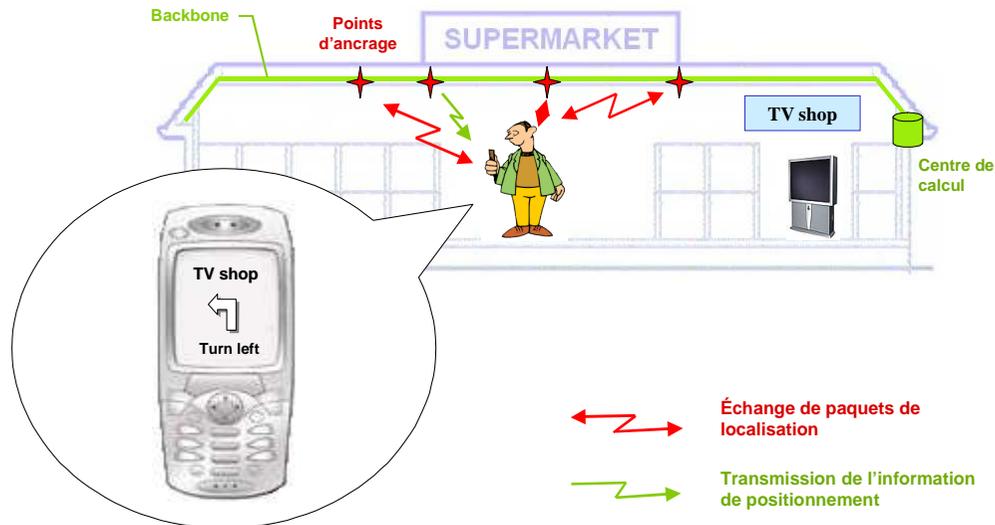
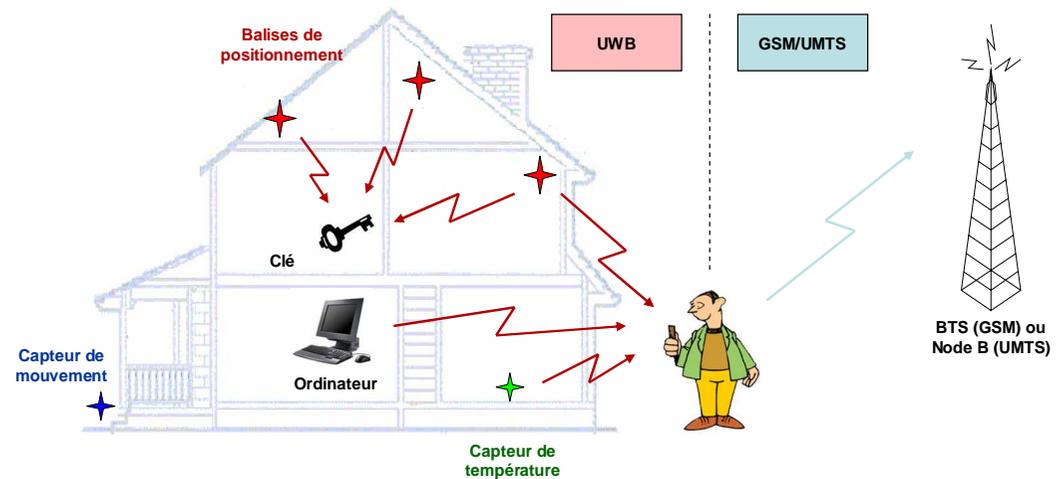
- Puissance moyenne de -41.3dBm/MHz dans le meilleur des cas

■ Solution potentielles :

- **Backbone fibre optique** transportant directement l'onde radio UWB
Des **points de contacts**, de très faible complexité, sont déployés pour permettre la conversion FO-RF et générés des cellules de petite taille
- Utilisation du **réseau électrique comme backbone** (Courant porteur) rendant possible le déploiement dans les habitations
- Utilisation de **points de relayage radio**, placés à différents endroits stratégiques des locaux.
Dans ce cas, un réseau maillé est déployé.

■ Exemples d'application

- **La maison 'intelligente'**
Interaction avec des capteurs
Transfert de données
Positionnement d'objets



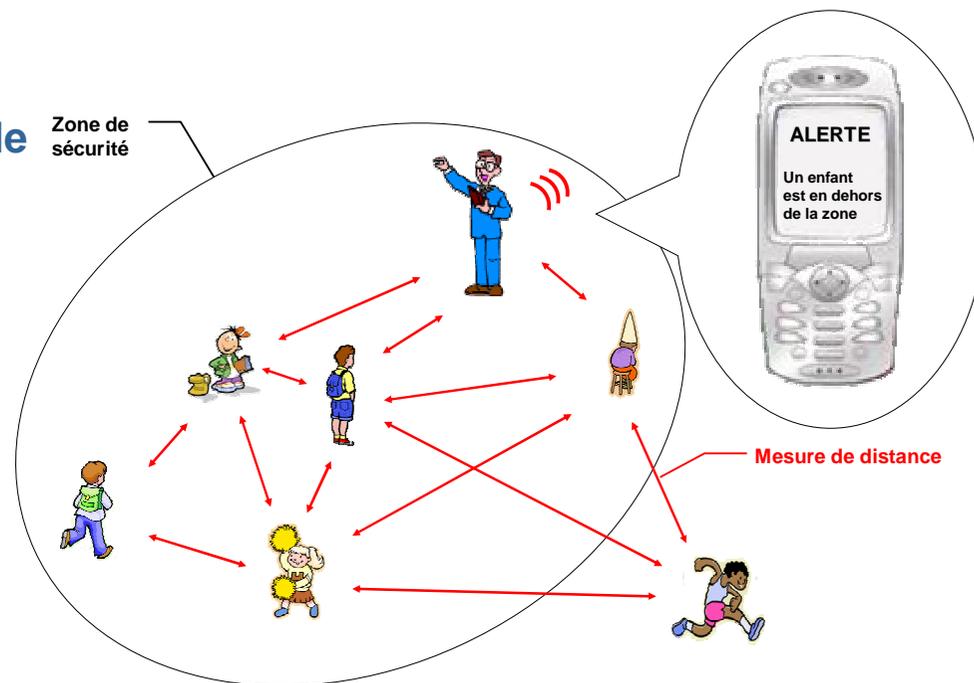
- **Radioguidage dans les bâtiments**
Complément du GPS
Voyants et non-voyants peuvent être dirigés dans un bâtiment
-> Orientation d'utilisateurs dans un centre commercial
-> ...

■ Autres exemples d'application

■ La surveillance d'un groupe d'enfants

- Surveillance par un moniteur/instituteur d'élèves à l'aide de son téléphone portable équipé d'une interface UWB
- Les enfants sont munis de modules UWB

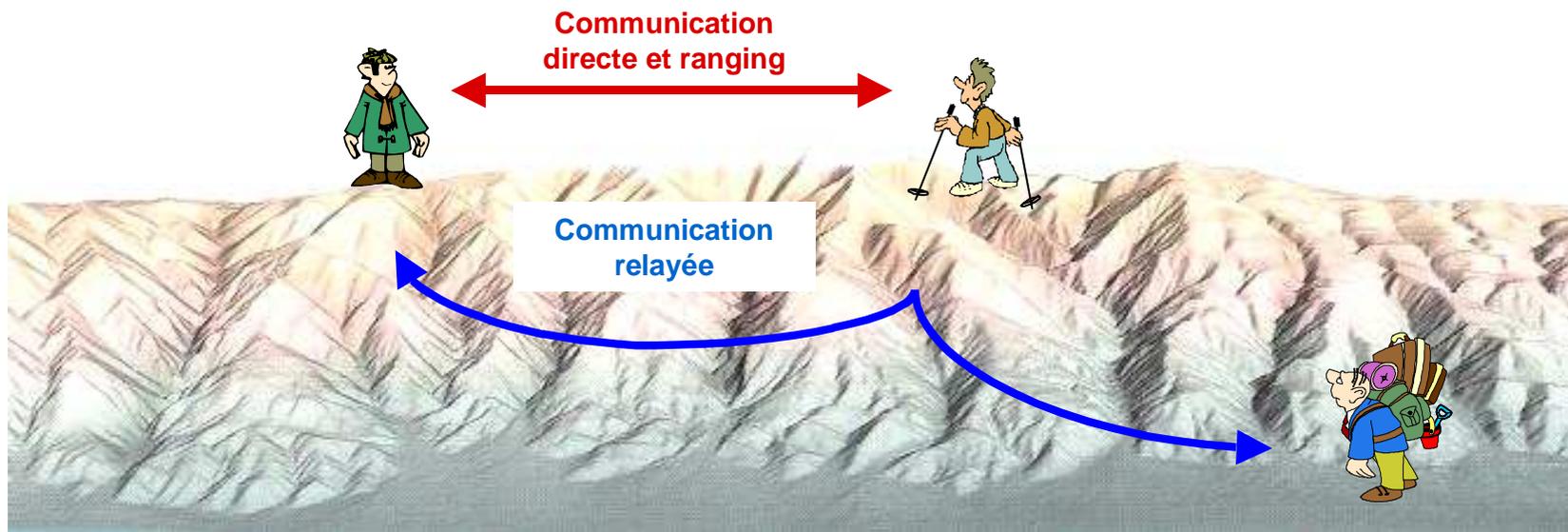
- **La position relative de chaque élève est disponible** sur le TRM du responsable (technique AFL)
- Lorsqu'un enfant sort d'une **zone de sécurité** préalablement définie, un message alerte l'instituteur



■ Autres exemples d'application

■ Les groupes de randonneurs

- Un TRM/UWB est très utile en lieu isolé, non ou mal couvert par le réseau cellulaire
- **Ainsi des randonneurs peuvent communiquer directement par UWB**
- **La mesure de distance** peut être utilisée pour repérer un élément du groupe en cours de perte
- Relayage entre individu autorisé pour étendre la portée du système



■ Autres exemples d'application

■ Les moyens de transport

- L'UWB sera déployé dans les avions, les bateaux et les trains.
- L'objectif est de proposer aux passagers des contenus multimedia et un accès Internet en s'affranchissant des contraintes liées aux câbles
- **L'UWB apporte des débits compatibles**

- En particulier **les systèmes IFE (In-Flight Entertainment)** ont besoin de déploiements UWB
- **Objectif** : Distribution de films, accès Internet, messagerie...

