

Technologies, techniques et applications de localisation indoor

Orange Labs

Frédéric EVENNOU, Recherche & Développement

(CRESITT- Orléans)



diffusion libre



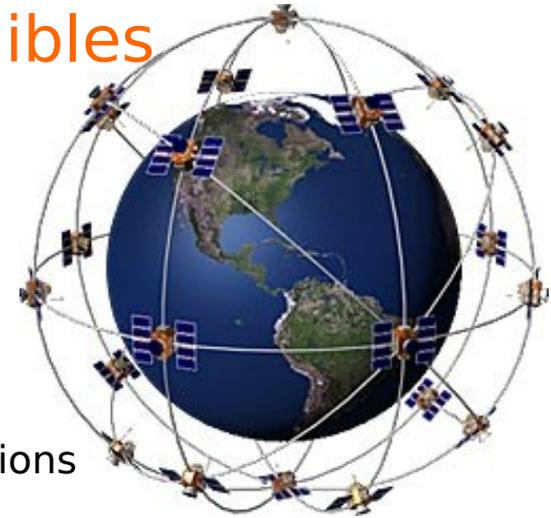
Contexte : les besoins des applications

- De nombreuses applications nécessitent des informations de localisation
 - Intelligence ambiante (objets à localiser les uns par rapport aux autres)
 - Applications de guidage de personnes (milieu hospitalier, musée, automobile, etc.)
 - Services d'urgence
 - Publicité géo-ciblée
 - Surveillance de personnes à risques (prisonniers, enfants en bas âge, etc.)



Orange Labs - Recherche & Développement - F. EVENNOU - 2010

Contexte : des technologies disponibles



- Les solutions techniques existantes
 - Exploitation de systèmes satellitaires
 - GPS, GLONASS et bientôt Galileo
 - Exploitation de réseaux terrestres de communications
 - GSM / UMTS, LORAN, TNT
 - Exploitation de réseaux locaux
 - WiFi, Bluetooth, Zigbee, Infra rouge, ultra son, ULB, vidéo

- Les techniques de localisation
 - Exploitations de méthodes basées sur des mesures temporelles
 - TOA, TDOA
 - Exploitation de méthodes basées sur la direction d'arrivée des ondes (AOA)
 - Exploitation de la puissance du signal
 - Exploitation du déphasage entre les ondes ou entre le champ E et H
 - Identification de la cellule (Cell ID)

Les applications de géolocalisation indoor chez Orange

- En milieu domestique
 - Détecter la présence de personnes pour
 - Gérer la maison (gestion d'une alarme centrale)
 - Déclencher des alarmes (enfants)
 - Permettre le maintien à domicile
 - Mesurer l'activité des personnes

Les applications de géolocalisation indoor chez Orange

- Dans les bâtiments tertiaires
 - Gestion de l'énergie
 - Travailleur isolé
 - Milieu hospitalier
 - ⇒ Gestions d'alarmes, obtention de statistiques sur des parcours
- En milieu urbain
 - Proposer des services urbains disponibles en indoor et outdoor
 - Ex : gestion de places de parking

Problématiques et enjeux à l'intérieur des bâtiments

- Le GPS s'est imposé en outdoor
 - Limitations dans les environnements où les satellites et le récepteur ne sont pas en visibilité directe
 - Précision de 5 à 10m
- Pas de "GPS en indoor"
 - Limitations dues aux multi-trajets
 - Cloisons / environnement NLOS
 - Imprécision importante par rapport à la taille de l'environnement
 - De nombreuses technologies existantes
 - Limitations dues à la technique de localisation (TOA / fingerprinting / Vidéo)

Sommaire

- partie 1 Technologies de localisation indoor
- partie 2 Techniques de localisation
- partie 3 Gestion de la mobilité des équipements à localiser
- partie 4 La fusion de données multi-capteurs
- partie 5 Mise en œuvre d'un système de localisation (WiFi) / traçabilité (RFID)
- partie 6 Perspectives / Conclusion

Le GPS "indoor"

- Faible niveau de réception en indoor
 - Proche du seuil de bruit des chipset GPS
 - Exploitation de la corrélation massive
 - Amélioration de la microélectronique
 - Augmentation du temps d'acquisition → augmentation du SNR → simplification de la détection d'un trajet
- Exploitation de "pseudolites"
 - Emulation d'un satellite GPS
 - Bon niveau de réception sans modification du récepteur GPS
 - Problématique de la synchronisation des pseudolites
 - Problématique liée à l'éblouissement du récepteur GPS lorsqu'il se trouve à proximité d'un pseudolite
 - Société française basée à Colomiers : Insitéo
 - Précision autour de 10m

⇒ Pas de gestion des multi-trajets

- Solution adaptée pour des environnements ouverts (ex : hall d'exposition, entrepôts)

⇒ Besoin d'une modification profonde des récepteurs GPS actuels pour prendre en compte les traitements multi-trajets (indoor cloisonné)

Les systèmes vidéo

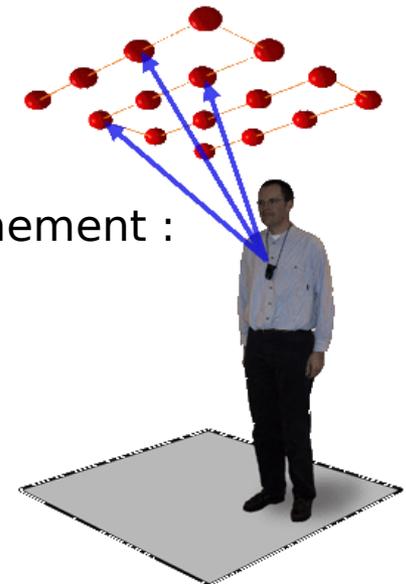
- Très bonne précision
 - Précision centimétrique
- Simple à déployer

- Limitations/contraintes
 - Condition de visibilité directe
 - Pas d'identification des cibles
 - Gestion des situations de masquage entre cibles
 - Déploiement important suivant l'environnement à couvrir

Les systèmes par infra-rouge/ultra-son

- Systèmes offrant de très bonnes précisions de localisation
 - Mesures faites grâce à la différence de vitesse de propagation des ondes sonores et lumineuses
 - Estimation de la distance tag/capteur du réseau
- Contraintes :
 - Infrastructures importante à déployer
 - Forte densité de capteurs dans le réseau
 - Limitations dues aux caractéristiques de l'environnement :
 - Luminosité / échos

Ex : sonitor



diffusion libre

Le WiFi ou IEEE802.11x

- IEEE802.11 : Standard international décrivant les caractéristiques des réseaux sans fil (WLAN)
 - Définition d'une couche physique
 - Définition de la couche liaison de données
 - Contrôle de la liaison logique (LLC)
 - Contrôle d'accès au support (MAC)
- Permet de faire des échanges de données avec des débits importants (WLAN)

Caractéristiques



- Nombreuses déclinaisons du standard :
 - 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n
 - 802.11c, 802.11d, 802.11e, 802.11f, 802.11g, 802.11h, 802.11i, 802.11r, 802.11j, 802.11s
 - Plusieurs bandes de fréquences :
 - 2.4 GHz (802.11b/g/n)
 - 5 GHz (802.11a)
 - Portées de quelques dizaines de mètres (indoor) jusque 1 km (outdoor)
 - Limitations :
 - Transmissions dans des bandes ISM saturées
 - Chevauchement des canaux radio : interférences importantes
- ⇒ **Besoin d'outils d'aide au déploiement**



- De nombreux équipements disponibles
 - PC, PDA, téléphones, ...
- Acteurs : Aer Scout, Innerwireless, Ekahau, Aruba, Cisco, Skyhook Wireless, Alcatel, etc.



Le Zigbee / IEEE802.15.4



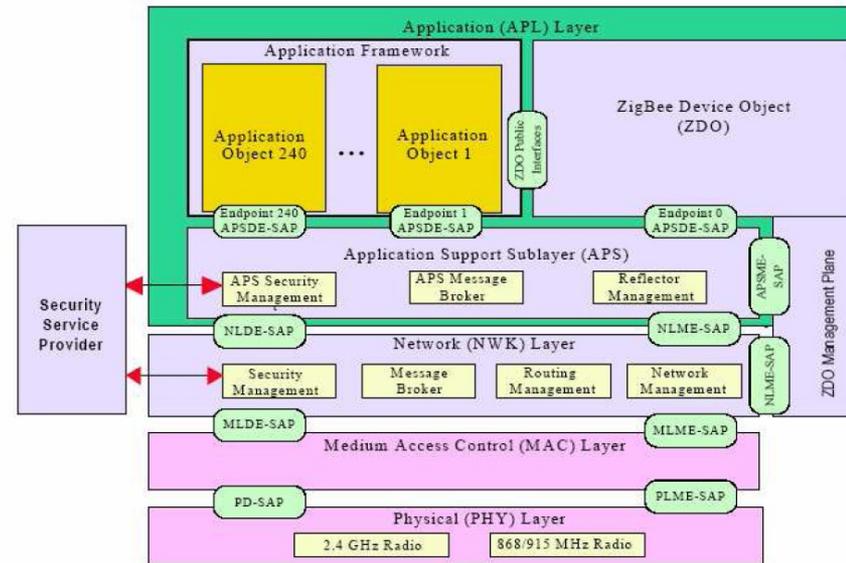
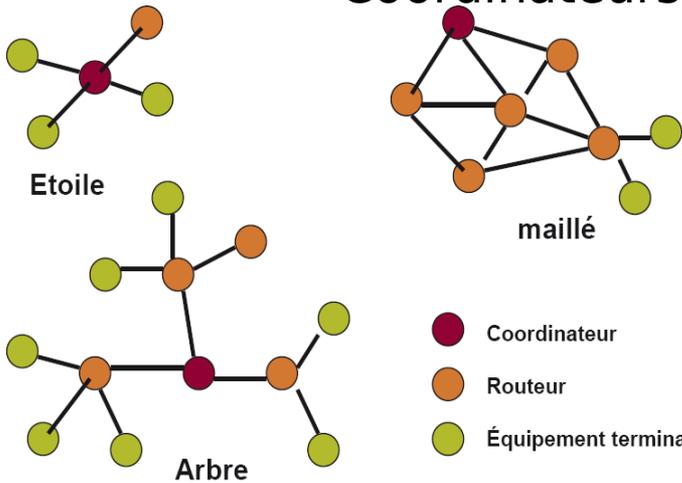
- Organisation : Zigbee Alliance
 - Association ouverte
 - Compte plus de 200 entreprises
 - Nombreux secteurs y contribuent
- Objectif :
 - Mettre en place un standard mondial de radiocommunications numériques fiable pour des applications faible débit

Standard	ZigBee™ 802.15.4	Bluetooth 802.15.1	WiFi 802.11b
Applications	Contrôle & télémesure	Liaison de données	Web, email vidéo
Ressources système	25 à 60 ko	250 ko	<1Mo
Autonomie (j)	100 à 1000	1 à 7	0.5 à 5
Taille du réseau	255/65000	7	32
Débit kb/s	20/250	1000/2000	11 000
Portée	1 à 150	1 à 15 m	1 à 100
Intérêts	Fiabilité autonomie coût	Commodité coût	Débit flexibilité

Caractéristiques

- Couches PHY et MAC basées sur le standard IEEE802.15.4
- Couches Réseau et Ap
- Réseaux composés de

- Nœuds
- Routeurs
- Coordinateurs



Bande (MHz)	Couverture	Nbre canaux	Paramètres d'étalement		Paramètres bit/symbole	
			Débit chip Kchip/s	Modulation	Débit Kbit/s	Symbole
868 868.6	Europe	1	300	BPSK	20	Binaire
902 928	USA	10	600	BPSK	40	Binaire
2400 2483.5	Monde	16	2000	O-QPSK	250	16-aire

Des solutions disponibles



- Circuits :
 - Atmel, Microchip, Renesas, Freescale, Silicon Labs, NEC, NXP, Samsung, ST Microelectronique, TI
- Modules :
 - Cirronet, MaxStream, Telegesis, NEC, Jennic, Integration, LSR, Radiocraft, Eazix, Meshnectics, AdWave, Cleode
- Systèmes complets :
 - Airbee, Ember, Freescale, Helicomm, III, Integration, Jennic, Korwin, Meshnetics, Microchip, Mindtech, NEC, Oki, OneRF, Radio Pulse, Renesas, Silicon Laboratories, TI
- Logiciels : pile, configuration, maintenance
 - Atalum, Daintree, Tendril, STG, San Juan, Alektrona, Mindteck, Airbree, Korwin, LSR, Indesign, Ubiwave, Meshnetics, Helicomm
- Produits certifiés compatibles :
 - MaxStream, NEC, S3C, STG, Control4, Eaton, AMX, Schneider, Philips, JCI, Creston, Develco, Siemens, NURI, Golden Power, Holley Metering
- RTLS :
 - Fireflies RTLS

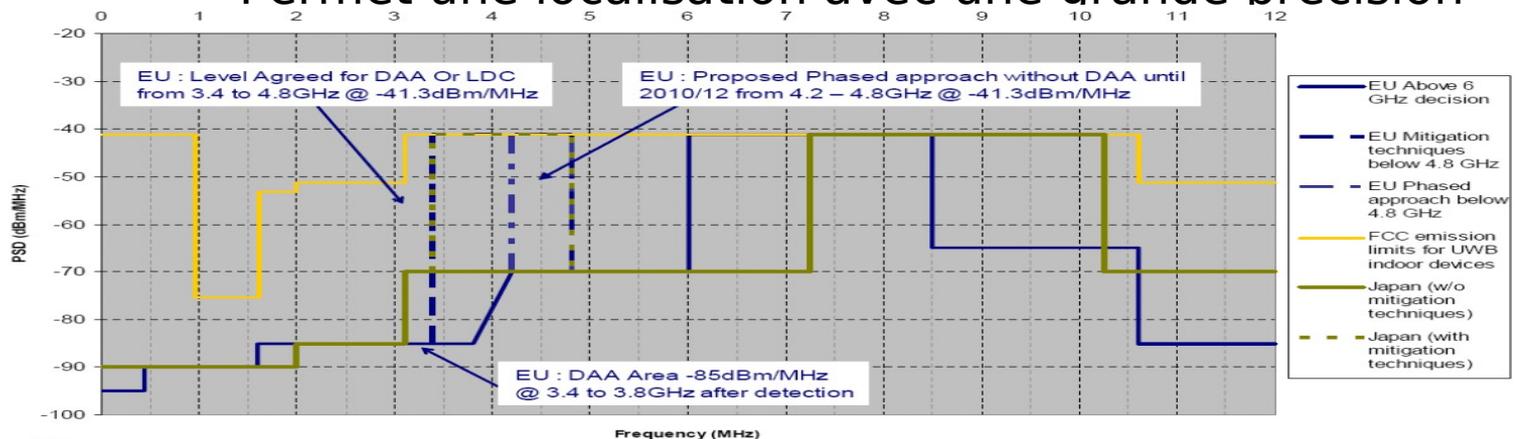
Les systèmes UWB ou IEEE802.15.4a

- Objectifs :
 - To provide an international standard for an ultra low complexity, ultra low cost, ultra low power consumption alternate PHY for 802.15.4 (comparable to the goals for 802.15.4-2003). To satisfy an evolutionary set of industrial and consumer requirements for WPAN communications (18a), the precision ranging capability will be accurate to one meter or better, and the communication range, robustness and mobility improved over 802.15.4-2003. The project will address the requirements to support coexisting (18b) networks of sensors, controllers, logistic and peripheral devices in multiple compliant co-located systems

- Définition d'une couche physique :
 - Technologie radio avec émission d'impulsions large bande
 - Durée de l'ordre de quelques centaines de picosecondes
 - Emission à faible densité spectrale de puissance (-41.3 dBm/MHz) dans la bande allant de 3 GHz à 10 GHz

Caractéristiques

- Caractéristiques intéressantes :
 - Faible susceptibilité à l'évanouissement dû à la propagation par trajets multiples
 - Insensibilité au brouillage
 - Communications protégées
 - Simplicité relative des systèmes
 - Architectures sans oscillateurs, architectures bas coût
 - Faible consommation électrique
 - Bonnes propriétés de pénétration
 - Fort pouvoir séparateur des multi-trajets
 - Permet une localisation avec une grande précision



Quelques solutions disponibles

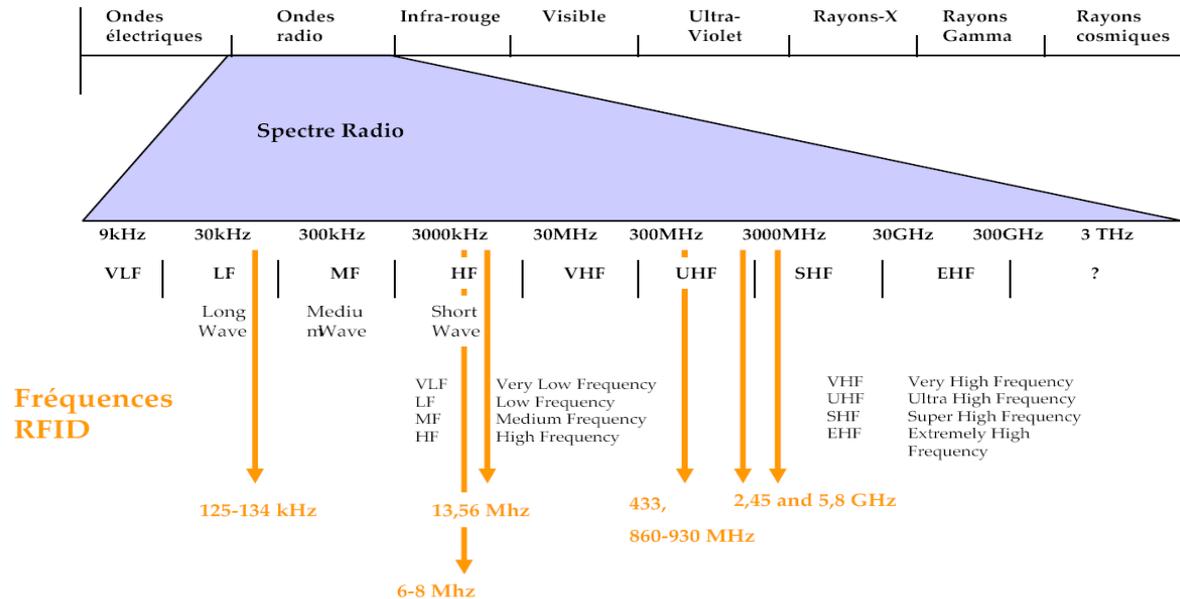
- Standard assez jeune \Rightarrow peu d'acteurs sur le marché
 - Produits commerciaux orientés vers la géo-localisation
 - Multispectral : technique TOA
 - Ubisense : technique AOA/TDOA
 - Difficultés à déployer
 - Time domain : technique TOA
 - Decawave : technique TOA (two way ranging)
 - Approche intéressante : mesure de distances à environ 30m
 - Projet de réaliser un chip de 5*5 mm pour des téléphones portables (partenariat avec LG Innotek)
- Peu de retours d'expériences sur les produits UWB



Orange Labs - Recherche & Développement - F. EVENNOU - 2010

Les dispositifs RFID (passif)

- Objectif : remplacer les dispositifs d'identification par des systèmes sans contact
 - Remplacement des codes à barres
 - Communication à distance sans besoin de visibilité directe
 - Identification de plusieurs objets en volume et en même temps
 - Possibilité d'écrire et de transmettre des données

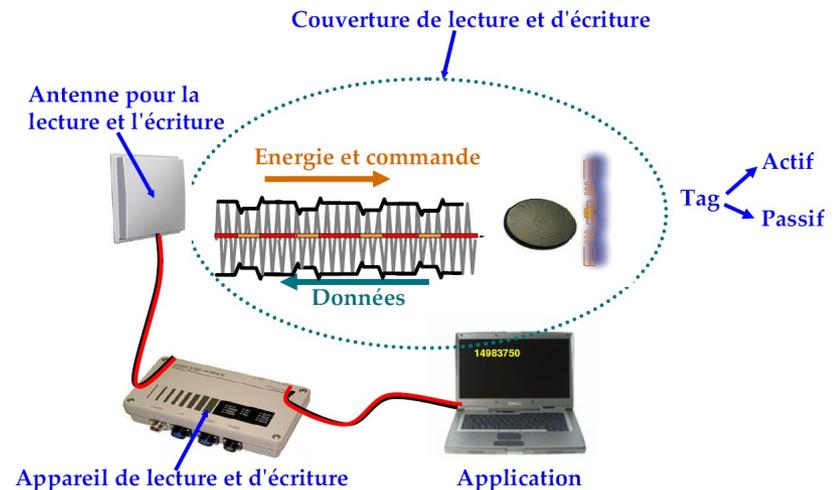


diffusion libre

Caractéristiques

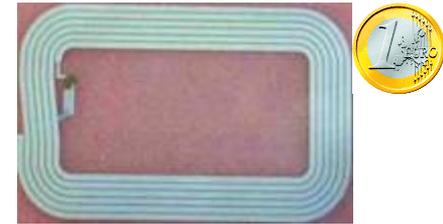
- Différents modes de fonctionnement :

Spectre	Champ	Phénomène	Élément rayonnant
BF	Magnétique	Inductif	Circuit bobiné
HF	Magnétique	Inductif	Circuit bobiné
UHF, SHF	électromagnétique	Onde stationnaire	Antenne



- Existences de nombreux standards
 - ISO 14443 (carte d'identification), ISO 15693 (cartes à puce sans contact), ISO 18000-2 (135 kHz), ISO 18000-3 (13.56 MHz), ISO 18000-6 (860-960 MHz), ISO 14223 (transpondeur animalier), EPC HF

Des solutions disponibles



- De nombreux kits de disponibles
 - Alien, Tagsys,...



- Choix d'une solution :

- Fonction de l'environnement
 - Présence de liquides, obstacles
- Fonction de la portée de lecture
- Fonction du nombre de tags à lire simultanément
- Fonction de l'encombrement des équipements
- Fonction du coût des équipements (lecteurs/tags)
 - Réutilisation des tags possible ou pas

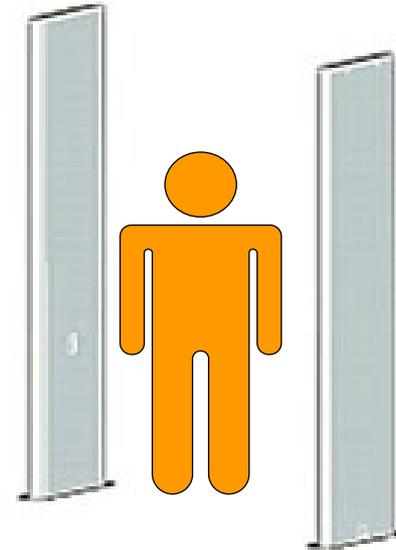


La localisation par identification de cellule : Cell ID

- Localisation la plus simple à mettre en oeuvre :
 - Localisation par détection de la borne/station de base à laquelle le mobile est raccroché pour communiquer
- Faible précision de localisation
 - Dépendant de la taille d'une cellule radio dans le réseau considéré
 - De quelques mètres à plusieurs kilomètres
- Amélioration possible :
 - Identification du secteur de la cellule (antennes multi secteurs sur la borne)

La localisation statique

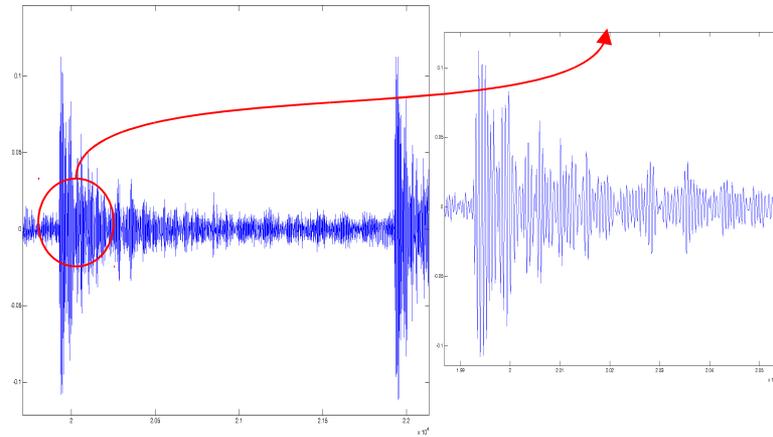
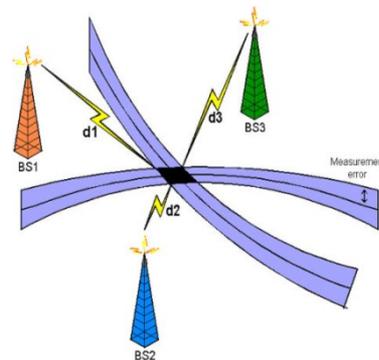
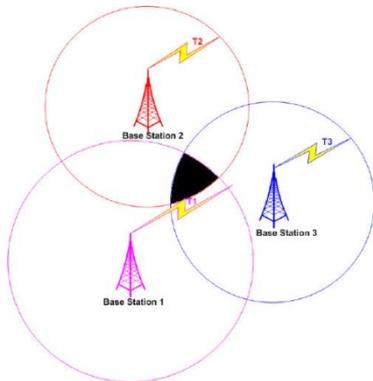
- Déterminer la position à un instant précis
 - La détection se fait à faible distance
- Avantages
 - Coordonnées de localisation précises
 - Lectures fiables
- Inconvénients
 - Pas de suivi en temps-réel
 - Position inconnue entre deux localisations
 - Déploiement complexe si besoin de forte couverture



Localisation par RFID

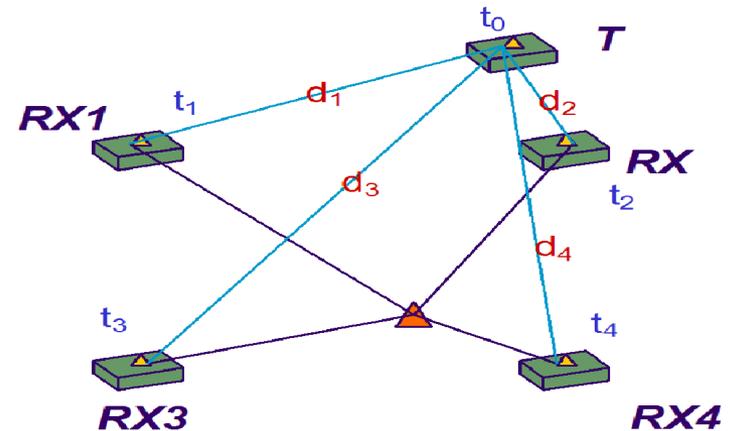
La localisation par mesures temporelles (TOA/TDOA)

- Accès à la couche physique des systèmes
 - Récupération de la réponse impulsionnelle du canal radio
- Mise en place de techniques permettant de remonter à l'information de trajet direct
- Exploitation d'un algorithme de localisation TOA ou TDOA



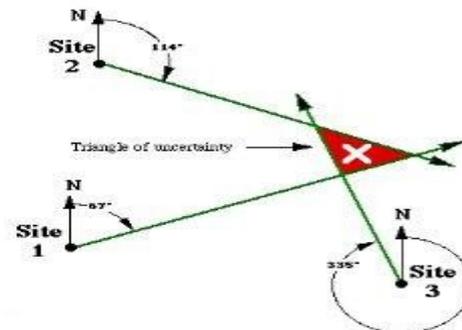
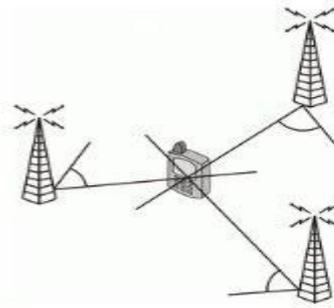
- Contraintes de synchronisation :
 - TDOA : entre les récepteurs du réseau
 - TOA : entre le tag à localiser et chacun des récepteurs du réseau

Exploitation de la relation : distance = vitesse * temps



La localisation par direction d'arrivée

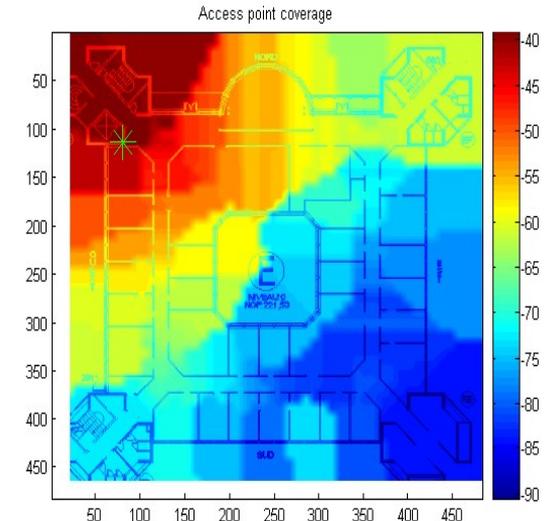
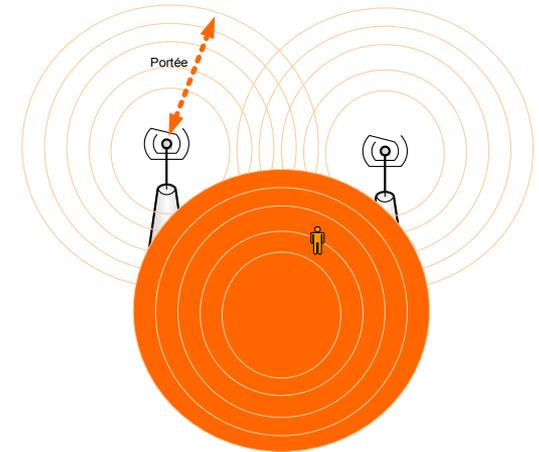
- Mesure de l'angle sous lequel les signaux provenant des objets à localiser sont reçus
 - Besoin de 2 bornes fixes pour évaluer la position 2D d'un objet
- Contraintes :
 - Antennes directionnelles : coûteuses et complexes à mettre en œuvre
 - Prise en compte des multi-trajets ?



La localisation par mesure de puissance de signal (fingerprinting / RSSI)

- Mesurer les puissances des signaux reçus des bornes / points d'accès
 - La borne est capable de fournir une mesure de signal à la réception d'un paquet, en recoupant les mesures faites pour des paquets venant de différents points d'accès, il est possible d'estimer la position où elle se trouve.
 - Première phase : constitution d'une carte d'empreintes des puissances du signal par enregistrement en diverses positions à travers l'environnement (couverture radio)
 - Seconde phase : estimation de la position en comparant le n-uplet de puissance des signaux reçus à ceux enregistrés dans la base de données (couverture radio)
- Avantages
 - Bonne précision
 - Pas besoin d'équipements radio spécifiques
- Inconvénients
 - Besoin de constituer une carte d'empreintes des puissances par enregistrement en plusieurs points de l'espace (calibrage)
 - Carte "invalide" si environnement changeant
- Alternative : exploitation d'un modèle de propagation

$$P_{received}(d) = P_{received}(d_0) - 10 \log \left(\frac{d}{d_0} \right)^n$$



Intérêts des systèmes radio

- Transmission à travers les murs
 - Capacités d'identification
 - Portée d'une quarantaine de mètres en indoor
 - Technologies matures et largement déployées
 - Réseaux de communication
 - Faible coût des équipements
 - Informations utiles à la localisation disponibles dans les équipements : la mesure de puissance RSSI
 - Pas de modification du matériel
 - Réutilisation du matériel déjà en usage
- ⇒ Exploitation de la technique du fingerprinting
- Systèmes **WiFi** / Zigbee

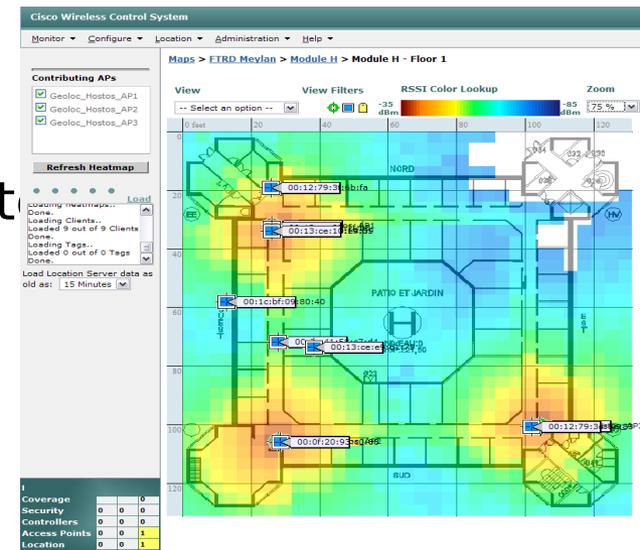
Quel déploiement retenir pour la géolocalisation par WiFi ?

- 2 approches possibles

- Mesures faites par le terminal (terminal centric)
 - Capacités de programmation du terminal / tag
 - Ekahau, Aerohot, G2 Microsystems
 - Emission de trames WiFi → consommation
- Mesures faites par le réseau (network centric)
 - Firmware de l'AP permettant cette mesure
 - Détection et localisation des intrusions sur le réseaux
 - Méthode passive (émission des trames des équipements seulement)
 - Equipements Cisco (LWAPP), Kismet

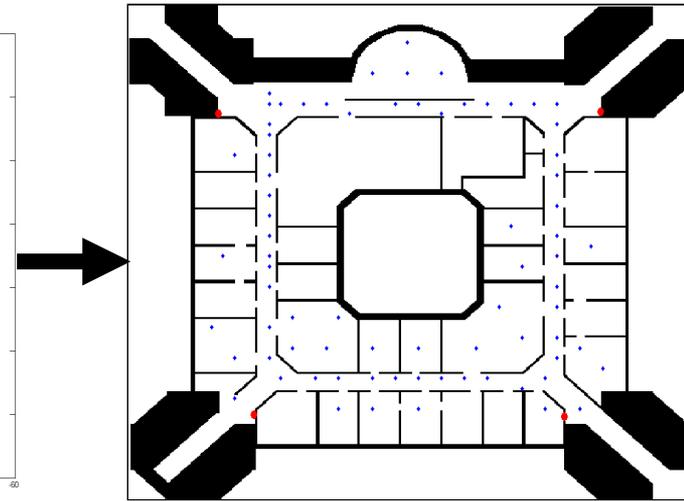
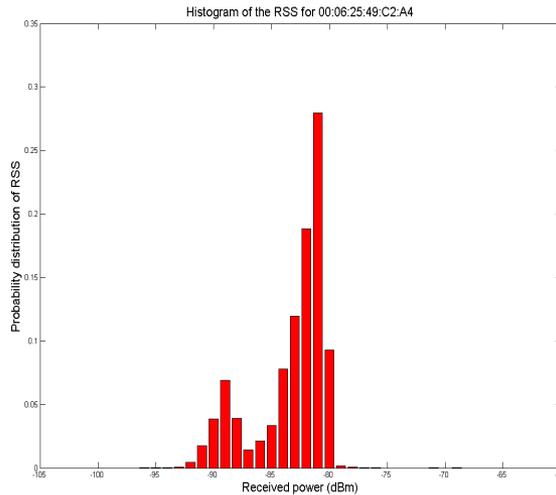
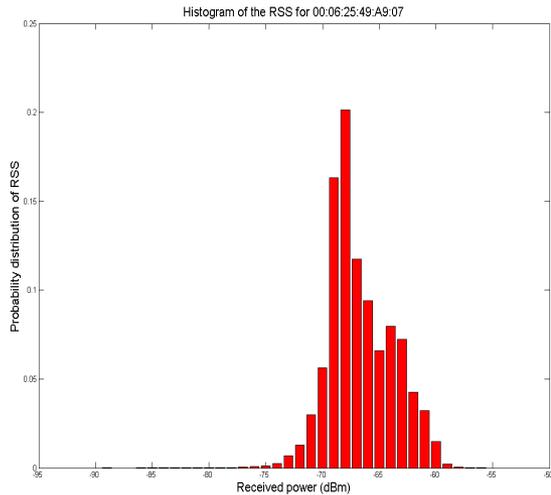
- Choix effectué en fonction de contraintes

- Réseau déjà existant ou pas
- Types de terminaux à localiser
- Type de service envisagé



Les limites du fingerprinting

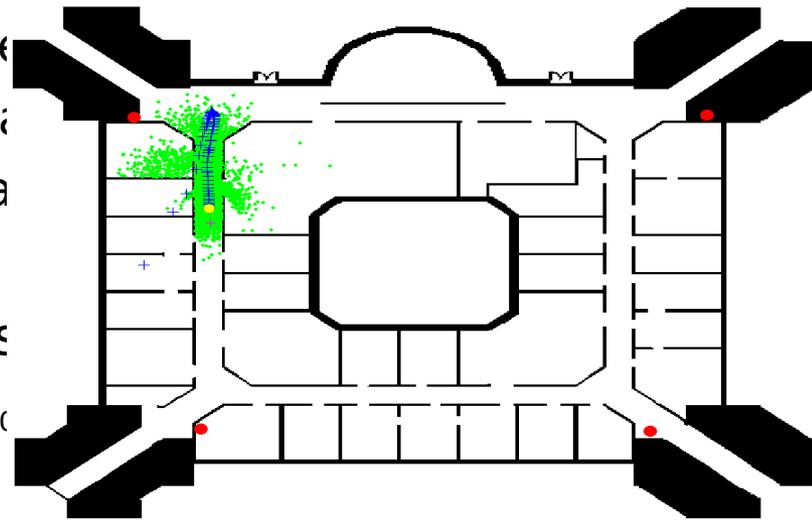
- Les mesures WiFi sont assez fortement bruitées



- Précision dépendante du maillage de couverture / de l'amplitude des fluctuations instantanées
 - Saut sur les positions extraites de la base de données
 - Variations de $\approx 5\text{dBm}$
 - Tous les points de la base de données sont extraits au cours d'un trajet à travers le bâtiment
 - Précision moyenne autour de 3.5m
- Influence du nombre de points d'accès captés

Comment limiter l'impact du bruit sur la localisation ?

- Des erreurs instantanées importantes à cause du bruit
- Trajectoire incohérente au cours du temps
 - Phénomène de saut d'une position de la base de données à une autre
- Comment limiter l'impact de ce bruit ?
 - Utilisation d'un filtre moyenné
 - Utilisation d'un filtre de Kalman
 - Utilisation d'un filtre particulaire
- Gestion de la mobilité de l'utilisateur



Le filtrage particulière (1)

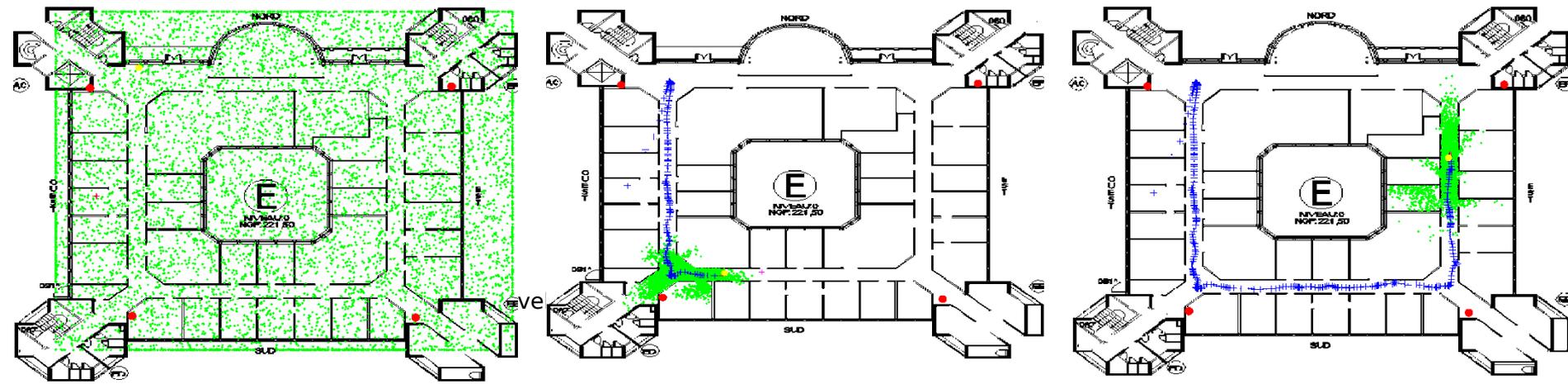
- Filtre plus générique que le filtre de Kalman
 - Modélisation de processus ayant une densité de probabilité non gaussienne
 - Modélisation de phénomènes non linéaires
 - Agrégation aisée de différentes informations de natures homogènes/hétérogènes
- Filtre cherchant à obtenir la meilleure approximation de la densité de probabilité suivante :

$$\Pr \{x_k | x_{0:k-1}, z_{0:k}\}$$

- Densité de probabilité quelconque
 - Calcul complexe
 - Discrétisation de cette densité par des masses de Dirac
 - Relation de récurrence nécessaire (chaînes de Markov d'ordre 1)

Le filtrage particulaire (2)

- Filtre composé d'un ensemble de particules qui vont explorer l'espace dans lequel évolue le mobile
- Affectation d'une probabilité (ou poids w_i) de présence pour que le mobile se trouve à la position occupée par la particule dans l'espace des possibles
- Poids des particules tenant compte :
 - L'historique des positions de la particule
 - L'architecture du bâtiment (les murs)
 - La mesure des puissances captées par le mobile
 - Autres données : accéléromètres, compas, ...

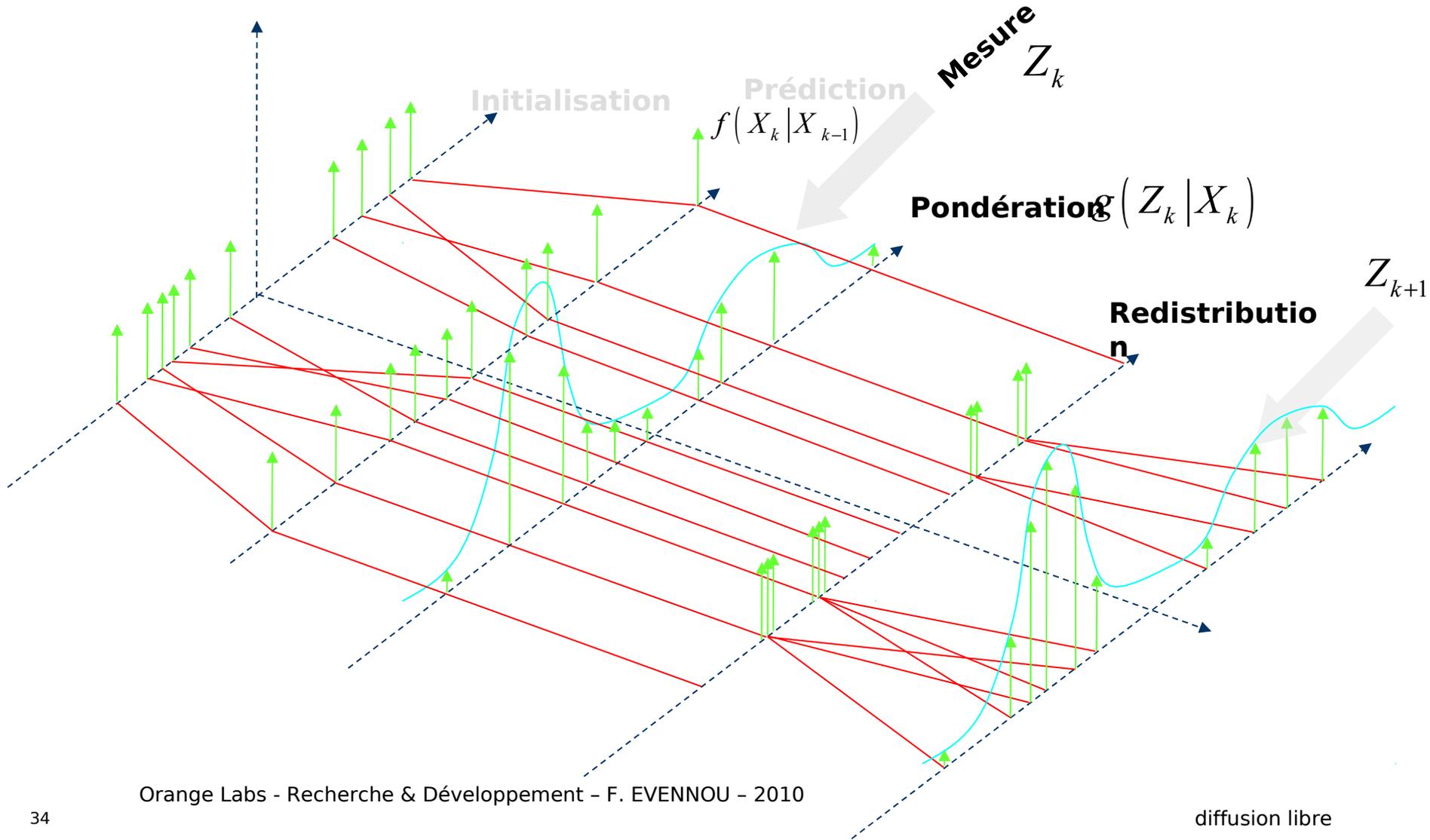


Déroulement du filtrage

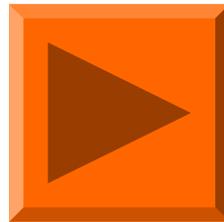
- Prédiction de la position suivante de chacune des particules
 - Utilisation de la loi du mouvement
- Vérification du mouvement des particules (traversée des murs - mouvements impossibles pour une personne)
 - $\Pr \{x_k | x_{k-1}\} = P_m$ si une particule a traversé un mur
 - $\Pr \{x_k | x_{k-1}\} = 1 - P_m$ si une particule n'a pas traversé de mur
 - Ici, nous avons retenu $P_m = 0$
- Mise à jour à la réception d'une mesure
 - Réception d'une mesure
 - Recherche dans la base de données de la position correspondant à la mesure (fingerprinting)
 - Mise à jour de la vraisemblance de la position de la particule par rapport à la mesure
- Mise à jour du poids de chacune des particules

$$w_k^i = w_{k-1}^i \Pr \{z_k^i | x_{k-1}^i\} \Pr \{z_k^i | x_k^i\}$$

Le filtrage particulaire en image



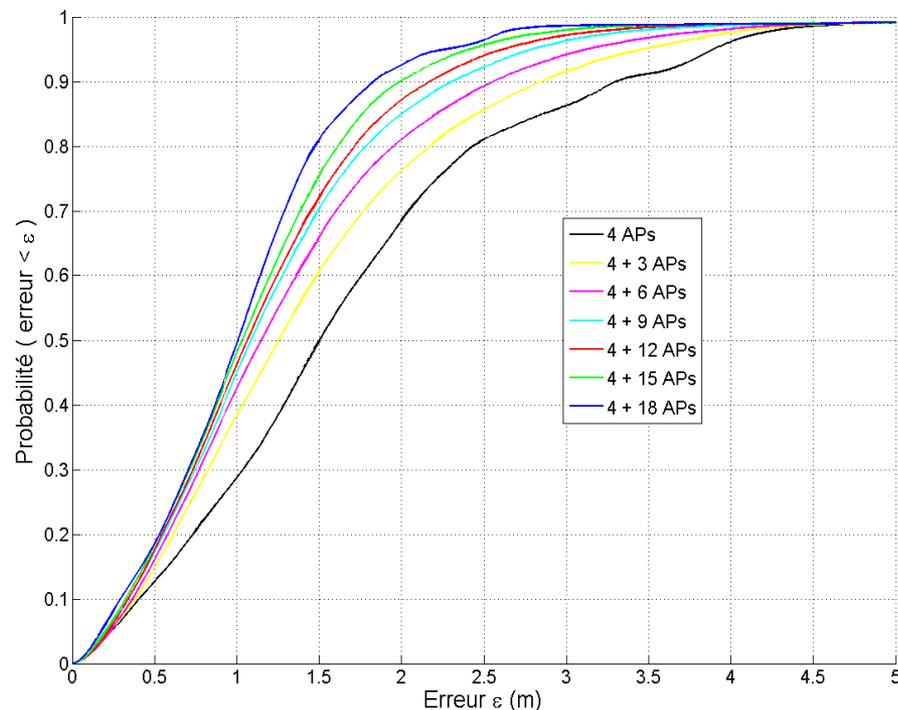
Le filtrage particulaire en action



Localisation en mobilité avec le filtrage particulaire

Performances de la localisation

- Influence du nombre de particules
 - Plus de possibilités d'exploration
- Influence du nombre d'APs captés
 - Plus grande stabilité des mesures de fingerprinting

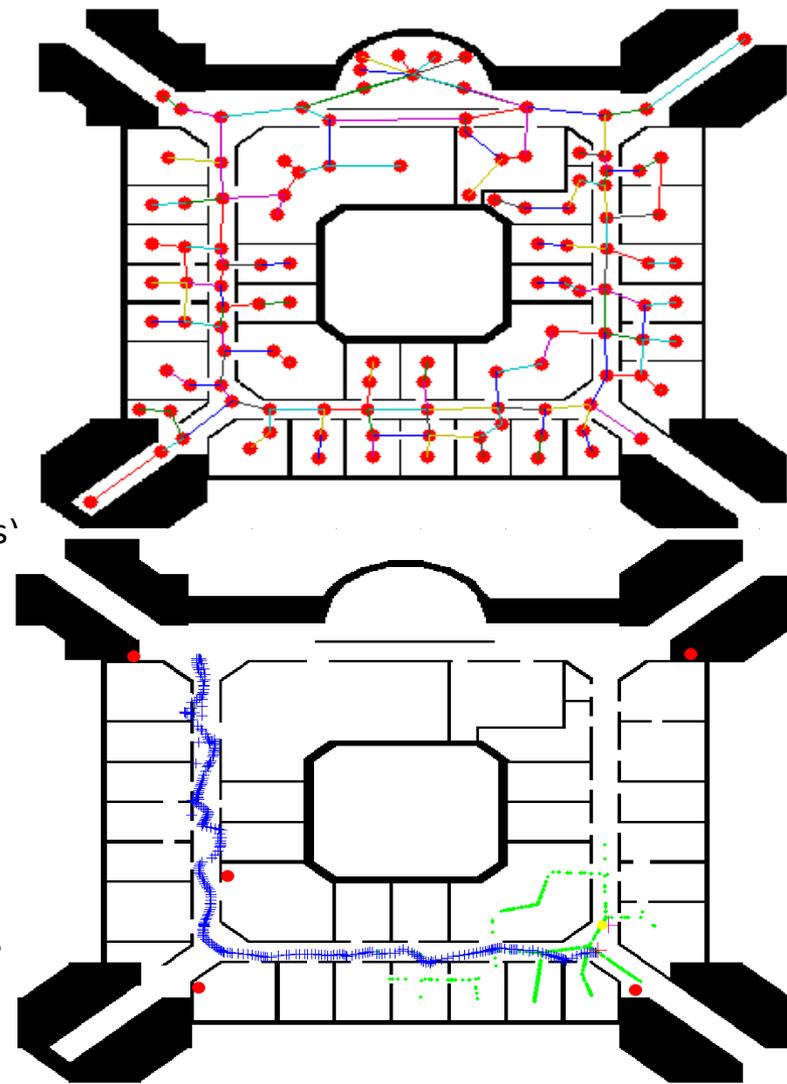


Simplification du filtrage

- Grand nombre de particules nécessaire
 - On cherche à réduire ce nombre de particules
- Réduction des traitements à effectuer
 - Supprimer la vérification de traversée des murs
- Recherche d'une nouvelle représentation pour le bâtiment
 - Représentation sous forme de graphe (arcs et nœuds)
 - Utilisation du diagramme de Voronoï : ensemble des arcs se trouvant à équidistance des objets

$$V = \{x \in W \mid (C_i \square C_j) : \forall h \quad d_h(x) \geq d_i(x) = d_j(x) \geq 0\}$$

- Génération automatique de ce graphe
- Particules contraintes à se déplacer sur les arcs
- Suppression des vérifications de traversées de murs
 - Contraintes sur le mouvement des particules



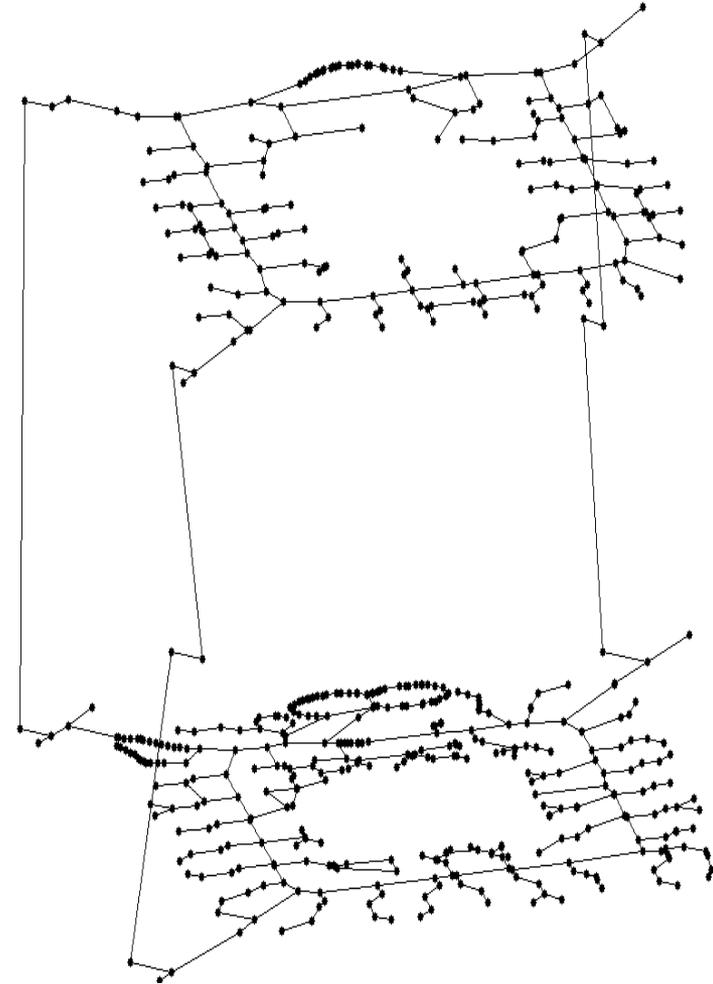
$$\Pr[V_k] = \frac{1 + \cos \theta_{j,k}}{\sum (1 + \cos \theta_{j,m})}$$

Localisation en mobilité
avec le filtrage



Extension du dispositif à la 3D

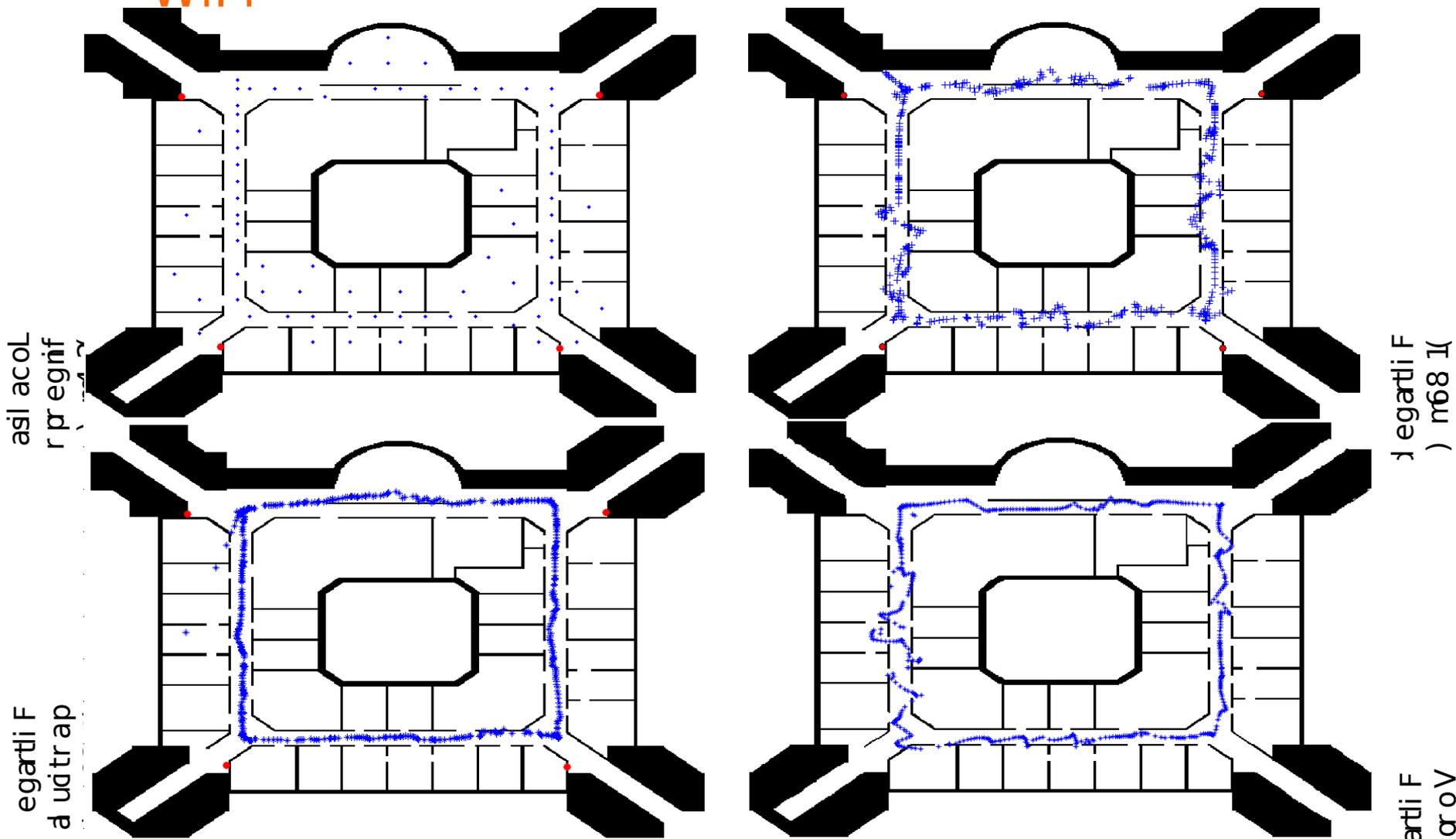
- Les environnements sont sur plusieurs étages
 - Gestion douce de la transition entre étages
 - Limitation des sauts transitoires d'un étage à l'autre
 - Mauvaise gestion dans les systèmes actuels (ex : EKAHAU : transition faite grâce à un lecteur infra-rouge par exemple)
- Utilisation des outils de filtrage
 - Génération d'un diagramme de Voronoi 3D
 - Exploitation du filtrage particulière pour gérer les transitions
 - Gestion de la procédure d'initialisation



Localisation dans l'espace (3D)

Orange Labs - Recherche & Développement - F. EVENNOU - 2010

Synthèse des performances de la localisation WiFi



asi acol
r p regnif

egatti F
eri d uôtrap

egatti F
) n68 1(

ap egatti F
3 1(i oncrov

Amélioration des performances des systèmes de localisation

- Obtention d'une précision à la zone près (ex : pièce)
 - Installation d'une infrastructure complémentaire
 - RFID : Exciters chez Aeroscout
 - Infra rouge : Ekahau
 - ⇒ Contrainte : déploiement à réaliser dans zones contraignantes (ex : au dessus de portes)
 - Alternative : tags permettant d'effectuer des mesures entre eux
 - Pas d'infrastructure complémentaire à installer
 - Consommation plus importante
- Prise en compte des variations de l'environnement et du réseau
 - Mise à jour dynamique de la base de données de fingerprinting
 - Exploitation de sondes (ex : points d'accès)
- Augmentation de l'autonomie des tags
 - Exploitation de capteurs tels que des détecteurs de mouvement
 - Ex : Accéléromètres

Fusion de données multi-capteurs

- Hybridation "lâche"

- Passage d'une technologie de localisation à une autre lors de périodes d'indisponibilité d'une des technologies

Amélioration de la zone couverte par le système de localisation

- Hybridation "serrée"

- Combinaison des informations de deux systèmes de localisation en état de fonctionner

⇒ex : WiFi /UWB - WiFi / INS

Amélioration des performances du système de localisation dans la zone de couverture où les différents systèmes sont disponibles

Choix des technologies de localisation à combiner

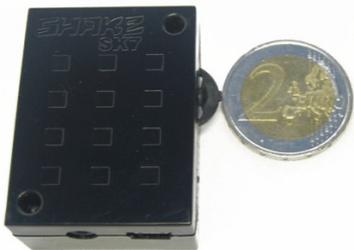
- WiFi / UWB

- 2 systèmes radio
- WiFi : large couverture avec une précision de l'ordre de 2-3m
- UWB : faible couverture avec une précision de quelques dizaines de centimètres dans la zone

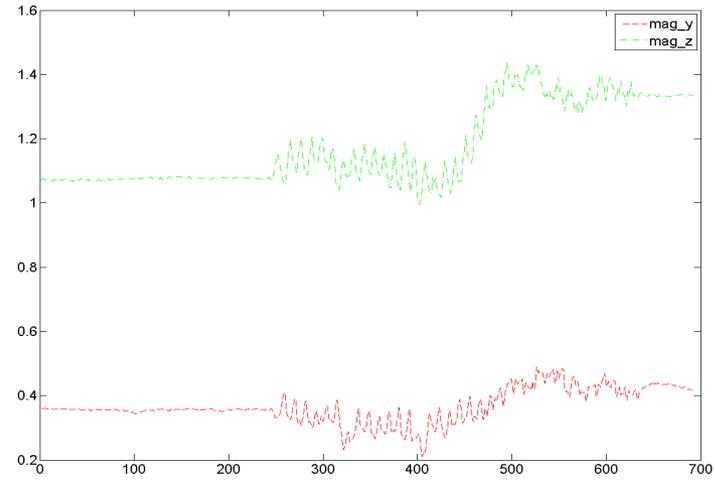
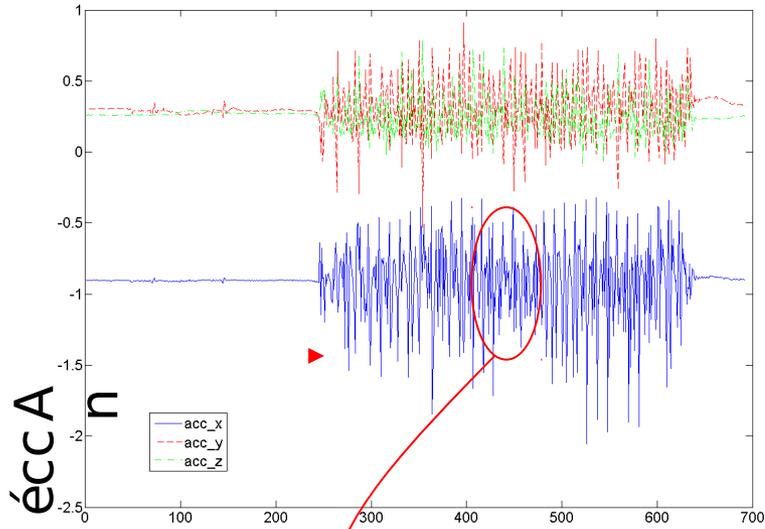
Système de fusion : switch entre les deux technologies du fait qu'une des technologies soit plus précise que l'autre

- WiFi / INS

- 1 système radio et 1 odomètre (accéléromètre, gyroscope, magnétomètre)
- WiFi : large couverture avec une précision de l'ordre de 2-3m
- INS :
 - obtention d'informations sur l'attitude du mobile
 - dérive au cours du temps due au bruit de mesures → besoin de réinitialiser les capteurs
 - Intérêt : capteurs intégrés dans des objets tels que des smartphones



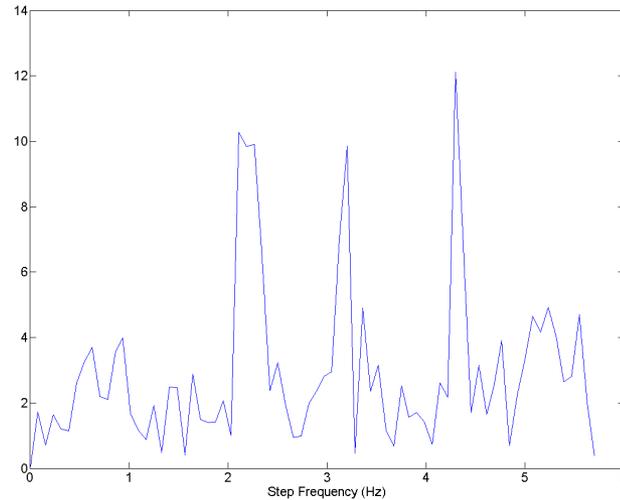
Signaux provenant d'un capteur INS



òt ar éccA

n

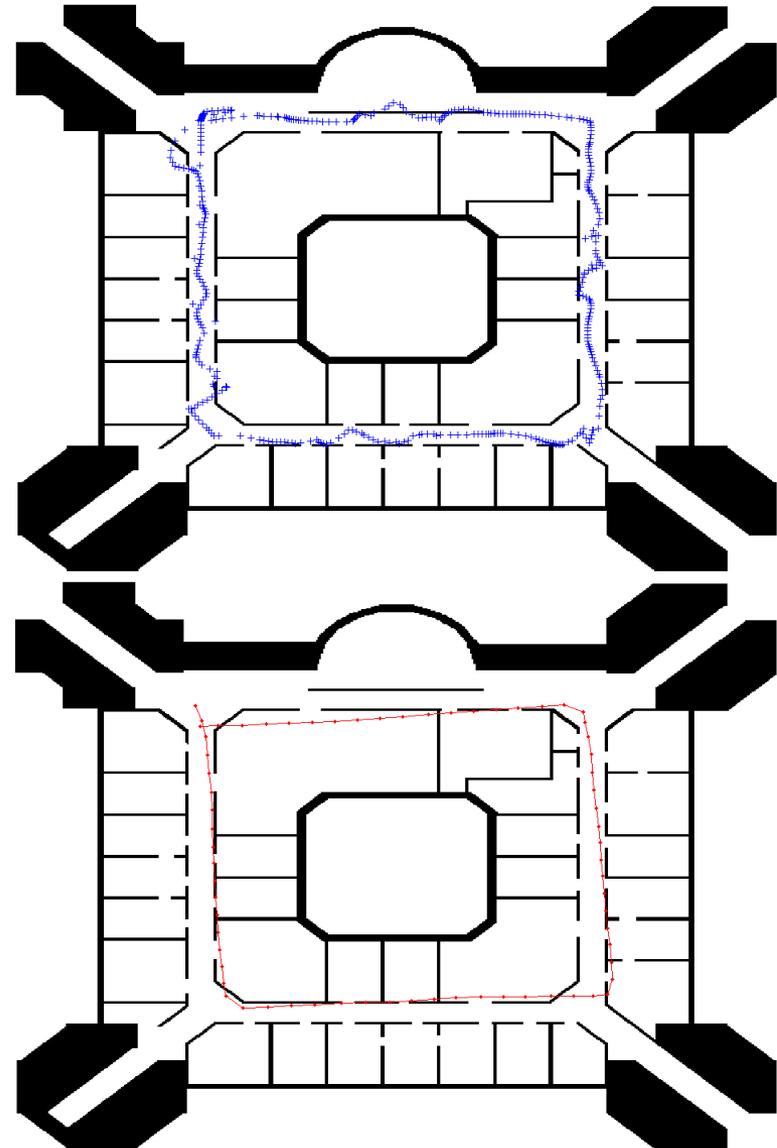
TFF



rt è mæt énga M e

Amélioration des performances par la fusion multi-capteurs

- Amélioration de la précision si plusieurs systèmes sont disponibles
 - La navigation permet d'avoir une meilleure connaissance du comportement d'un utilisateur (attitudes)
 - Amélioration de la précision lors des changements de direction
 - Réduction du temps de latence lors de ces changements
 - Limitation de l'impact du bruit des mesures WiFi (arrêt dans une pièce)



Exploitation des données de localisation

- WiFi :
 - Retourne une position à 2-3m près et d'initialiser un système de navigation INS
- INS :
 - Permet de détecter lorsqu'on marche
 - Estimation position de la distance parcourue
 - Permet de détecter lorsqu'on tourne
 - Combinaison des données provenant du magnétomètre et du gyroscope (estimation du cap)

Objectif : proposer une architecture permettant d'exploiter :

- Les données WiFi pour initialiser/resynchroniser les données INS
- Les données INS pour guider l'estimateur de localisation WiFi

La coopération intelligente

- La navigation inertielle

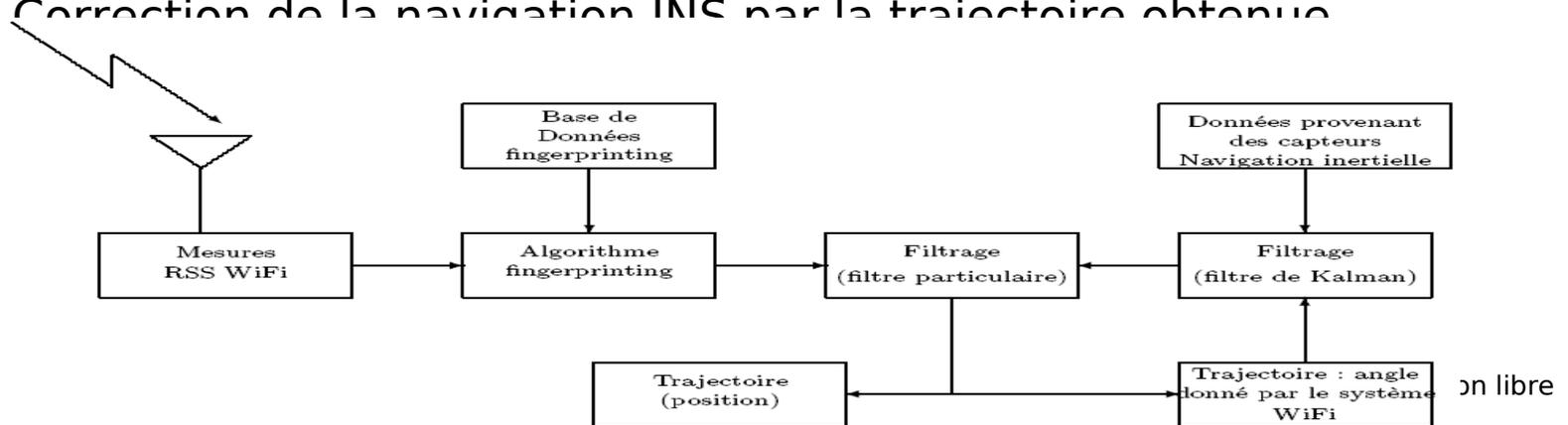
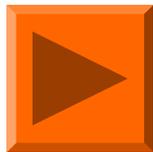
- Dégradations au cours du temps
 - Intégration des mesures et donc du bruit

- La localisation par WiFi

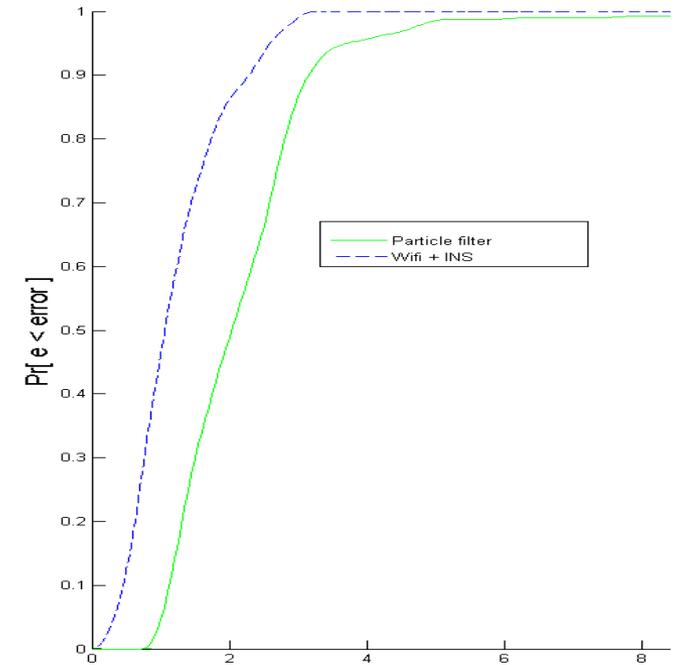
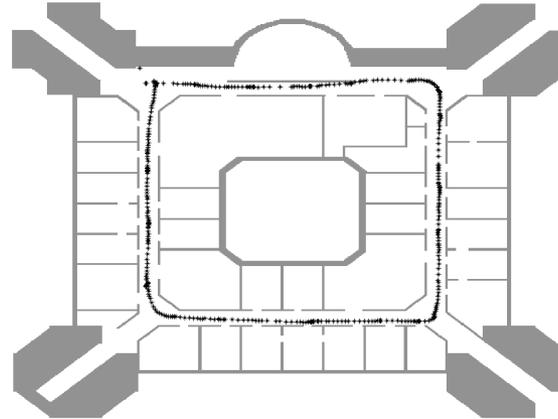
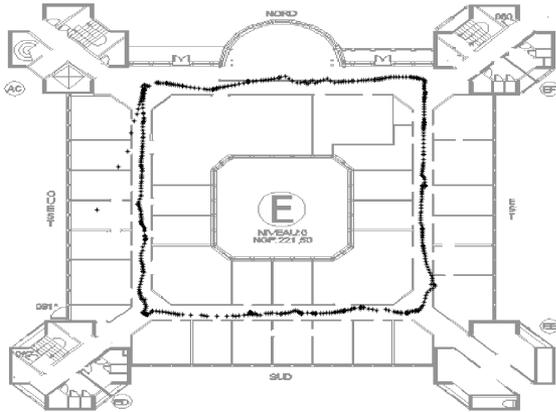
- Retard lors des changements de direction
- Pas de position fixe lorsque le mobile est statique

- Utilisation du filtre particulaire

- Guidage du comportement des particules par la navigation INS
- Correction de la navigation INS par la trajectoire obtenue



Performances



- Peu de gain en performances de localisation
- Meilleure prise en compte des changements de direction et des situations statiques
 - Réduction des latences lors de changement de direction + détection des entrées dans les pièces
 - Arrêt du système de filtrage lors d'un arrêt du mobile

Mise en oeuvre d'un service de localisation WiFi/traçabilité RFID

- Tests effectués par à Orange Labs sur la localisation et la traçabilité
 - Démonstrateur mis en place sur le site de Meylan
- Localisation de personnes
 - Localisation en temps réel
 - Remontée d'informations (sous forme de zones) vers un SI
 - Avoir une autonomie suffisante par rapport au temps de passage des personnes dans l'environnement

⇒ Choix de la **technologie WiFi**

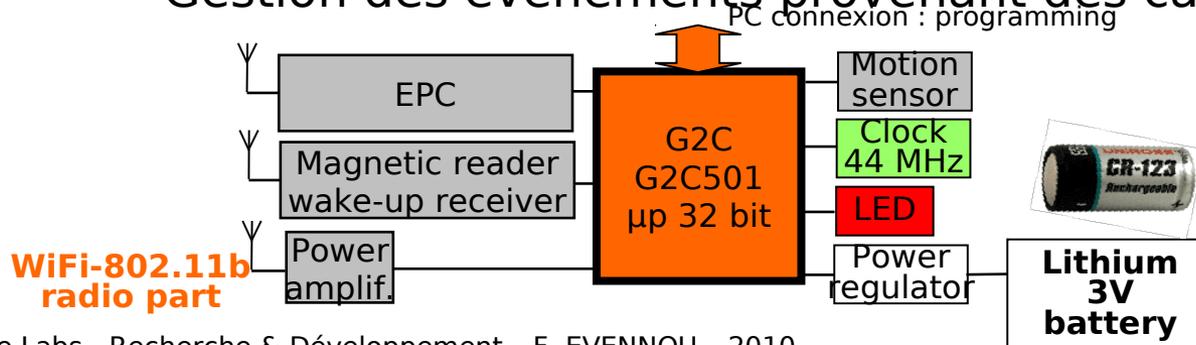
- Tracer des objets au cours du temps
 - Taille des tags
 - Infrastructure à mettre en place : limitée

⇒ Choix de la **technologie RFID (13.56 MHz)**

- **Besoin d'une analyse des processus métier**
 - **Intégration des technologies dans ces processus**

Complémentarité WiFi/RFID

- Objectif :
 - Association patient/Identifiant
 - Simplification de la procédure
 - Intégration dans des processus métier
- Besoin de disposer d'une interface RFID dans les tags WiFi
 - Choix du tag G2 Microsystems
 - Tag intégralement programmable
 - Gestion des évènements provenant des capteurs



Traçabilité à partir de RFID

- Dispositif permettant de compter des enveloppes et d'assurer leur traçabilité
 - Enveloppes contenant des tubes de biologie
 - Déclenchement d'alarmes en fonction :
 - Du temps d'attente
 - De la quantité d'enveloppes en attente
- Objectif : analyse des temps de chacune des étapes d'un processus métier
 - Indicateurs fiables sur ces étapes
 - Non acteur dépendant
 - Pas de saisies manuelles a posteriori

Dispositifs RFID

- Plusieurs bandes de fréquences :
 - 125 kHz, 13.56 MHz, 868 MHz, 2.4 GHz
- Critères pour le choix en fonction :
 - La portée des lecteurs/tags
 - Du nombre de tags à lire simultanément
 - De l'environnement proche (présence de liquides, etc.)
 - Encombrement des éléments en présence
 - Lecteur / antennes
 - Tags
 - Mode de fonctionnement (push/pull)
 - Prix des éléments



⇒ Evaluation de deux équipements :

- Kit ALIEN ALR-8800 (868 MHz) (5 k€ en 2008)
 - Kit Tagsys Medio P101 (13.56 MHz) (300 € en 2008)
- **Problème rencontré** : couplage EM entre les tags du leur empilement dans le bac
 - Apparition/disparition de tags durant le comptage
 - ⇒ Mise en place d'un processus métier pour contourner le problème



Quelques résultats de test

WIFI :

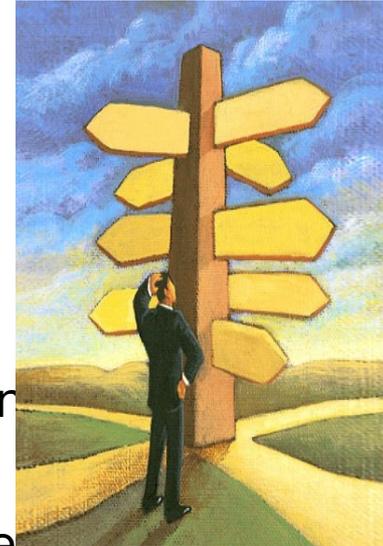
- Base de fingerprinting mise en place en juin 2009 et toujours valide
- Rafraichissement de la position toutes les 3-4 s → précision acceptable mais latence lors des déplacements
- Interactions entre les différentes interfaces radio pour optimiser le fonctionnement des tags
 - Amélioration des performances de localisation
 - Augmentation de l'autonomie des tags

RFID :

- Portée du systèmes RFID : de quelques centimètres à 1-2 mètres
 - Réglage de la puissance d'émission des lecteurs
 - Sensibilité à l'orientation des antennes
 - Besoin de multiplier les antennes/lecteurs suivant plusieurs directions
 - Effet de masquage lors de l'accumulation des tags
 - Couplage EM des tags entre eux lorsqu'ils se superposent
 - Contacts indirects : épaisseur du papier des enveloppes
 - Disparition/apparition par intermittence des tags RFID
 - Difficulté à faire un comptage en permanence
- ⇒ Exploitation d'artifices logiciels pour effectuer le comptage

Quelques éléments pour retenir la bonne solution

- Bien analyser l'usage du système
 - Localisation en temps réel ou pas ?
 - Ex : Statistique, déclenchement d'alarme
 - Objets / personnes en mouvement ?
 - Mise en place de stratégies d'économie d'énergie
 - Précision nécessaire pour les applications ?
 - Contraintes de déploiement supplémentaires
 - Intégration de la technologie dans des processus existants
- Bien analyser l'environnement
 - Infrastructure déjà en place ?
 - Possibilité d'installer de nouveaux équipements dans l'environnement



Perspectives sur les systèmes de radio-localisation indoor



- Travail à poursuivre sur :
 - Outils d'aide au déploiement
 - Placement optimal des bornes du réseau en fonction de la QoS et de la qualité de la localisation
 - Outils d'aide à la construction de la base de données de fingerprinting
 - Mesures terrain : diminuer l'effort à faire
 - Outils permettant la mise à jour dynamiquement de la base de données
 - Réseaux intelligents se gérant dynamiquement
- Etude de systèmes radio mêlant localisation par un réseau, et mesures entre capteurs
- Etude de systèmes de localisation uniquement basés sur des mesures entre capteurs
 - Pas d'infrastructure à déployer

Conclusion

- Localisation indoor par onde radio
 - Exploitation de la mesure de puissance de signal
 - Contraintes de mise en place + limitations dues au bruit de mesure
 - Précision d'environ 3-4m, selon l'infrastructure du réseau et de l'environnement
- Besoin de coupler les technologies
 - Augmenter l'autonomie des tags
 - Augmenter la précision
 - Augmenter la zone de couverture du service de localisation
- Fort besoin d'analyse des processus métier pour intégrer les technologies efficacement dans les pratiques des professionnels (santé, etc.)

merci



diffusion libre



Dispositif d'association personne/tag RFID dans le système d'information

- Limiter les modifications des processus actuels
 - Poursuite de l'utilisation des codes barres
- Exploitation de lecteurs Code Barre / RFID
 - Peu de lecteurs Code barre/RFID 868 MHz
 - Lecteur RIOTEC LS8000 (Code barre/RFID 13.56 MHz)

Limitation du dispositif :

- Impossibilité de scanner le code barre et le tag RFID en même temps
 - 2 gestes distincts pour l'enregistrement
 - Peu ergonomique

