



REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix – Travail – Patrie

UNIVERSITE DE DOUALA

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE
POLYTECHNIQUE DE DOUALA

B.P. 2701 Douala
Tél. (237) 697 542 240
Site web: www.enspd-udo.cm

REPUBLIC OF CAMEROON
Peace – Work – Fatherland

THE UNIVERSITY OF DOUALA

NATIONAL HIGHER POLYTECHNIC
SCHOOL OF DOUALA

P.O. Box :2701 Douala
Phone :(237) 697 542 240
Email: contact@enspd-udo.cm



Redigé et présenté par
BALOGOG MANDACK Georges Lemuel
17G97724
en vue de l'obtention du
Diplôme d'ingénieur de conception

Devant le jury constitué de :

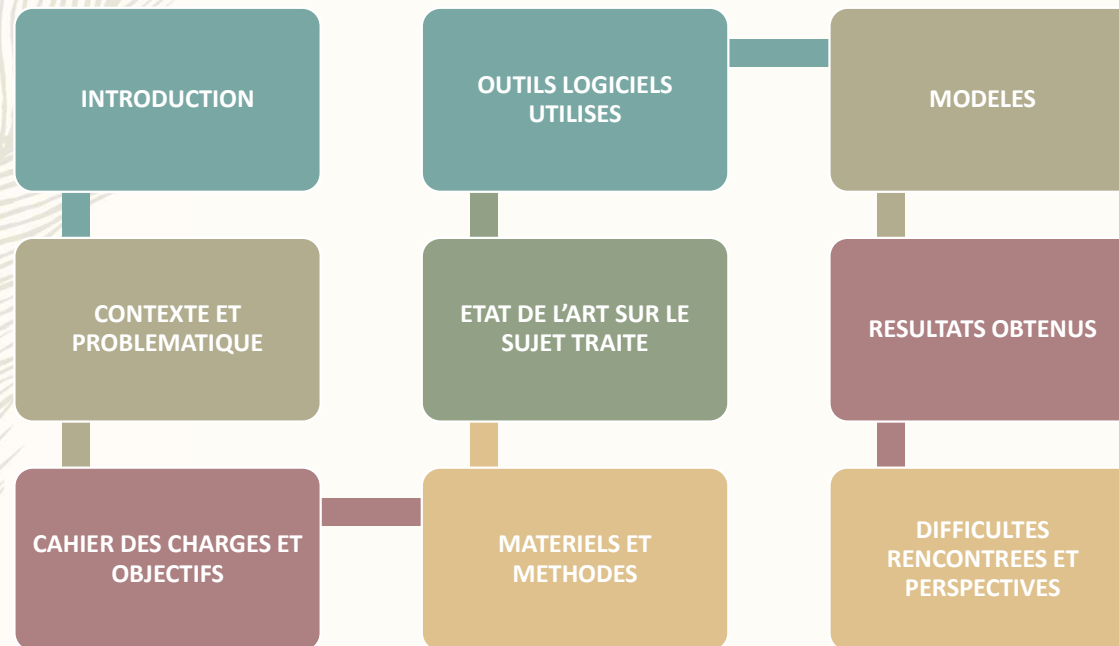
Président : Pr Charles H. KOM

Rapporteur : M. Luc IHONOCK

Exaamineur: Dr Jacques MATANGA

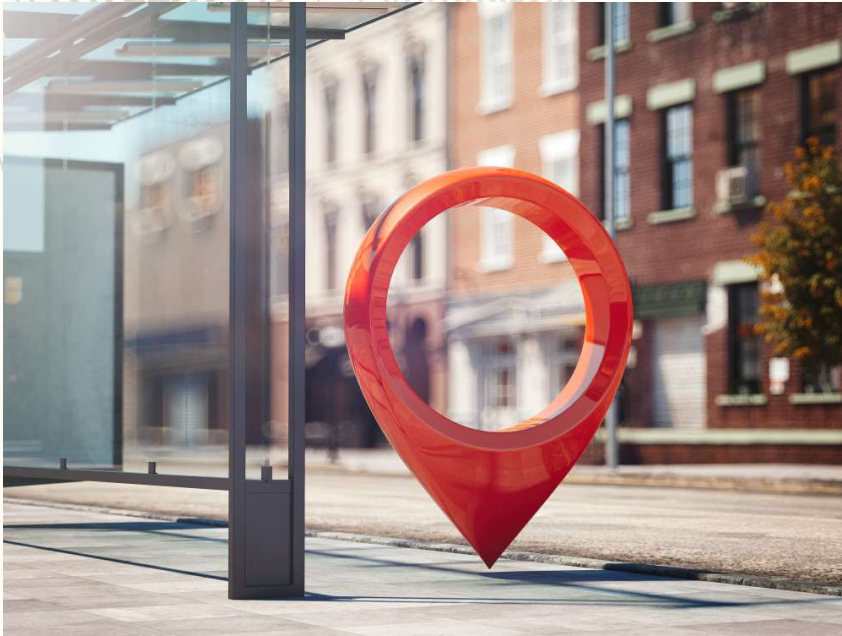
**LOCALISATION
INDOOR PAR
METHODES DES
RESEAUX DE
NEURONES (RNA) ET
ALGORITHME DES
ESSAIMS DE
PARTICULES (PSO)**

PLAN



3

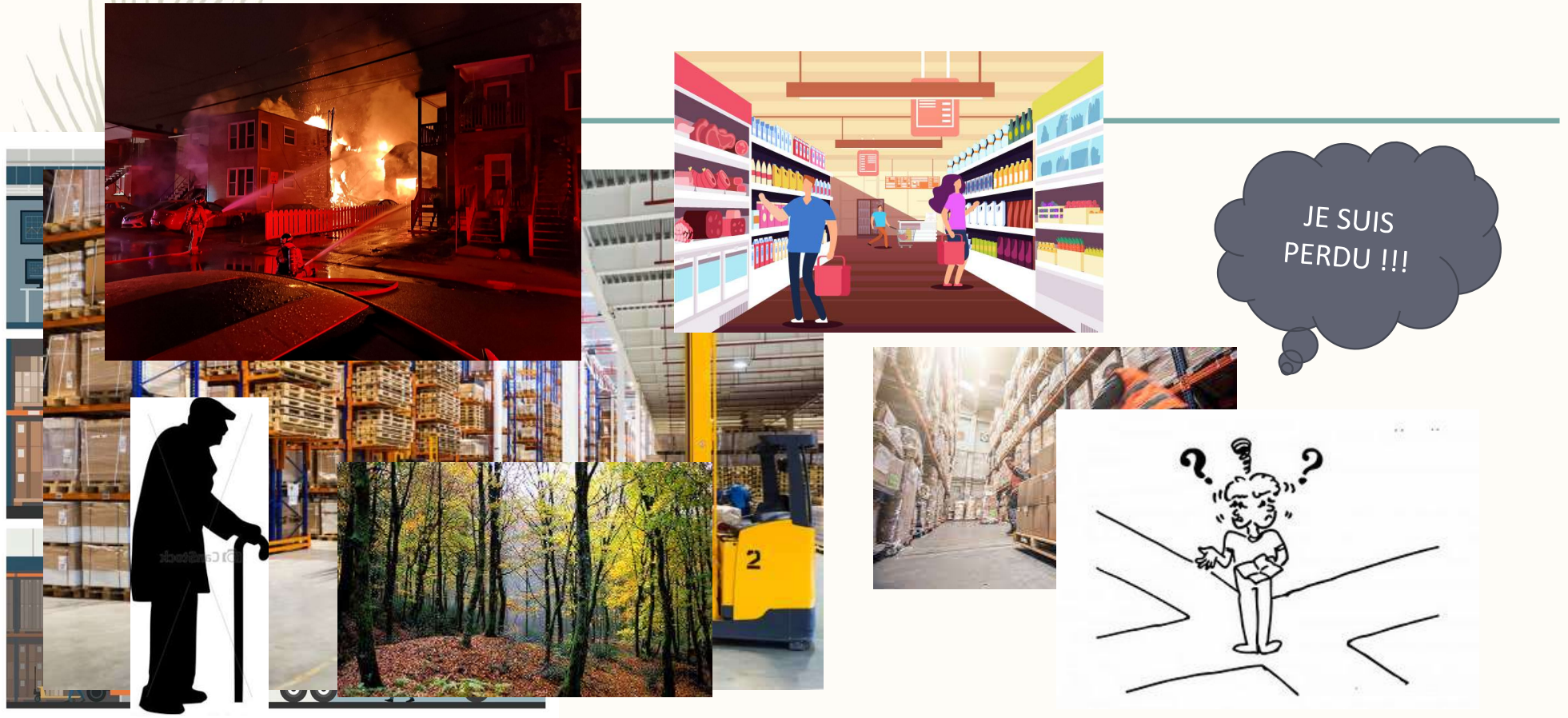
INTRODUCTION



Peu importe le lieu où nous nous trouvons, nous avons tous besoin de nous **orienter**, nous **diriger**, connaître notre **position**...

Géolocalisation!!!

4 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE



5 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

GPS

VS

WIFI

Avantages



- ☐ Forte précision en outdoor
- ☐ Facilité d'utilisation (*cote user*)

Inconvenients & Limites

- ☐ Cout d'installation élevé
(*côté provider*)
- ☐ Précision réduite en indoor
- ☐ Dépendance technologique



GPS ?

6 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

GPS

VS

WIFI

RSSI : Received Signal Strength Indicator
WI-FI Signal Strength



Avantages

- ☐ Forte mobilité
- ☐ Facilite d'appairage
- ☒ Cout d'installation réduit (*Très souvent déjà existant*)
- ☐ Qualité du signal
- ☒ Informations facilement exploitables

Inconvenients & Limites

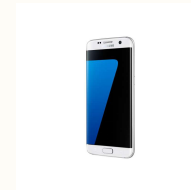
- ☐ Difficulté à sécuriser

7 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

**EMETTEURS/POINT
D'ACCÈS**



CIBLES

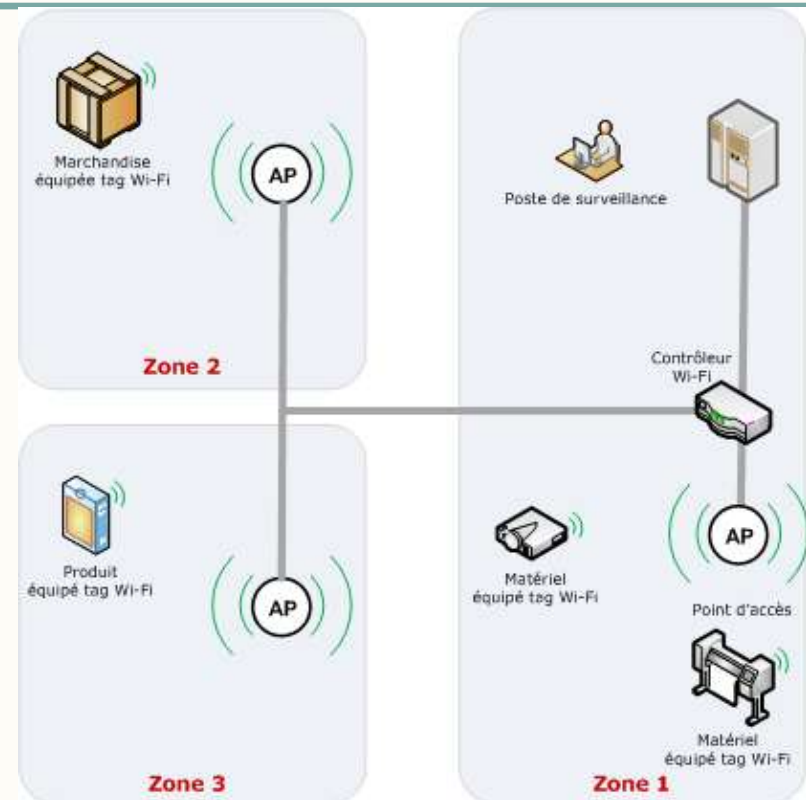


8 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

La localisation par wifi offre l'avantage d'une architecture pour la plupart du temps déjà existante

ENJEUX:

- optimiser la couverture,
- la précision,
- la vitesse de calcul
- réduire les coûts

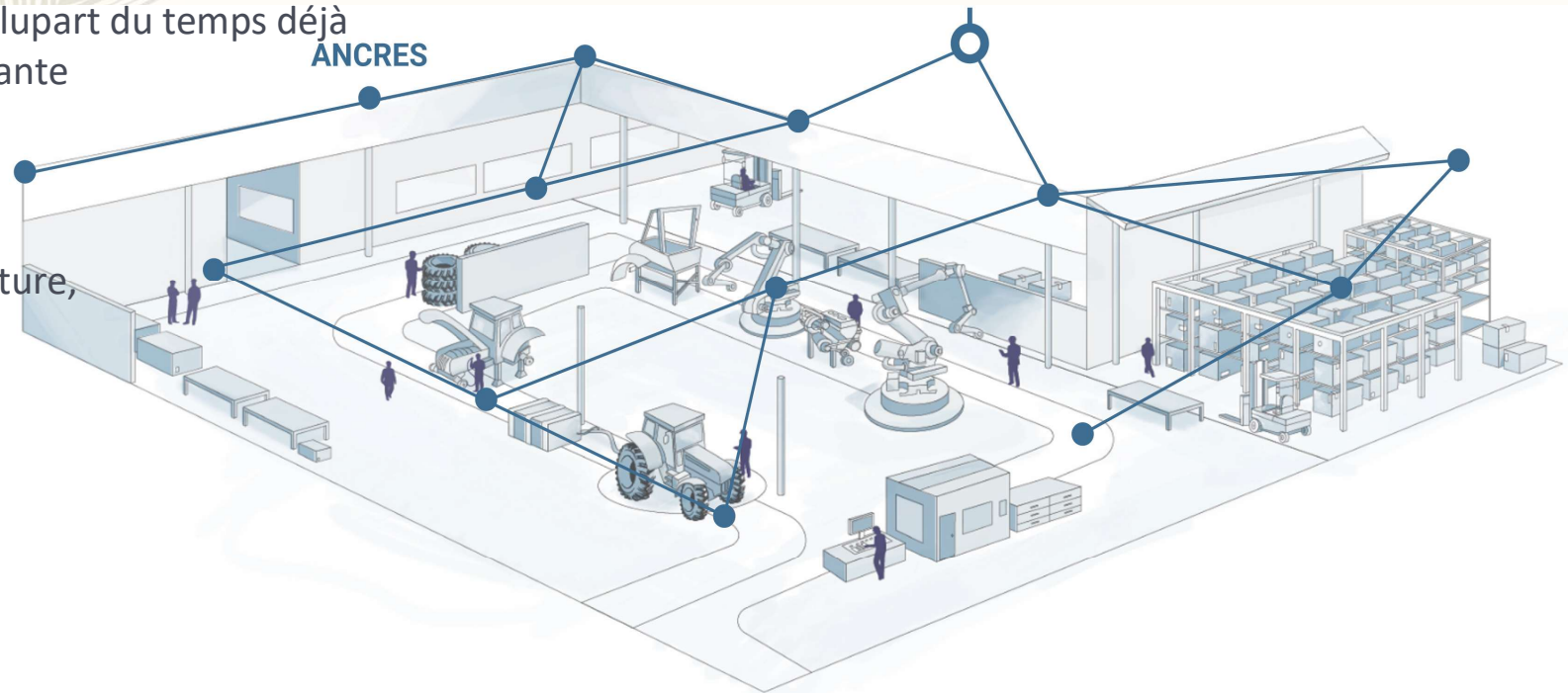


9 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

La localisation par wifi offre l'avantage d'une architecture pour la plupart du temps déjà existante

ENJEUX:

- optimiser la couverture,
- la précision,
- la vitesse de calcul
- réduire les couts

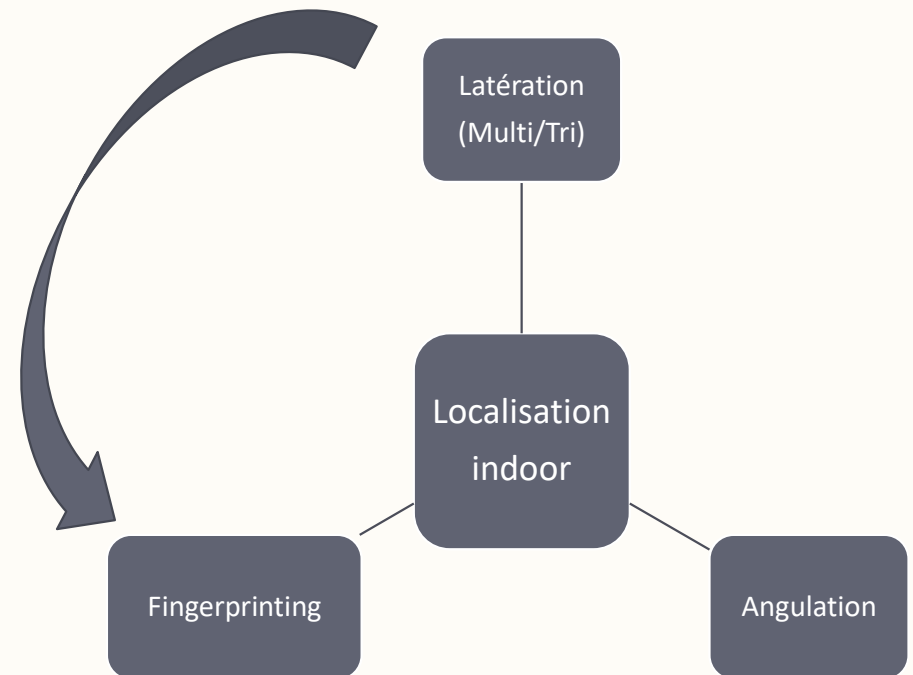


10 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

Les **systèmes de localisation** sont des systèmes constitués d'une **série linéaire, planaire, circulaire ou volumique** d'antennes émettrices et d'un **processeur de signaux numériques** (DSP : Digital Signals Processor) implémentant des **algorithmes de localisation** permettant de traiter l'information et évaluer la position d'une cible.

ENJEUX:

- Optimiser la couverture,
- Optimiser la précision,
- Améliorer la vitesse de calcul
- Réduire les couts



11 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

Les **systemes de localisation** sont des systèmes constitués d'une **série linéaire, planaire, circulaire ou volumique** d'antennes émettrices et d'un **processeur de signaux numériques** (DSP : Digital Signals Processor) implémentant des **algorithmes de localisation** permettant de traiter l'information et évaluer la position d'une cible.

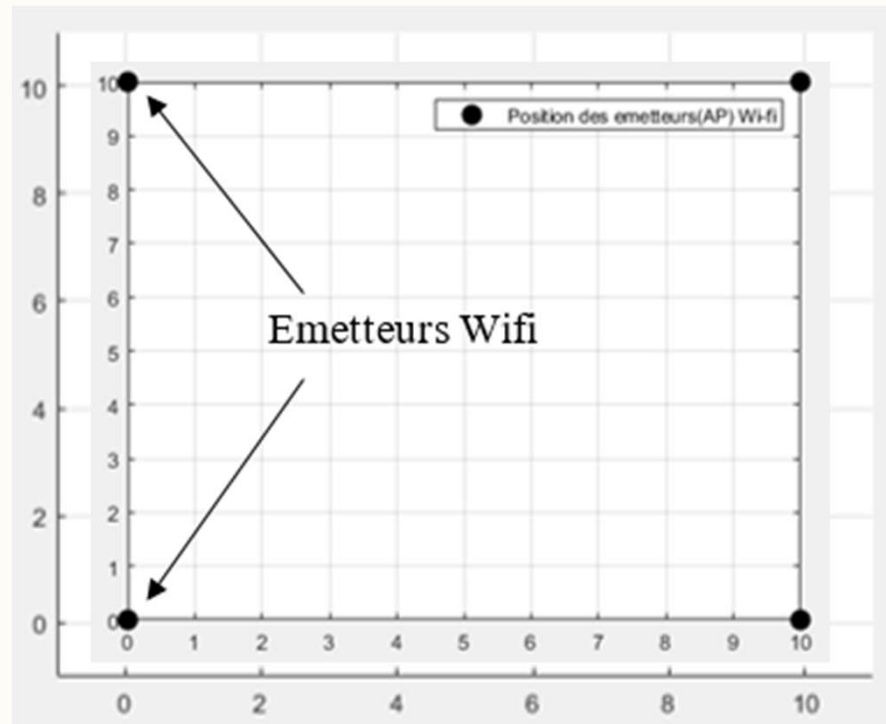
ENJEUX:

- Optimiser la couverture,
- Optimiser la précision,
- Améliorer la vitesse de calcul
- Réduire les couts

Le défi majeur réside alors dans le développement d'algorithmes efficients de localisation.

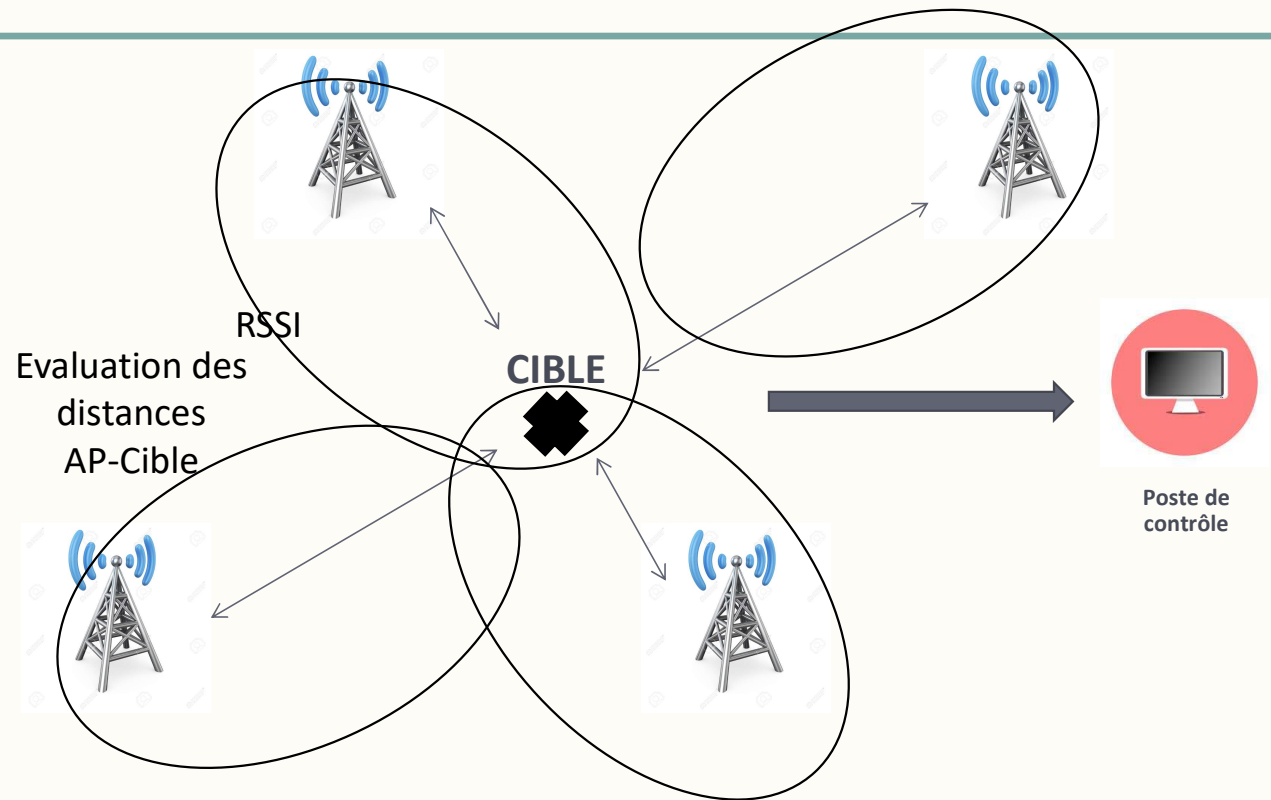
12 CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

- Réseau planaire 4 émetteurs wifi
- Fréquence ≈ 2.4 Ghz
- Zone test (10 m *10 m)
- Cibles statiques
- Environnement LOS
- Position des émetteurs connues
- Maximum de précision
- Minimum de temps de calcul



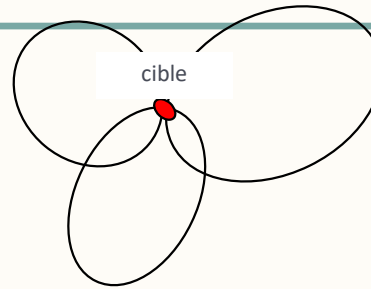
13 CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

– La trilatération

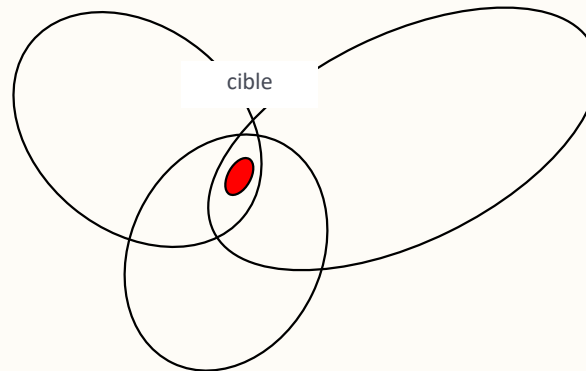


14 CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

– Latération parfait



– Latération ambiguë



15 CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

OBJECTIF

DETERMINER DE MANIERE OPTIMALE LES

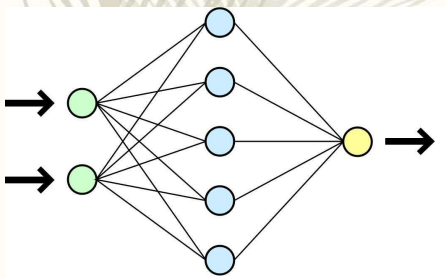
Coordonnées d'une cible statique

EN MINIMISANT L'ERREUR DE LOCALIZATION !!!!

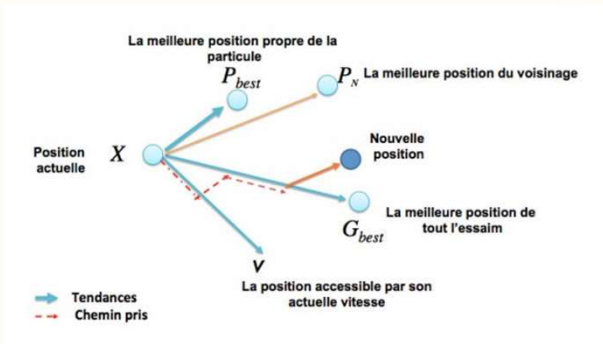
$$fitness(w_i^q) = \alpha \sum_{t=1}^m (d_t - |w_i^q - A^t|) \quad (2.9)$$




Réseaux de neurons
artificiels - RNA



Particle swarm optimization
- PSO



17 ETAT DE L'ART SUR LE SUJET TRAITE



Depuis **1914** jusqu'à nos jours, nous identifions 03 grandes techniques permettant d'atteindre des précisions importantes en localisation.

Ces techniques sont identifiées par les méthodes ***analytique***, les ***méthodes déterministes***, et les ***méthodes heuristiques***.

METHODES OPTIMISATION

- Analytique
- Deterministes
- Heuristique
 - RNA
 - PSO
 - ALGORITHME GENETIQUE...

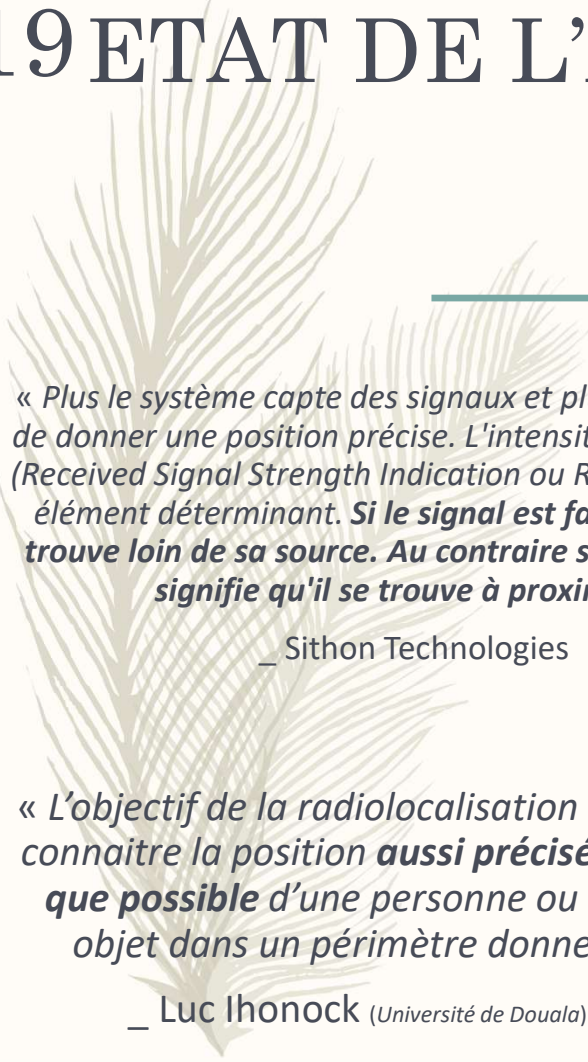
18 ETAT DE L'ART SUR LE SUJET TRAITE

METRIQUES

- AOA
- TDOA
- RSSI

Technique de localisation	Limites	Avantages
Technique basée sur la puissance des signaux reçus (Received Signal Strength, RSS)	- Nécessité d'avoir le trajet direct - Précision faible, - Mauvaise performance en présence de trajets multiples multiples	- Implémentation Faible - Algo. de localisation simple - Disponibilité des modèles mathématiques d'atténuation
Technique basée sur l'angle d'arrivée des signaux reçus (Angle Of Arrival, AOA)	- Nécessité d'avoir le trajet direct - Coût d'implémentation élevé, - Sensible aux trajets multiples	- Algo. de localisation simple - Nombre de stations de base fixes réduit
Technique basée sur le temps d'arrivée des signaux reçus (Time Of Arrival, TOA)	- Synchronisation entre émetteur et récepteur, - Nécessité d'avoir le trajet direct - Nécessité d'une résolution temporelle élevée au récepteur	- Précision élevée en milieu confié, - Bonne estimation des paramètres, - Algo. de localisation simple
Technique basée sur la différence du temps d'arrivée des signaux reçus (Time Difference Of Arrival, TDOA)	- Synchronisation entre récepteurs ou émetteurs, - Nécessité d'avoir le trajet direct - Nécessité d'une résolution temporelle élevée au récepteur	- Précision élevée en indoor, - Bonne estimation des paramètres, - Algo. de localisation simple - Pas de synchronisation entre émetteur-récepteur

19 ETAT DE L'ART SUR LE SUJET TRAITE



« Plus le système capte des signaux et plus il est capable de donner une position précise. L'intensité du signal reçu (Received Signal Strength Indication ou RSSI) est aussi un élément déterminant. **Si le signal est faible, l'objet se trouve loin de sa source. Au contraire s'il est fort, cela signifie qu'il se trouve à proximité** »

_ Sithon Technologies

« L'objectif de la radiolocalisation est de connaître la position **aussi précisément que possible** d'une personne ou d'un objet dans un périmètre donné »

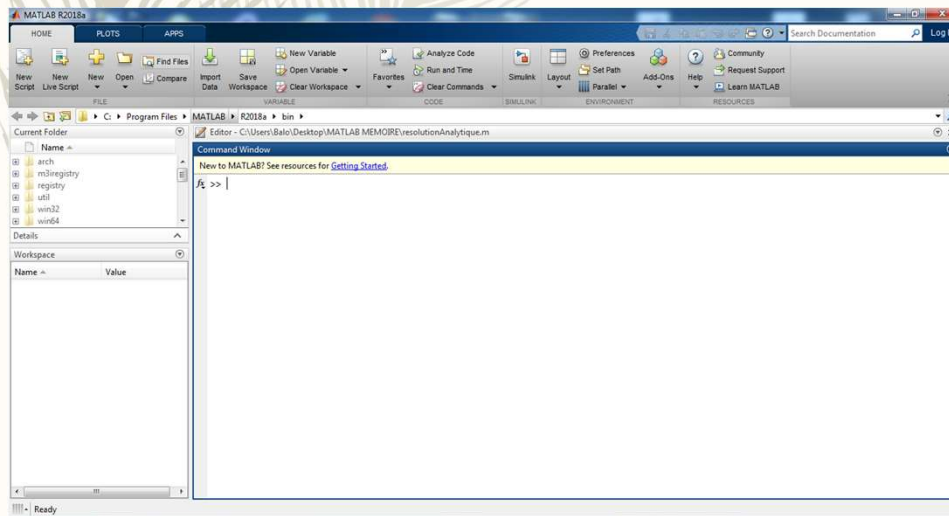
_ Luc Ihonock (Université de Douala)

« **Autant le GPS tend à s'imposer pour la localisation à l'extérieur des bâtiments, autant la situation est beaucoup plus ouverte pour la localisation à l'intérieur des bâtiments. De nombreux réseaux WiFi sont déployés dans les bâtiments. Ils diffusent des informations de puissance du signal** permettant de remonter à la position d'un mobile. La technique du fingerprinting par puissance WiFi permet de localiser le mobile. Cependant, l'utilisation de cette technique de localisation **requière une base de données correspondant à la couverture radio WiFi dans l'environnement.** »

_ Frédéric Evennou (Université Joseph Fourier)

20 OUTILS LOGICIELS UTILISES

MATLAB



Editor - resolutionAnalytique.m

5x4 complex double

	1	2	3	4	5	6
1	-0.4785 + 0.6411i	-0.5886 - 0.5418i	0.5993 - 0.5299i	0.4656 + 0.6505i		
2	-0.7911 + 0.1189i	-0.0371 - 0.7991i	0.7987 + 0.0451i	-0.1268 + 0.7899i		
3	-0.6458 - 0.4721i	0.5359 - 0.5940i	0.5359 + 0.5940i	-0.6458 + 0.4721i		
4	-0.1268 - 0.7899i	0.7987 - 0.0451i	-0.0371 + 0.7991i	-0.7911 - 0.1189i		
5	0.4656 - 0.6505i	0.5993 + 0.5299i	-0.5886 + 0.5418i	-0.4785 - 0.6411i		
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

Modèle PSO

$$fitness(w_i^q) = \alpha \sum_{t=1}^m (d_t - |w_i^q - A^t|) \quad (2.9)$$

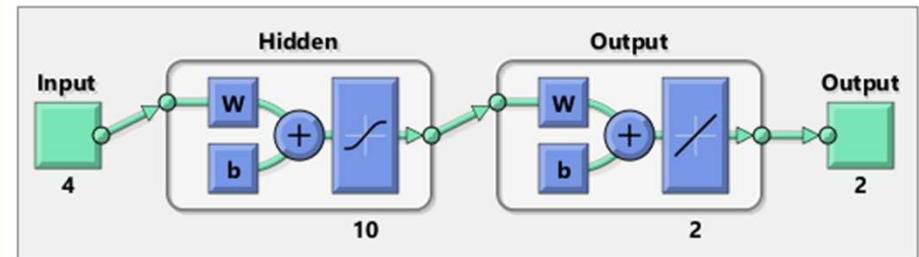
- α correspond à la matrice de probabilité de proximité avec chaque antenne
Soit $\alpha = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n]$

$$\alpha_{i \in [1, n]} = \begin{cases} 0, 9 & \text{pour la puissance la plus grande} \\ 0, 1 & \text{pour les autres} \end{cases} \quad (2.10)$$

n étant le nombre d'émetteurs Wi-Fi

- m nombres de points d'accès utilisés
- d_t correspond aux distances $AP_{t \in \{1 \dots m\}}$ \Rightarrow Mobile déduit à partir du modèle de Friss
- w_i^q correspond aux coordonnées (x,y) de la cible recherchées
- A^t correspond aux coordonnées des différents point d'accès $AP_{t \in \{1 \dots m\}}$

RNA



RESULTATS OBTENUS

BASE DE DONNEES ~ Fingerprinting

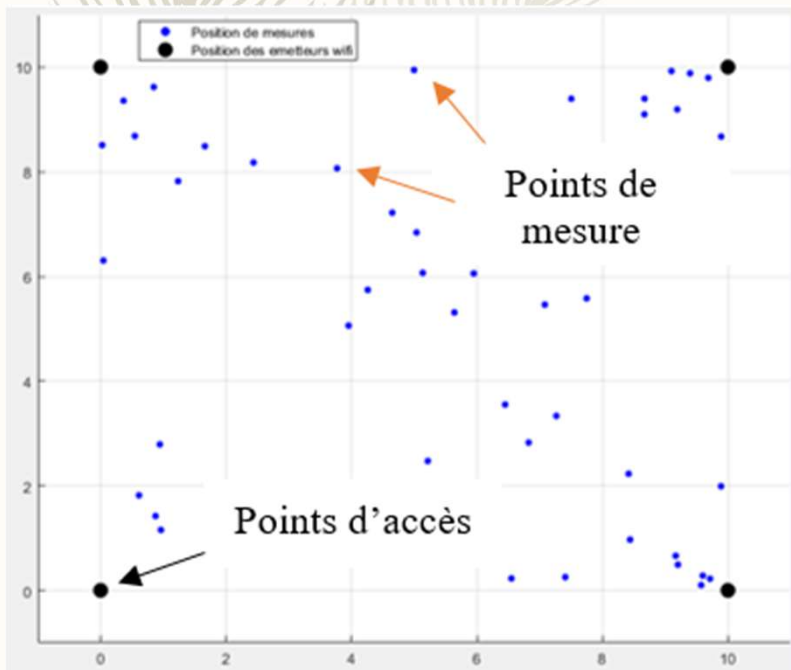


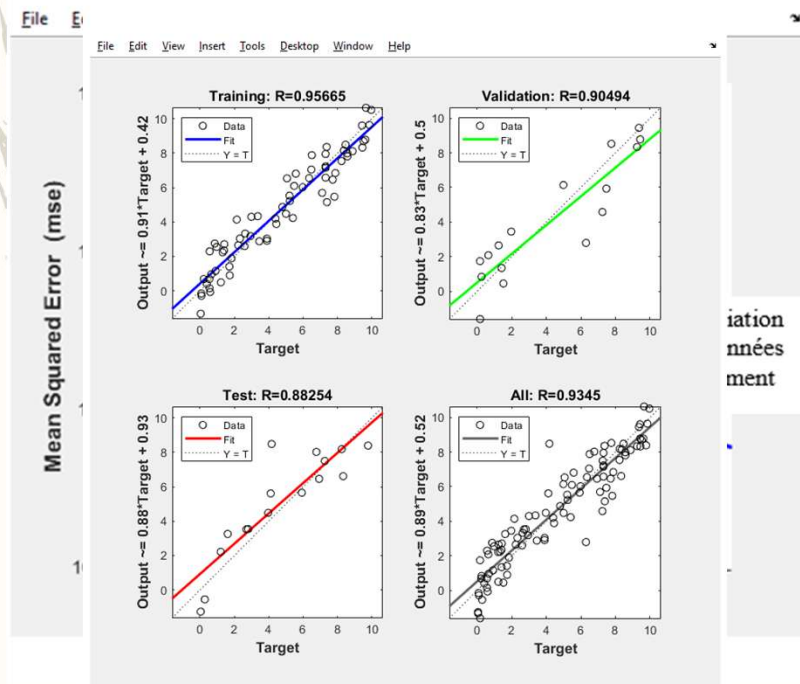
TABLE 3.2 – Mesures des RSSI (50 points de mesures)

N°	RSSI1	RSSI2	RSSI3	RSSI4	x	y
1	-35	-32	-57	-32	4,042566861	7,971680744
2	-41	-57	-52	-44	3,666391923	3,390377066
3	-31	-31	-56	-30	3,894466059	6,901169515
4	-31	-45	-36	-56	2,467098627	0,293343966
5	-47	-32	-36	-31	6,129142151	8,406635265
6	-40	-59	-34	-32	9,118488651	5,590922128
7	-39	-37	-37	-48	4,005021258	4,005021258
8	-40	-55	-39	-60	5,47976106	0,091327902
9	-52	-59	-57	-35	9,487768427	9,439846548
10	-39	-51	-31	-59	8,394716302	0,080376556
11	-47	-49	-37	-36	9,396949259	5,437935358
12	-55	-45	-47	-40	7,560331627	8,450002458
13	-39	-37	-52	-39	2,936169369	7,063815142
14	-40	-55	-57	-45	2,621875281	2,689431828
15	-31	-50	-42	-54	0,984840373	0,161532215
16	-37	-53	-45	-39	4,346853043	3,669645762
17	-33	-31	-44	-56	0,285705872	5,928416875
18	-56	-53	-34	-53	9,613607385	0,549093949
19	-35	-53	-32	-50	6,585126455	0,118208274
20	-54	-53	-41	-46	9,307273396	2,909546654
21	-50	-35	-42	-43	2,660991687	8,284330378
22	-32	-52	-37	-37	3,864328257	2,007917238
23	-49	-43	-58	-59	0,225605112	7,376483664

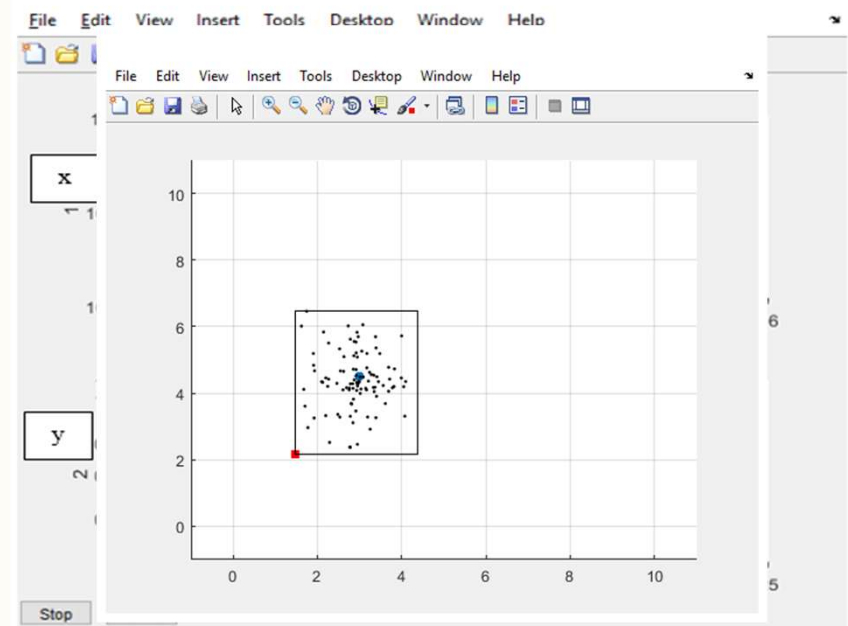
23

RESULTATS OBTENUS

LOCALISATION PAR RNA

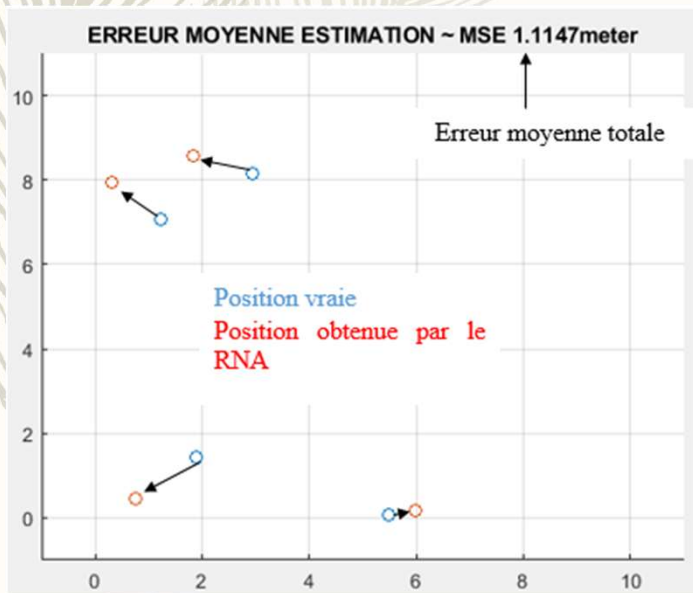


LOCALISATION PAR PSO

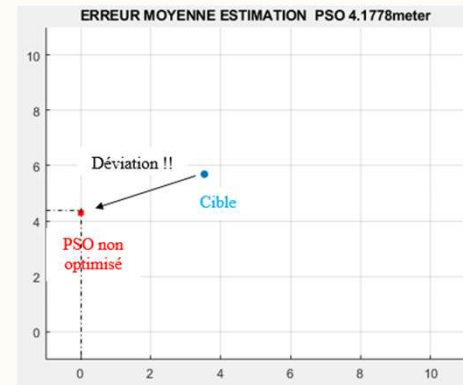


RESULTATS OBTENUS

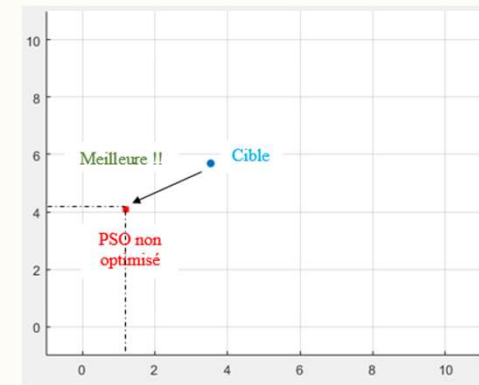
LOCALISATION PAR RNA



LOCALISATION PAR PSO



Pso non-optimisé



PSO optimisé

RESULTATS OBTENUS

TABLE 3.4 – Comparaison entre les cibles réels et les points estimés par RNA et PSO

N _o	Coordonnées relles		Coordonnées RNA			Coordonnées PSO		
	x	y	x	y	MSE (m)	x	y	MSE (m)
1	9,934	9,022	6,357	5,354	5,123	5,085	5,875	5,780
2	2,290	4,015	2,624	5,005	1,044	2,099	5,001	1,004
3	6,641	6,096	3,832	3,724	3,676	3,066	4,469	3,927
4	1,019	1,019	1,133	1,451	0,446	0,906	1,742	0,731
MSE Totale			2.5729			2.8612		
Temps de localisation			0.206288 seconds			1.360301 seconds		

DIFFICULTES RENCONTREES ET PERSPECTIVES

26

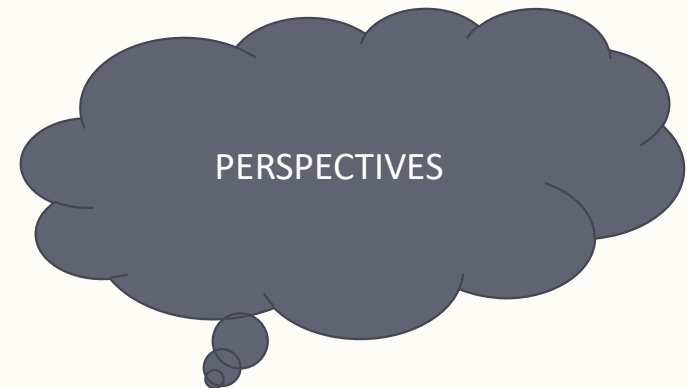
1. Ajuster le modèle de Free Path-Los à notre zone d'étude
2. Réduire les échantillons tout en maintenant de bonnes performances pour la BASE DONNEES d'apprentissage du RNA
3. Définir la configuration optimale (disposition des points d'accès ...)
4. Formulation du problème de localisation (*fitness*)



DIFFICULTES RENCONTREES ET PERSPECTIVES

27

1. Concevoir et étudier de nouveaux algorithmes et modèles de propagation et évaluer les possibilités de leur étude expérimentale
2. Améliorer et vulgariser l'approche proposée à toutes les technologies sans fils
3. Traiter des antennes plus complexes (*antenne satellite, double résonance*)
4. Faire une localisation avec d'autres méthodes analytique (Cramer, Taylor...) comme base de connaissance
5. L'implémentation et l'application des algorithmes à haute résolution (MUSIC, ESPRIT ...) pour l'estimation des directions d'arrivée dans notre système
6. Evaluer la performance de l'approche proposée pour des environnements à condition de propagation peu favorables (Zones urbaines par exemple...)



DIFFICULTES RENCONTREES ET PERSPECTIVES

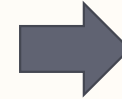
28

AVANT

APRES



PSO/RNA



MERCI POUR VOTRE AIMABLE ATTENTION !!



VOS QUESTIONS !!!

References bibliographiques:

[ELEIJ18] Jean-Francois D. Essiben, Eric R. Hedin Luc E. Ihonock, and Yong S. Joe. Method of compensation between the powers of the received signals for the localization of a wifi node in los/nlos environnements. 7(12) :80–89, 2018.

[STF + 07] Stoyanova, Kerasiotis Tsenka, Prayati Fotis, Papadopoulos Aggeliki, and George. Évaluation des facteurs d’impact sur la précision rss pour les applications de localisation et de suivi. page 9–16, 2007.

[ZFI13] Rosdiadee Nordin Zahid Farid and Mahamod Ismail. Recent advances in wireless indoor localization techniques and system. Journal of Computer Networks and Communications, pages pp. 1–12, August 2013.