



REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Pax – 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



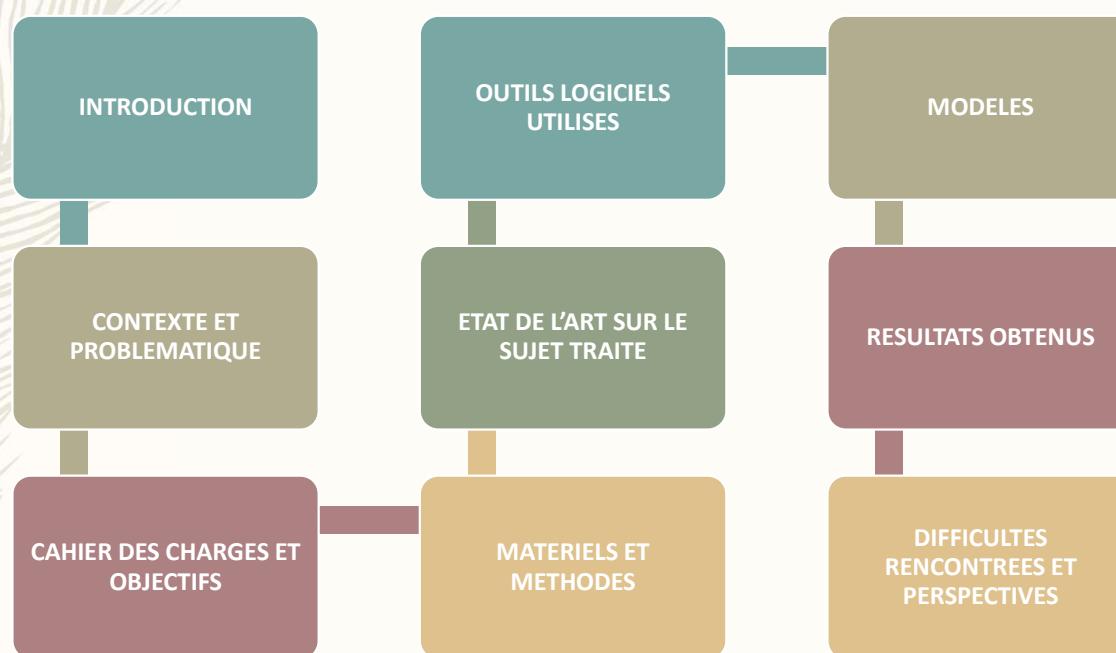
Redigé et présenté par
BALOGOG MANDACK Georges Lemuel
17G97724
en vue de l'obtention du
Diplôme d'ingénieur de conception

Devant le jury constitué de :

Président : Pr Charles H. KOM
Rapporteur : M. Luc IHONOCK
Exaaminateur: Dr Jacques MATANGA

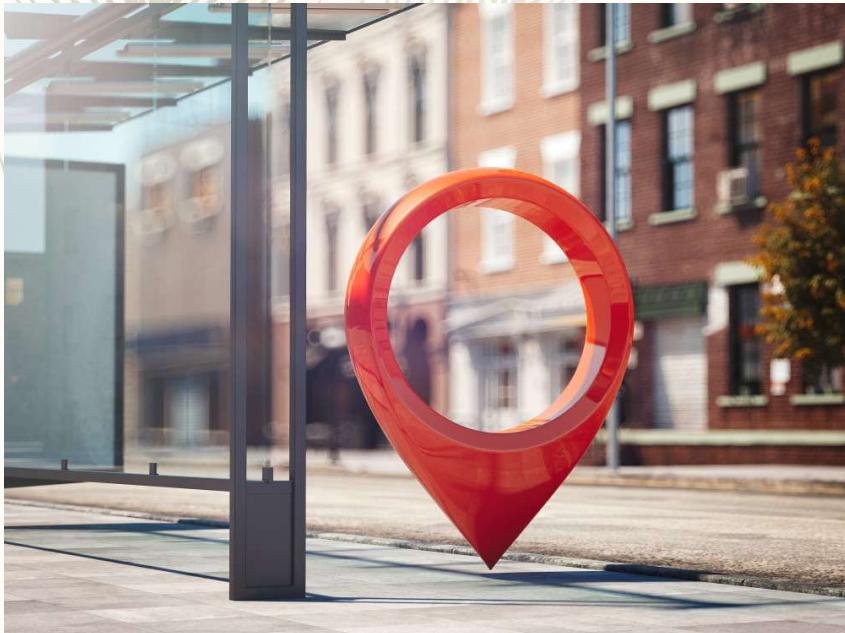
LOCALISATION INDOOR PAR METHODES DES RESEAUX DE NEURONES (RNA) ET ALGORITHME DES ESSAIMS DE PARTICULES (PSO)

PLAN



3

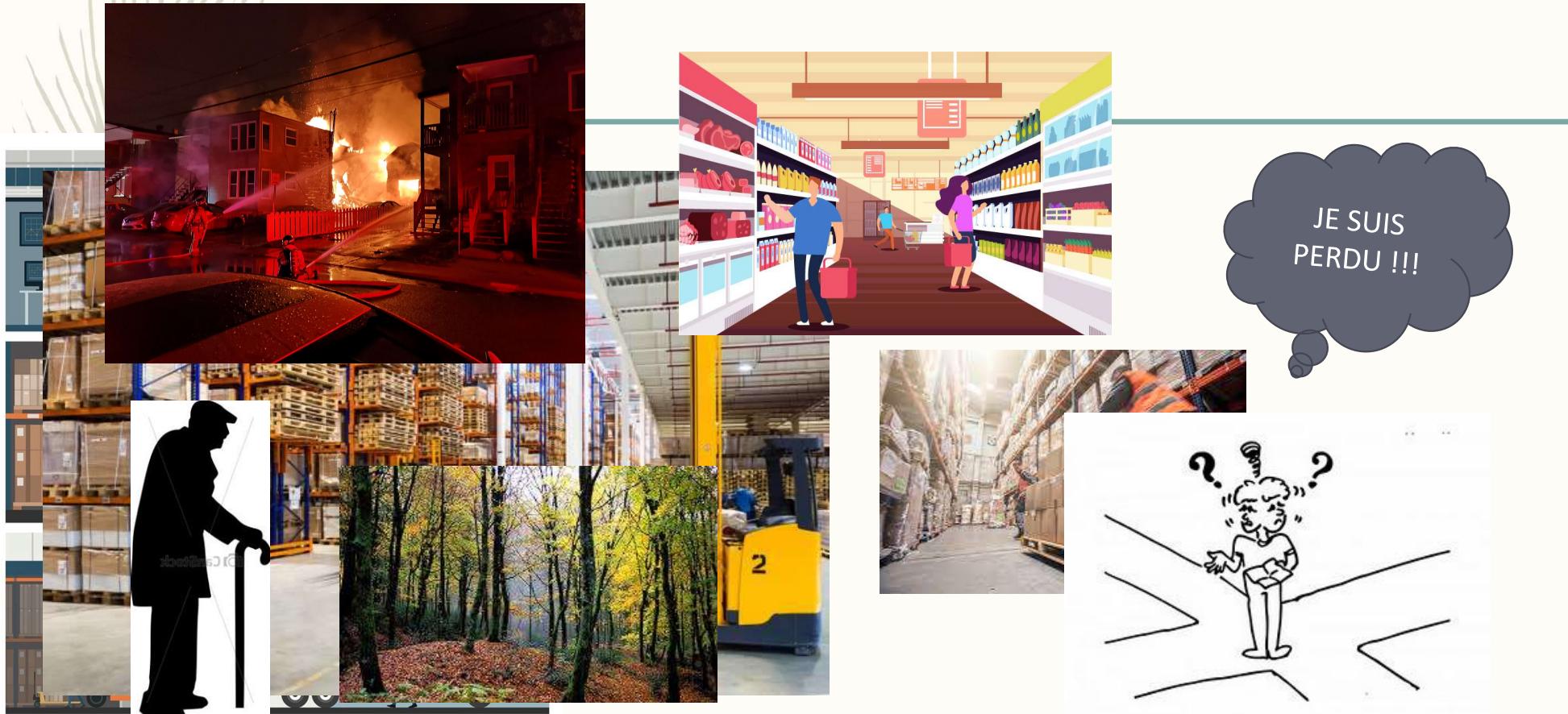
INTRODUCTION



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
- Facilitée d'utilisation (*cote user*)



Inconvénients & Limites

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



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 exploitable

Inconvénients & Limites

- Difficulté à sécuriser

7 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

EMETTEURS/POINT
D'ACCÈS



CIBLES

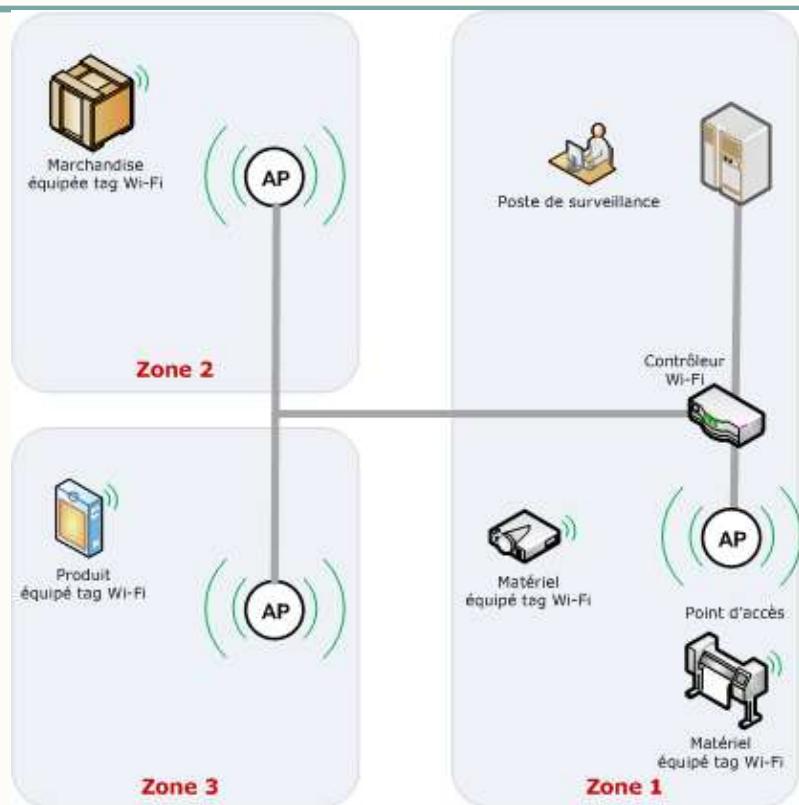


8 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

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 couts

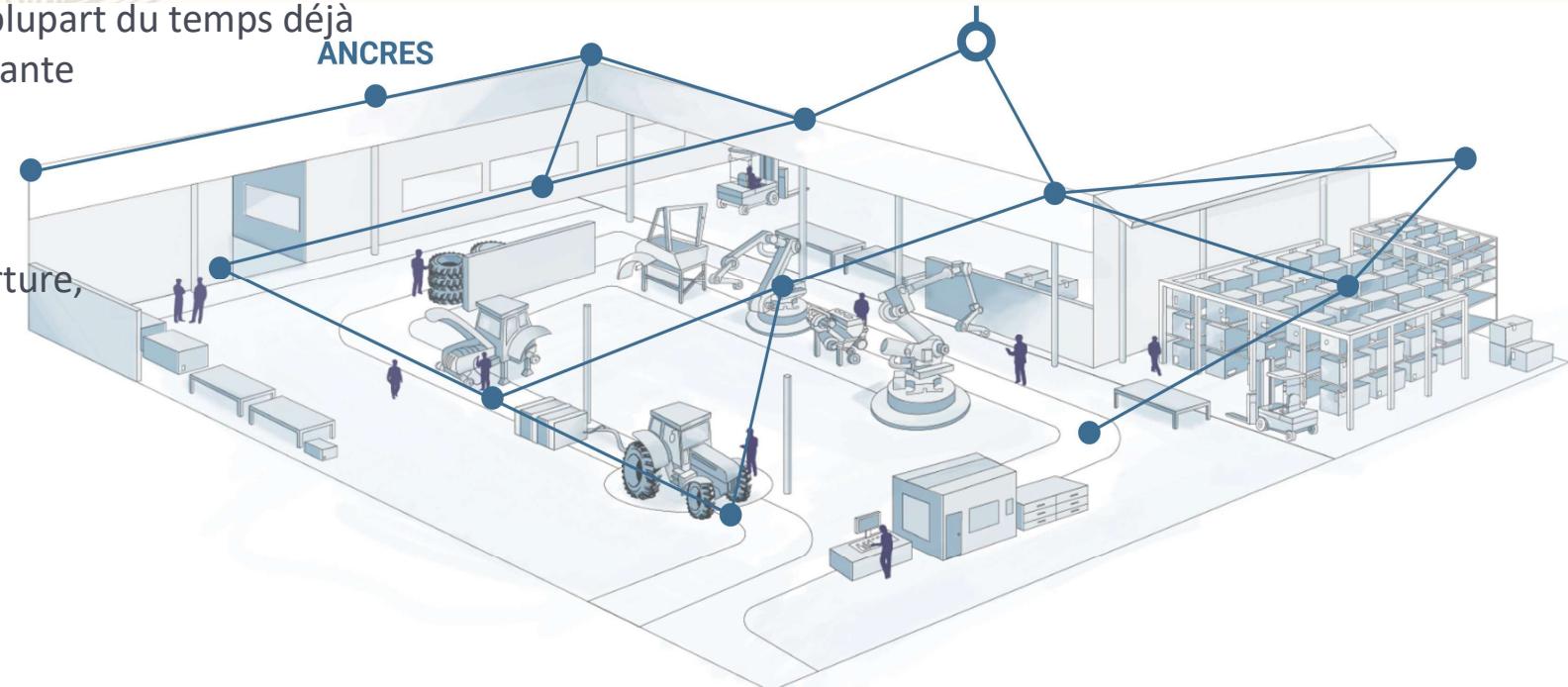


9 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

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

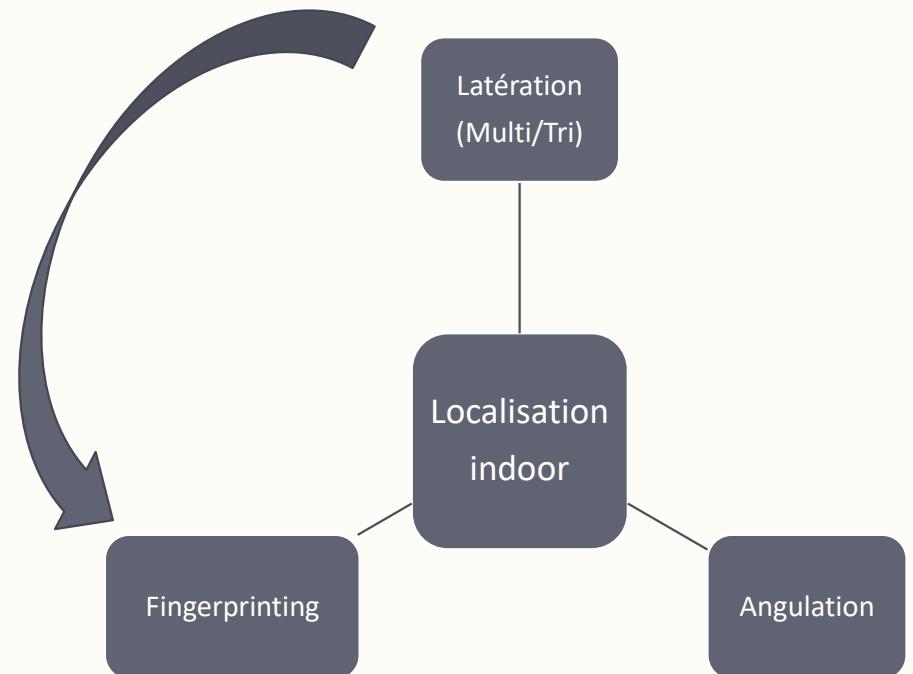


10 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

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 **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.

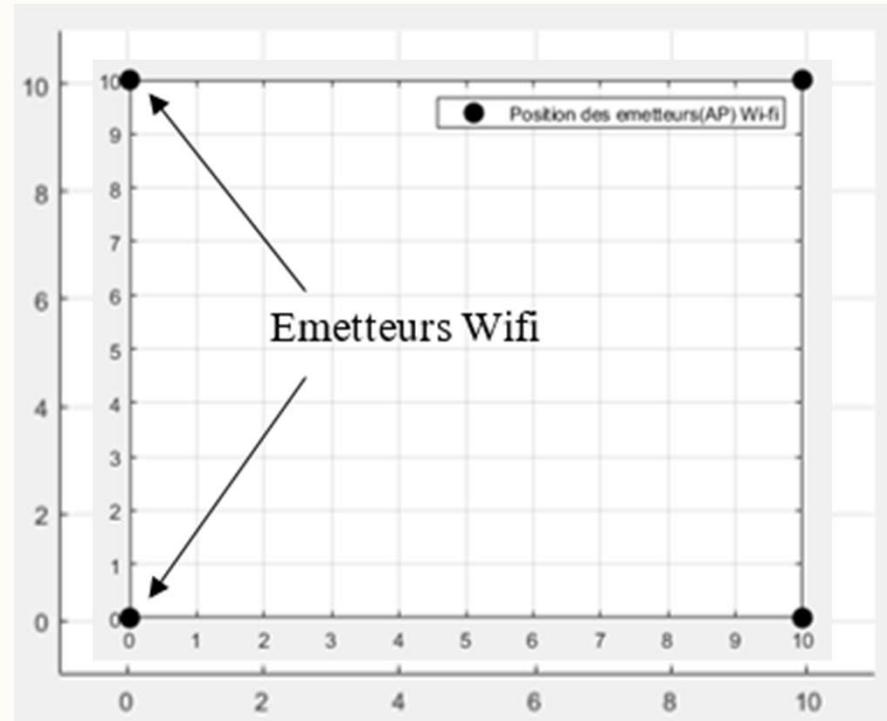
ENJEUX:

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

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

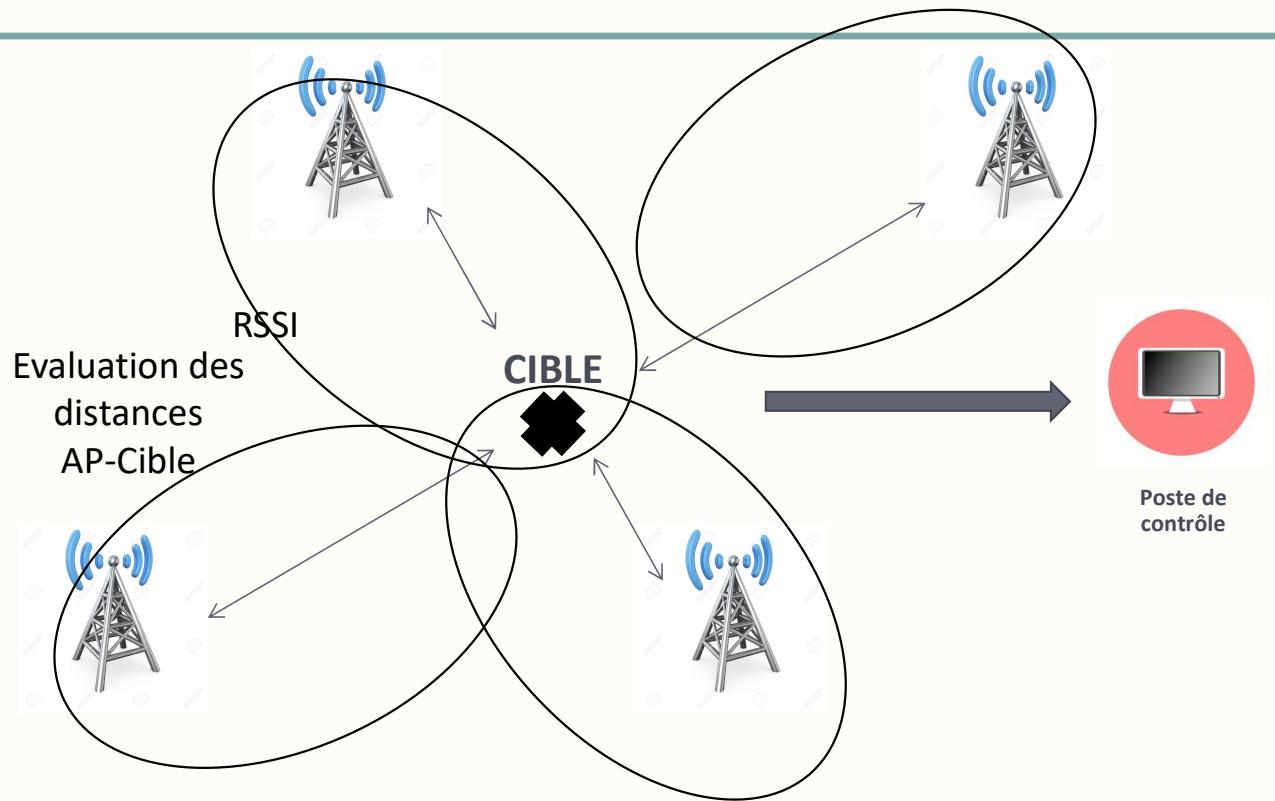
12 CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

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



13 CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

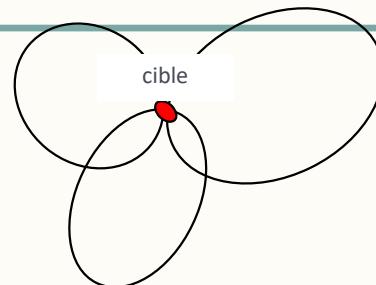
– La trilateration



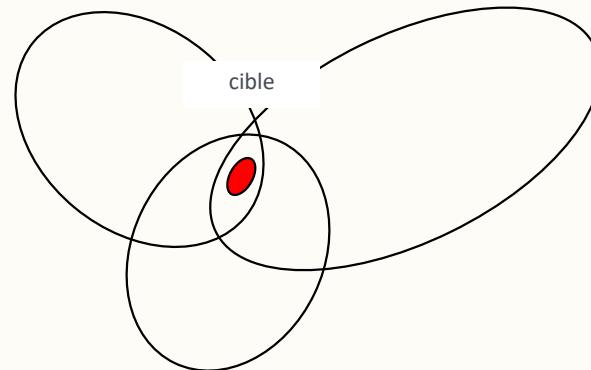
14 CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF



– Latération parfait



– Latération ambiguë



15 CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

OBJECTIF

DETERMINER DE MANIERE OPTIMALE LES

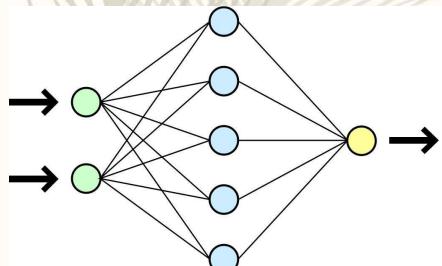
Coordonnées d'une cible statique

EN MINIMISANT L'ERREUR DE LOCALIZATION !!!!

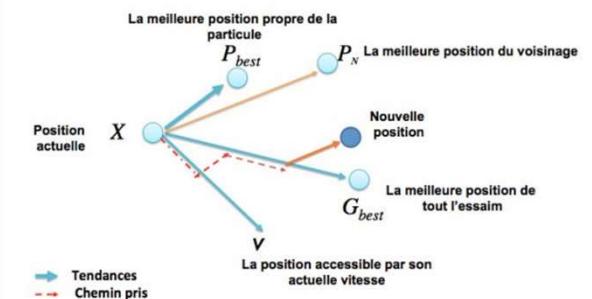
$$\text{fitness}(w_i^q) = \alpha \sum_{t=1}^m (d_t - |w_i^q - A^t|) \quad (2.9)$$



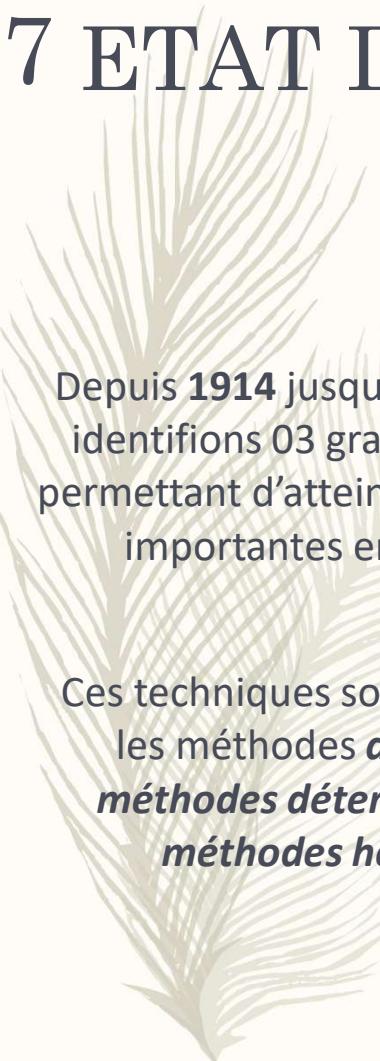
Réseaux de neurons
artificiels - RNA



Particle swarm optimazation
- 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...

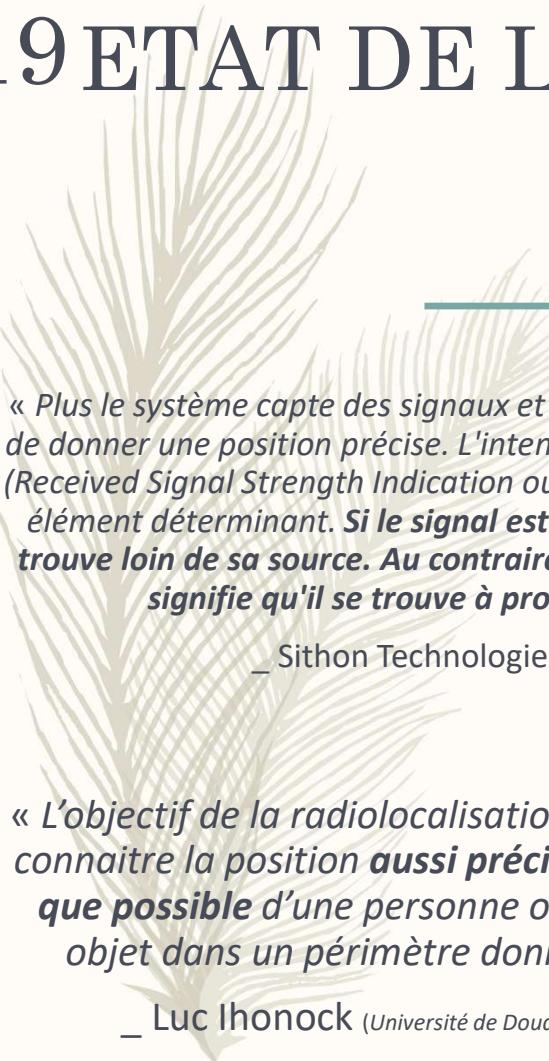
18 ETAT DE L'ART SUR LE SUJET TRAITE

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*)

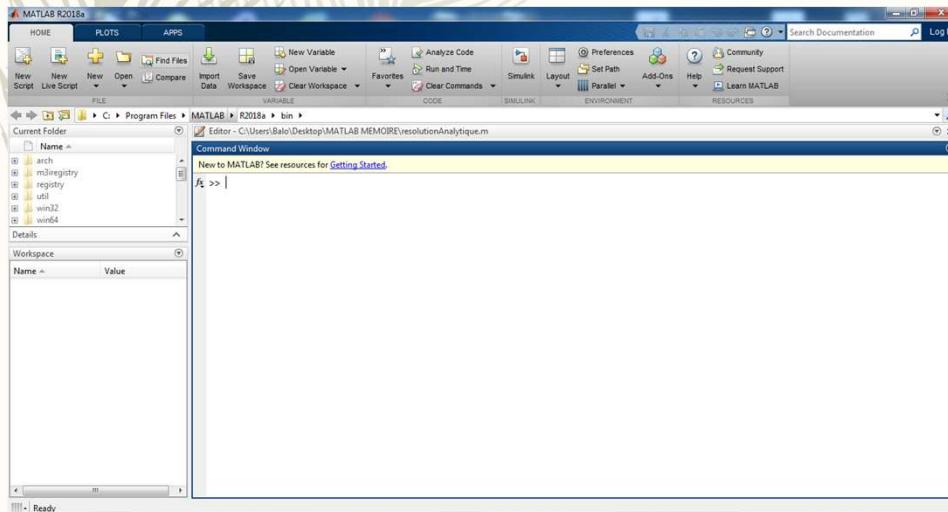
« **Autant le GPS** tend à s'imposer pour la localisation à l'**extérieur** des bâtiments, **autant la situation** est beaucoup plus ouverte pour la localisation à l'**intérieur** des bâtiments. De nombreux réseaux WiFi sont déployés dans les bâtiments. Ils diffusent **des informations de puissance du 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



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						

MODELES

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

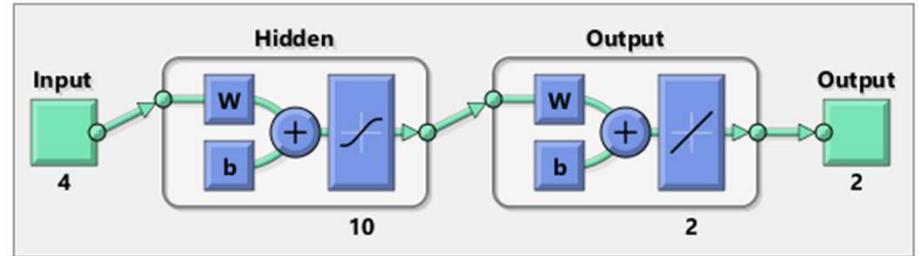
— m nombres de points d'accès utilisés

— d_t correspond aux distances $AP_{t \in \{1 \dots m\}} \Rightarrow Mobile$ déduisent à partir du modèle de Friss

— w_i^q correspond aux coordonnées (x,y) de la cible recherchées

— A^t correspond aux coordonnees des differents point d'accès $AP_{t \in \{1 \dots m\}}$

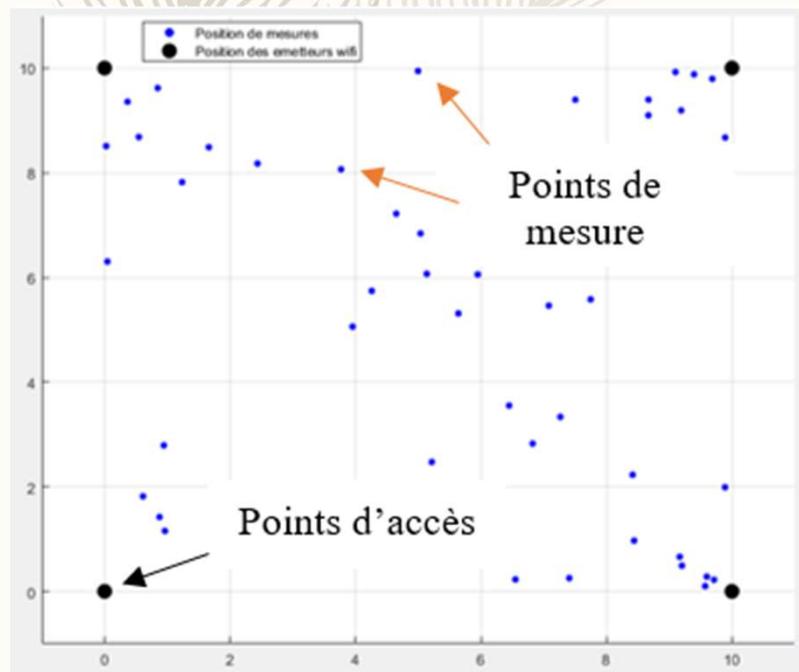
RNA



RESULTATS OBTENUS

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

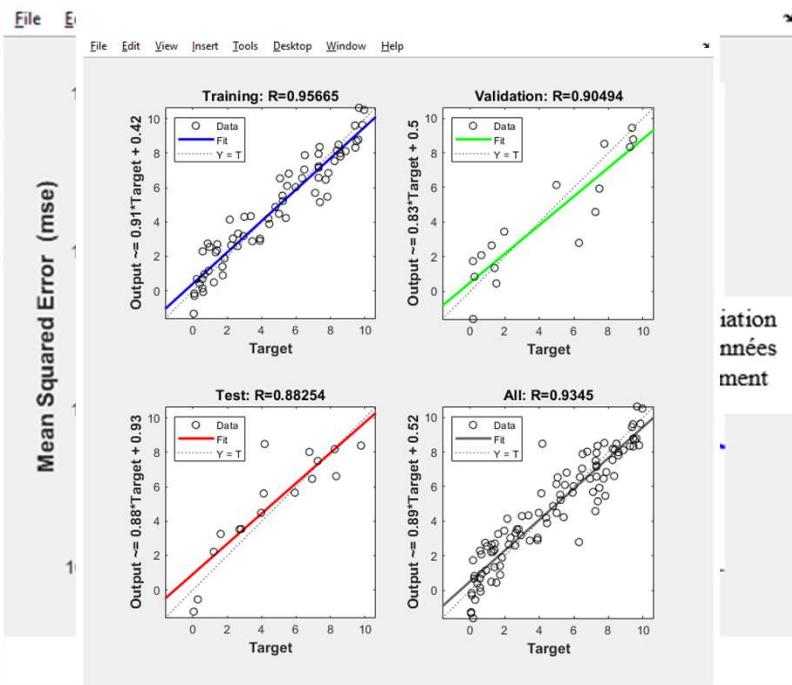
BASE DE DONNEES ~ Fingerprinting



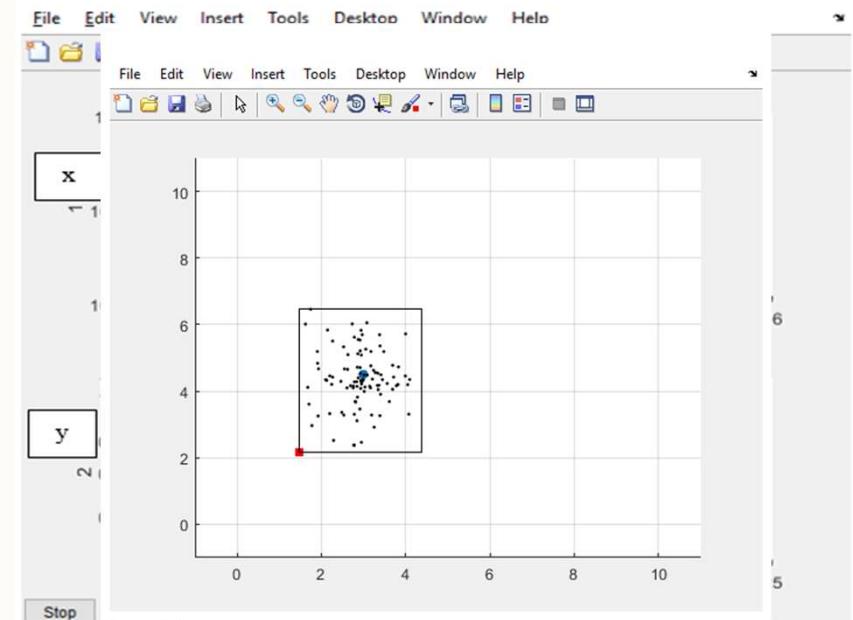
N°	RSSI1	RSSI2	RSSI3	RSSI4	x	y
1	-35	-32	-57	-32	4,042566861	7,971680744
2	-41	-57	-52	-44	3,666391923	3,390377066
3	-31	-31	-56	-30	3,894466059	6,901169515
4	-31	-45	-36	-56	2,467098627	0,293343966
5	-47	-32	-36	-31	6,129142151	8,406635265
6	-40	-59	-34	-32	9,118488651	5,590922128
7	-39	-37	-37	-48	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

RESULTATS OBTENUS

LOCALISATION PAR RNA

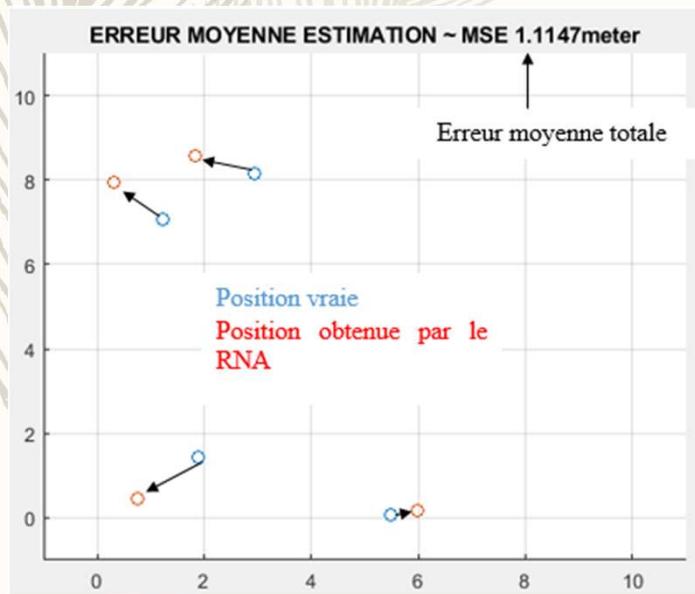


LOCALISATION PAR PSO

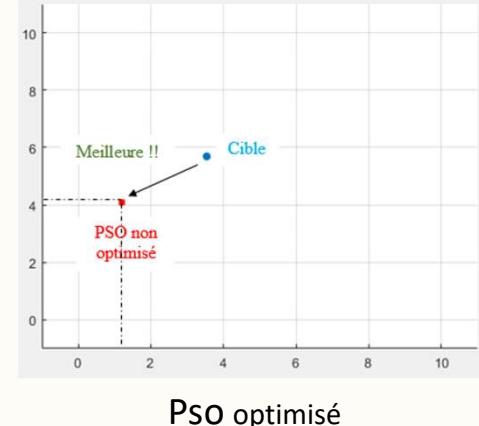
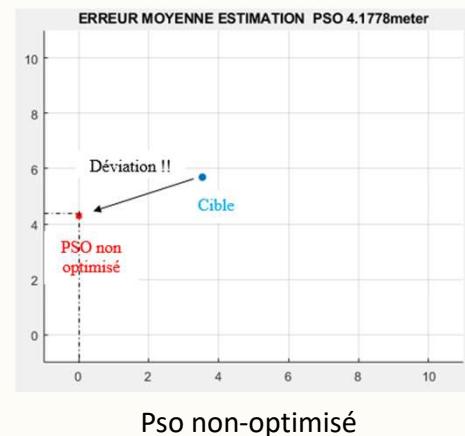


RESULTATS OBTENUS

LOCALISATION PAR RNA



LOCALISATION PAR PSO



RESULTATS OBTENUS

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

N°	Coordonnées relatives		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 fil
 - 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. Évaluer la performance de l'approche proposée pour des environnements à condition de propagation peu favorables (Zones urbaines par exemple...)



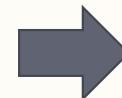
DIFFICULTES RENCONTREES ET PERSPECTIVES

28

AVANT



APRES



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.