

# Détection et classification d'objets sur la route à l'aide d'un radar millimétrique

**Réalisée par :  
Nawel dorsaf bensaleh**

**Superviseur :  
Iheb SIFAOU**



# Plan

**1- CONTEXTE**

**2- OBJECTIF**

**3- DESCRIPTION DU SYSTÈME**

**4- EXTRACTION DE CARACTÉRISTIQUES**

**5- CLASSIFICATION**

**6- EXPÉRIENCES ET RÉSULTATS**

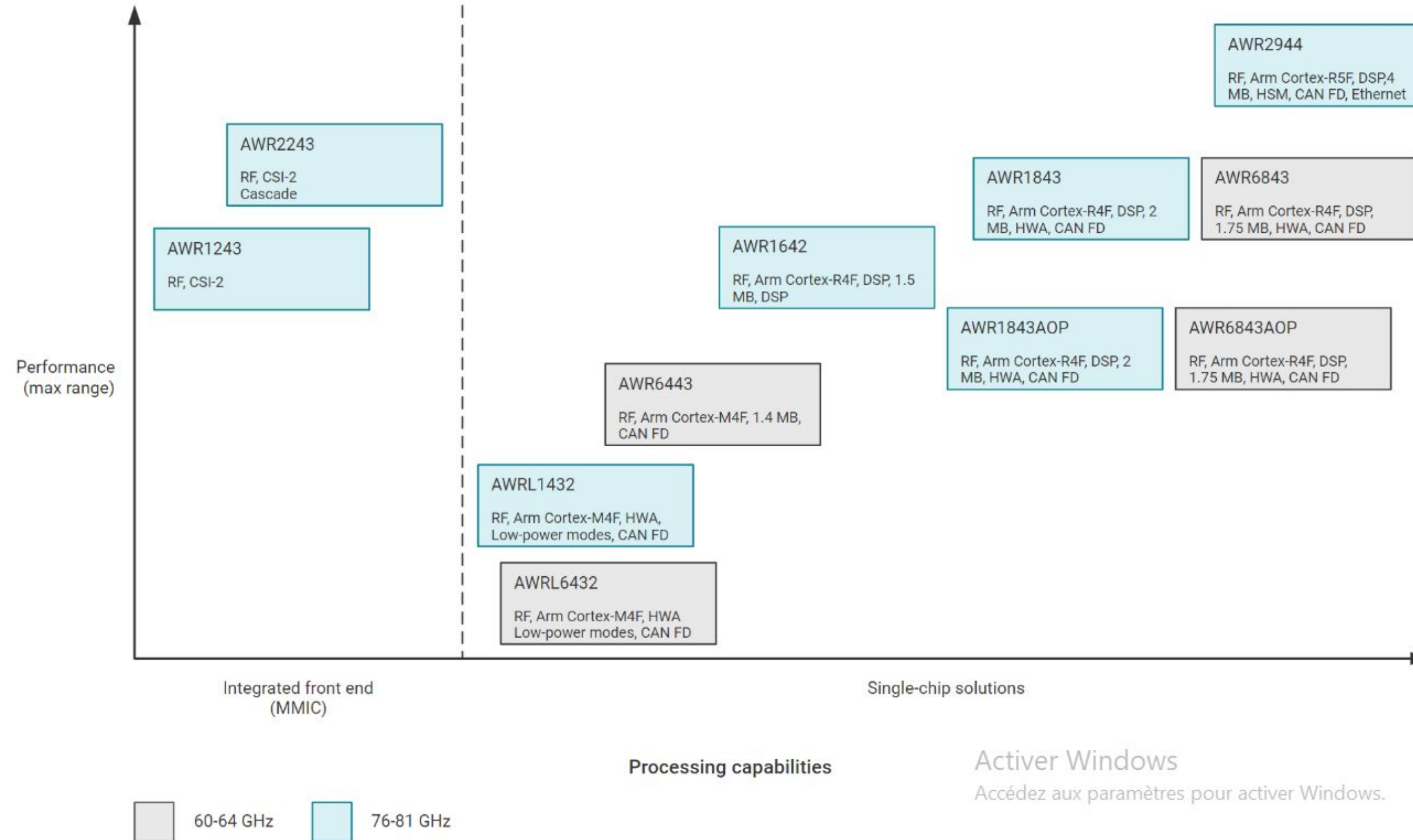
---

- La détection et la classification d'objets multiclassés, tels que les humains en mouvement et les véhicules, réduisent les risques d'accidents humains.
- L'intégration de capteurs radar à ondes millimétriques dans les algorithmes de classification multiclasse est cruciale en raison de leur fiabilité dans des conditions météorologiques difficiles comme le brouillard et la neige.

- ✓ Développement d'un modèle Machine learning pour l'extraction et la classification des objets en utilisant un mmWave radar.

# Analyse Sur le Carte Utiliser

## Sélection d'un Radar :



# Analyse Sur le Carte Utiliser

## Sélection d'un Radar :



AWR1843



AWR1642

Frequency	76-81GHz	76-81GHz
Number of receivers	4	4
Number of transmitters	3	2
Max sampling rate	25 Msps	12.5 Msps
IF bandwidth	10 MHz	5 MHz
Processing	Arm-Cortex R4F 200MHz C674x DSP 600MHz Radar hardware accelerator	Arm Cortex R4F 200MHz C674x DSP 600MHz
Memory	2 MB	1.5 MB
Interfaces	CAN CAN-FD I2C QSPI SPI UART	CAN CAN-FD I2C QSPI SPI UART
RF bandwidth	4 GHz	4 GHz



Aniket Mahajan over 3 years ago

TI\_Genius 14796 points

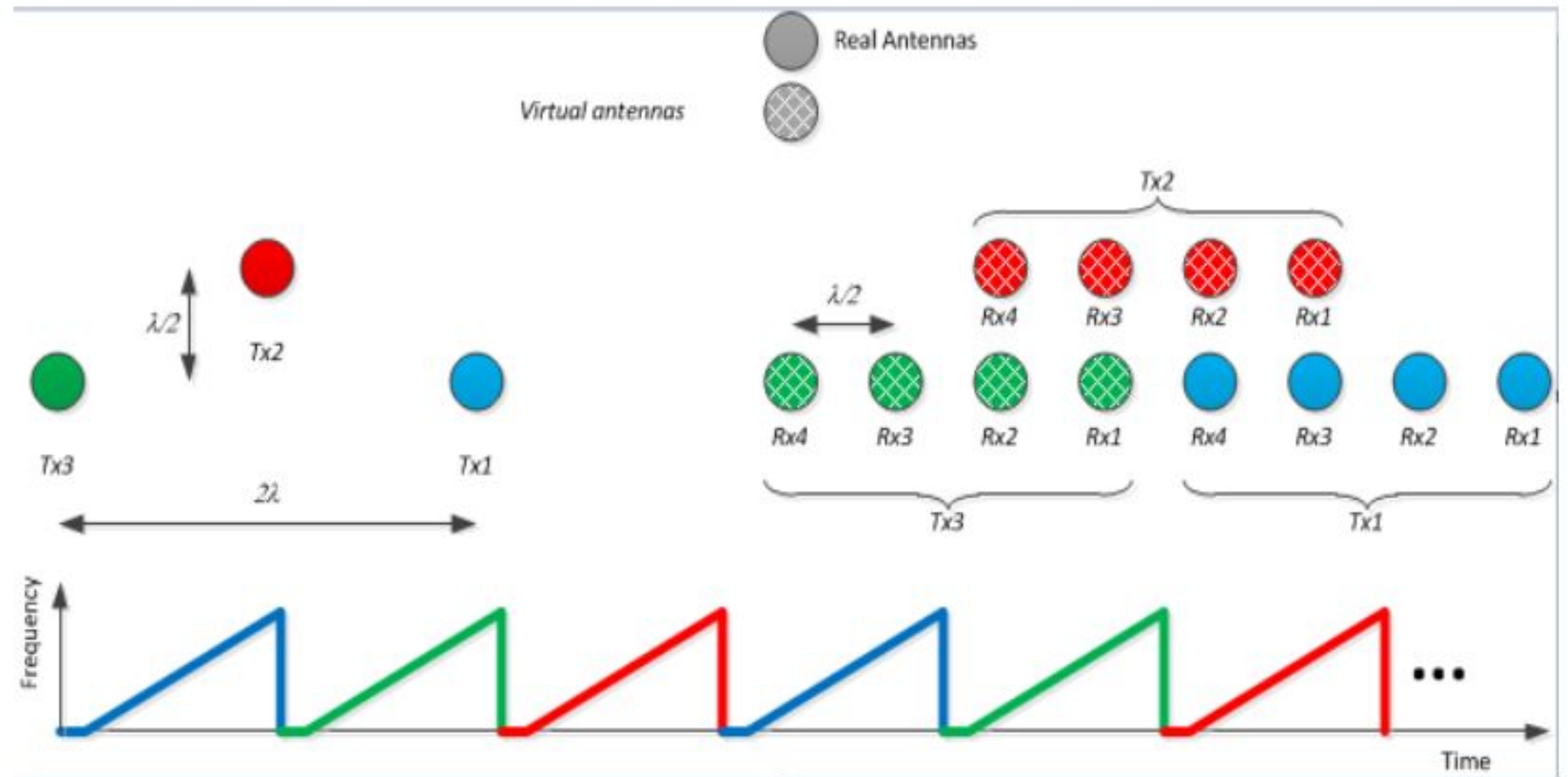
Hi Bryant,

The MRR lab was an improvement over the SRR lab. It is quite likely that the measured covariance value for MRR is a better estimate, and SRR was off by a factor of two.

Regards,

Aayush

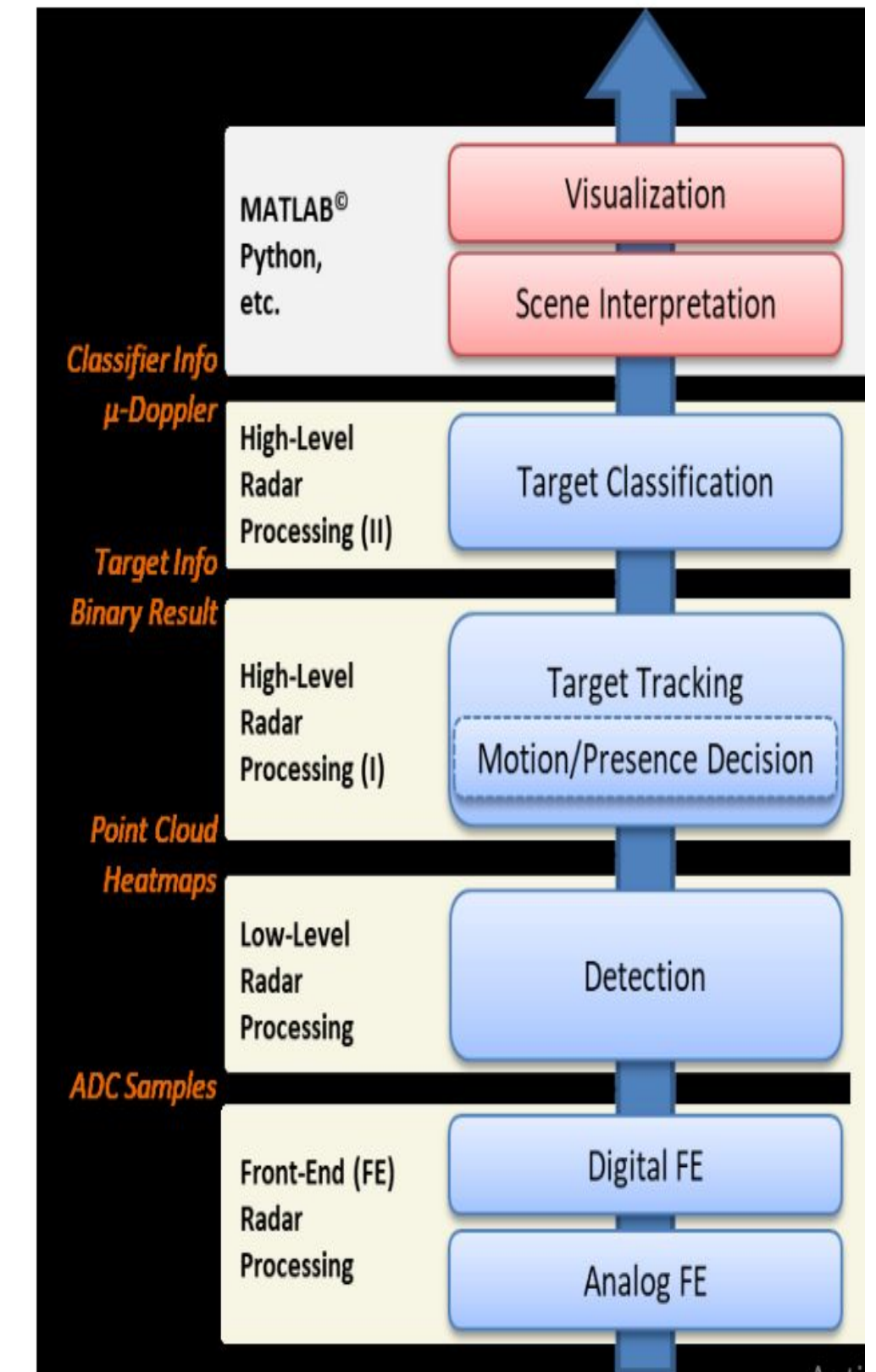
^ 0 v More





# La chaîne de traitement pour l'AWR 1843

1. **Traitement Frontal combiné (Frontal Processing):** Captation des signaux analogiques initiaux par le radar et le convertit en signaux numériques via un Convertisseur Analogique-Numérique (ADC).
2. **Traitement Radar de Bas Niveau :** Détection préliminaire des signaux pour identifier des objets ou cibles potentielles.
3. **Traitement Radar de Haut Niveau I :**
  - **Suivi de Cible:** Localisation continue des cibles détectées au fil du temps.
  - **Décision Mouvement/Présence:** Détermination de la présence et du mouvement des cibles.
4. **\*Traitement Radar de Haut Niveau II:**
  - **Classification de Cible:** Identification du type de cible.
5. **Hôte :**
  - **Interprétation de Scène:** Analyse approfondie des données pour comprendre le contexte de la scène radar.
  - **Visualisation:** Représentation graphique des résultats pour une interprétation humaine.





## Feature Extraction and Classification of Objects Using ML Model for FMCW Radar Signal

Sivakamasundari G  
Central Research Lab  
Bharat Electronics Ltd  
Bangalore, India  
sivakamasundarig@bel.co.in

Jaydip Jani  
Central Research Lab  
Bharat Electronics Ltd  
Bangalore, India  
jaydipjagatkishorjani@bel.co.in

Vivek S  
Central Research Lab  
Bharat Electronics Ltd  
Bangalore, India  
viveks@bel.co.in

Virendra Kumar Mittal  
Central Research Lab  
Bharat Electronics Ltd  
Bangalore, India  
virendrakumarmittal@bel.co.in

- Les signaux IF numérisés fournissent des informations sur la portée et la vitesse des objets.
- Des antennes RX virtuelles mesurent l'angle des objets.
- Une FFT est utilisée pour calculer le profil de portée.
- Une FFT 2D est effectuée pour obtenir des informations Doppler.
- Une carte Range Doppler est créée pour détecter les cibles.
- Les nuages de points bruts sont filtrés par l'algorithme CFAR.
- Les antennes multiples ajustent le signal.
- Une carte Doppler est calculée pour chaque antenne virtuelle.
- Les coordonnées sphériques sont converties en coordonnées cartésiennes.
- Les points détectés sont convertis en paramètres de vitesse.
- Les clutters avec un Doppler proche de zéro sont supprimés.
- Les cibles mobiles sont filtrées.
- Un algorithme de clustering regroupe les points de diffusion.
- L'algorithme DBSCAN est utilisé pour éliminer les faux alarmes et regrouper les points.

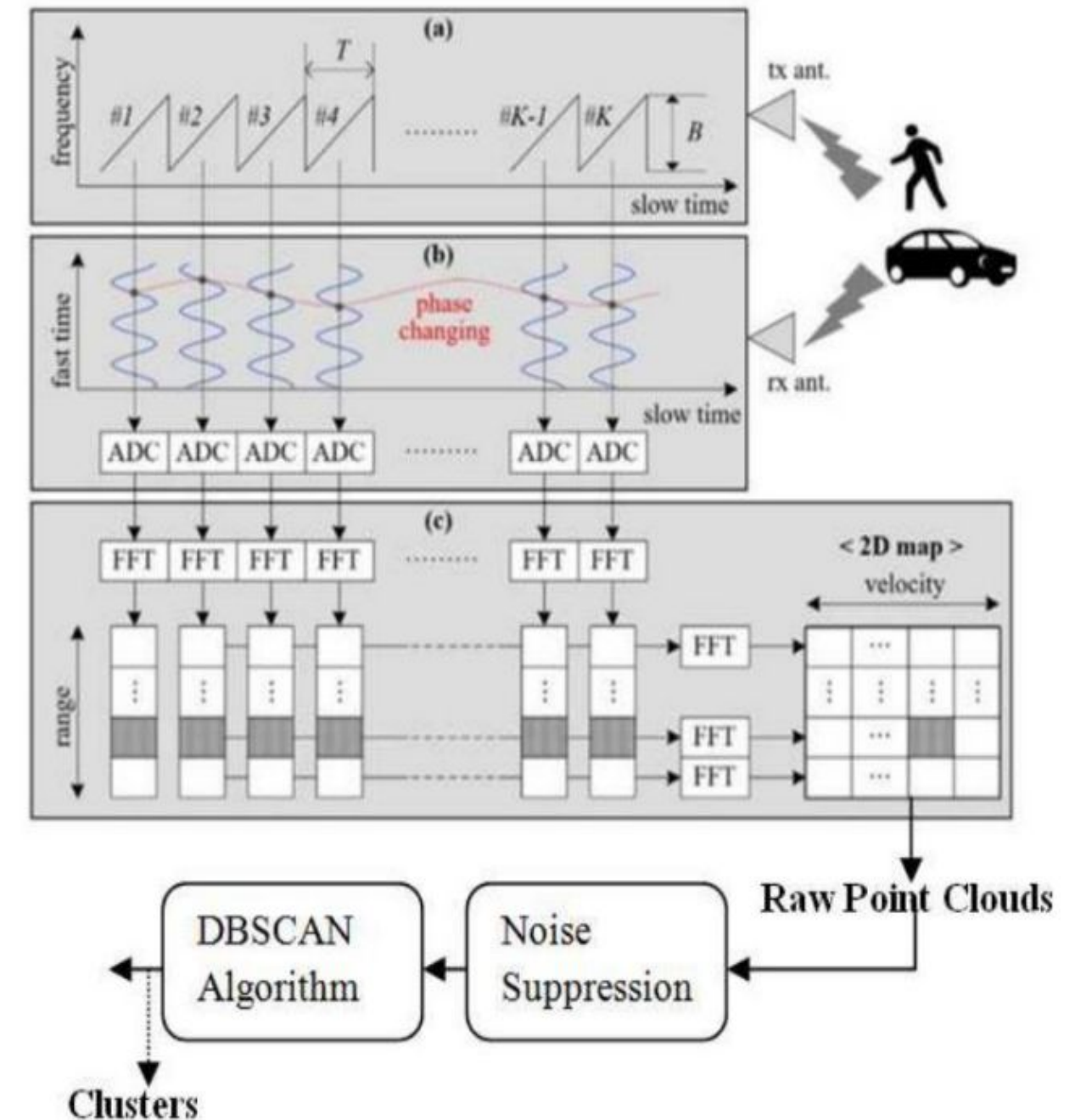
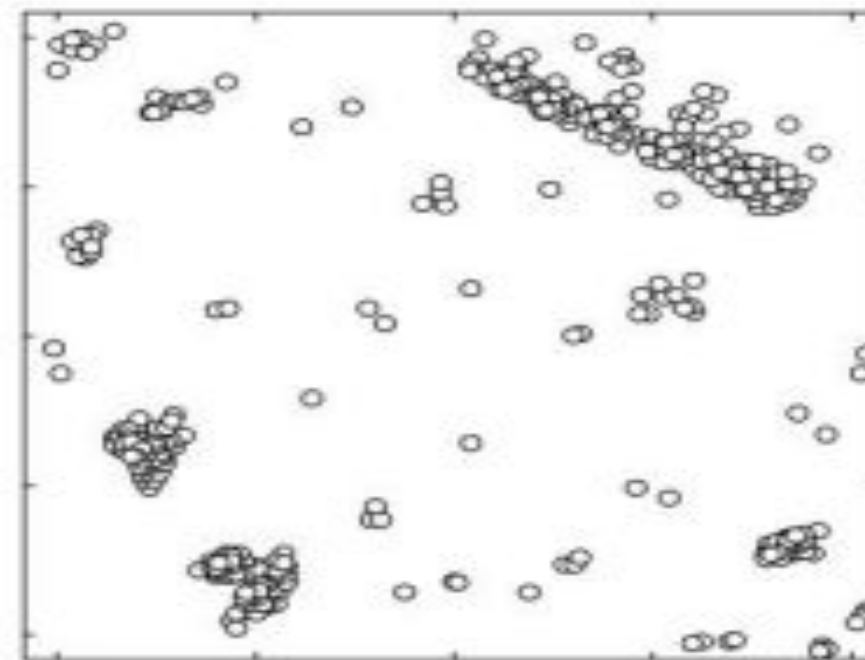


Figure 1. Bloc de traitement des données

## 1. Acquisition des points cloud

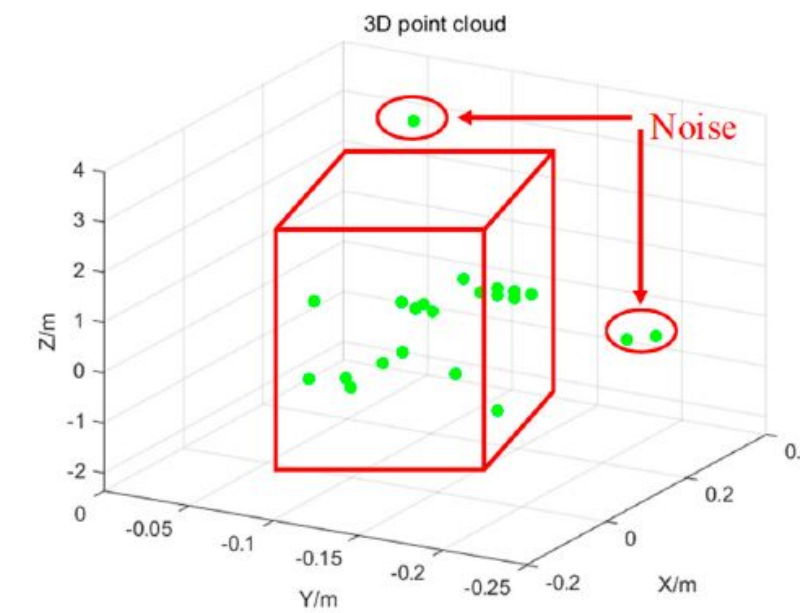
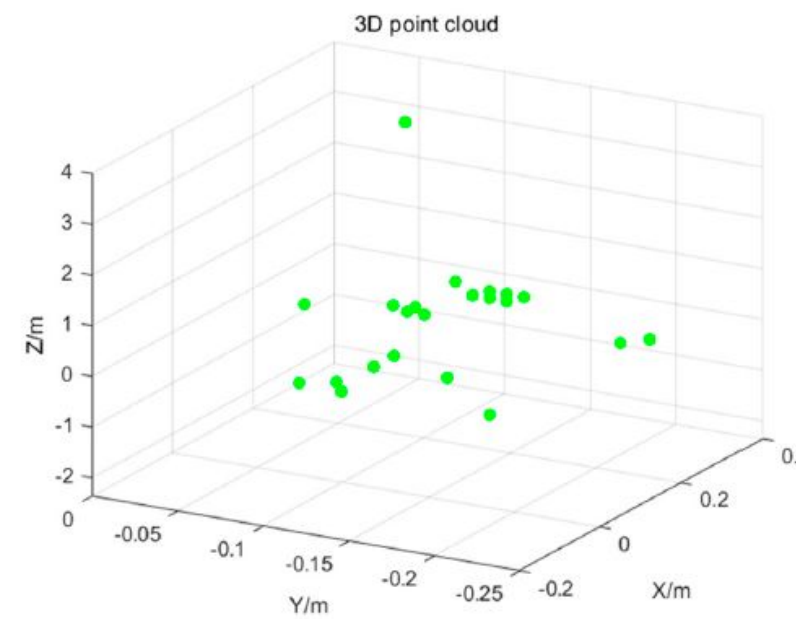
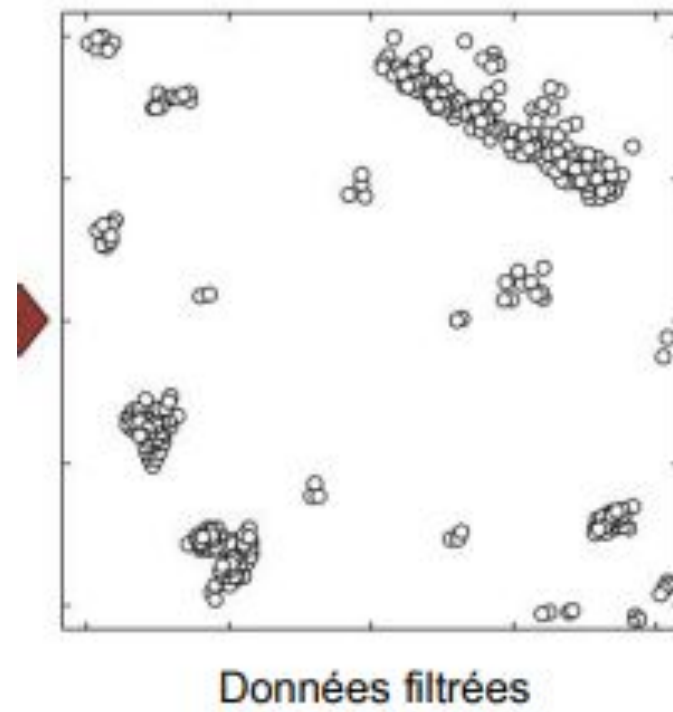


Grille de données

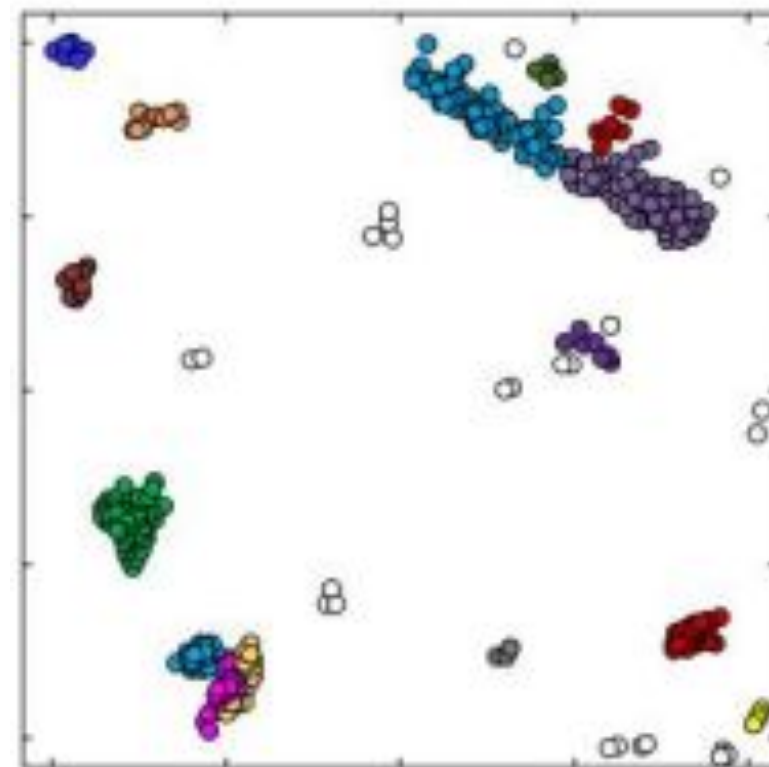


## 2. Le débruitage des nuages de points

- éliminer le bruit indésirable des données.
- un algorithme de débruitage :DBSCAN



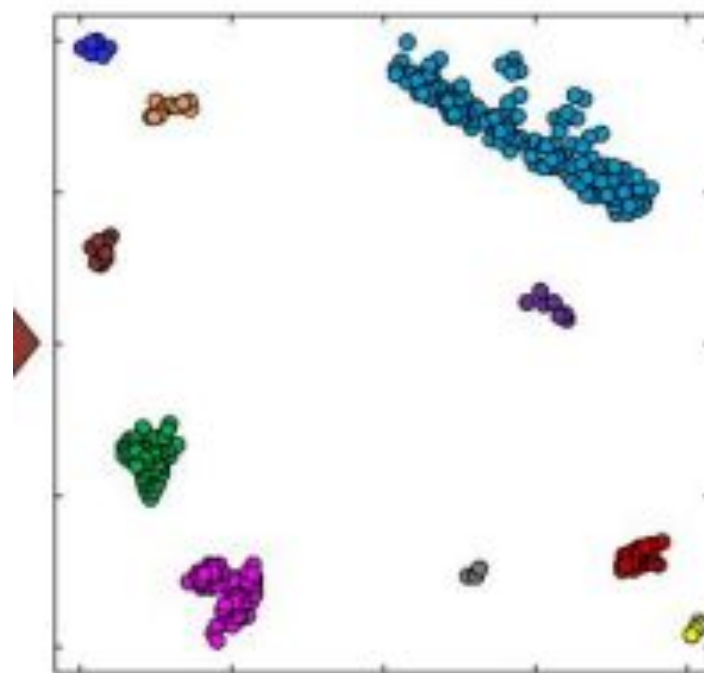
### 3. Regroupement du nuage de points



Points regroupés

- les données en nuage de points sont regroupées en clusters
- regrouper les données liées à des actions spécifiques ou des objets particuliers

### 3. Regroupement du nuage de points



Clusters fusionnés

- les données en nuage de points sont regroupées en clusters
- regrouper les données liées à des actions spécifiques ou des objets particuliers



TABLE I. EXTRACTED FEATURES

Sl. No	Features	Description
F1	width	Ymax - Ymin of grouped points
F2	length	Xmax - Xmin of grouped points
F3	Difference in velocity	Vmax - Vmin of grouped points
F4	Velocity	Average velocity of grouped points
F5	SNR	SNR max of grouped points
F6	Intensity	Imax of grouped points / Average Range^4
F7	Range	Average Range

- Les principales caractéristiques sont les suivantes :
- **A. Taille de l'objet :** La largeur et la longueur sont déterminées par la différence entre les valeurs maximales et minimales des coordonnées.
  - **B. Étalement Doppler de l'objet :** La dispersion Doppler est plus large pour les humains en mouvement que pour les véhicules.
  - **C. Vitesse de l'objet :** La vitesse est calculée en moyennant les composantes de vitesse.
  - **D. Rapport signal sur bruit de l'objet :** Le SNR varie selon la taille et le matériau de l'objet.
  - **E. Intensité normalisée par rapport à la portée :** L'intensité est normalisée par la portée.
  - **F. Portée :** Les caractéristiques varient en fonction de la distance de l'objet du capteur.
  -

# Classifications:

Bagging est un algorithme d'apprentissage en ensemble qui combine les prédictions de nombreux arbres de décision. Les prédictions sont basées sur un vote majoritaire des classes prédites par les arbres. L'efficacité du modèle bagged provient de la variabilité des ensembles de données d'entraînement, permettant à chaque arbre de produire des prédictions légèrement différentes mais précises

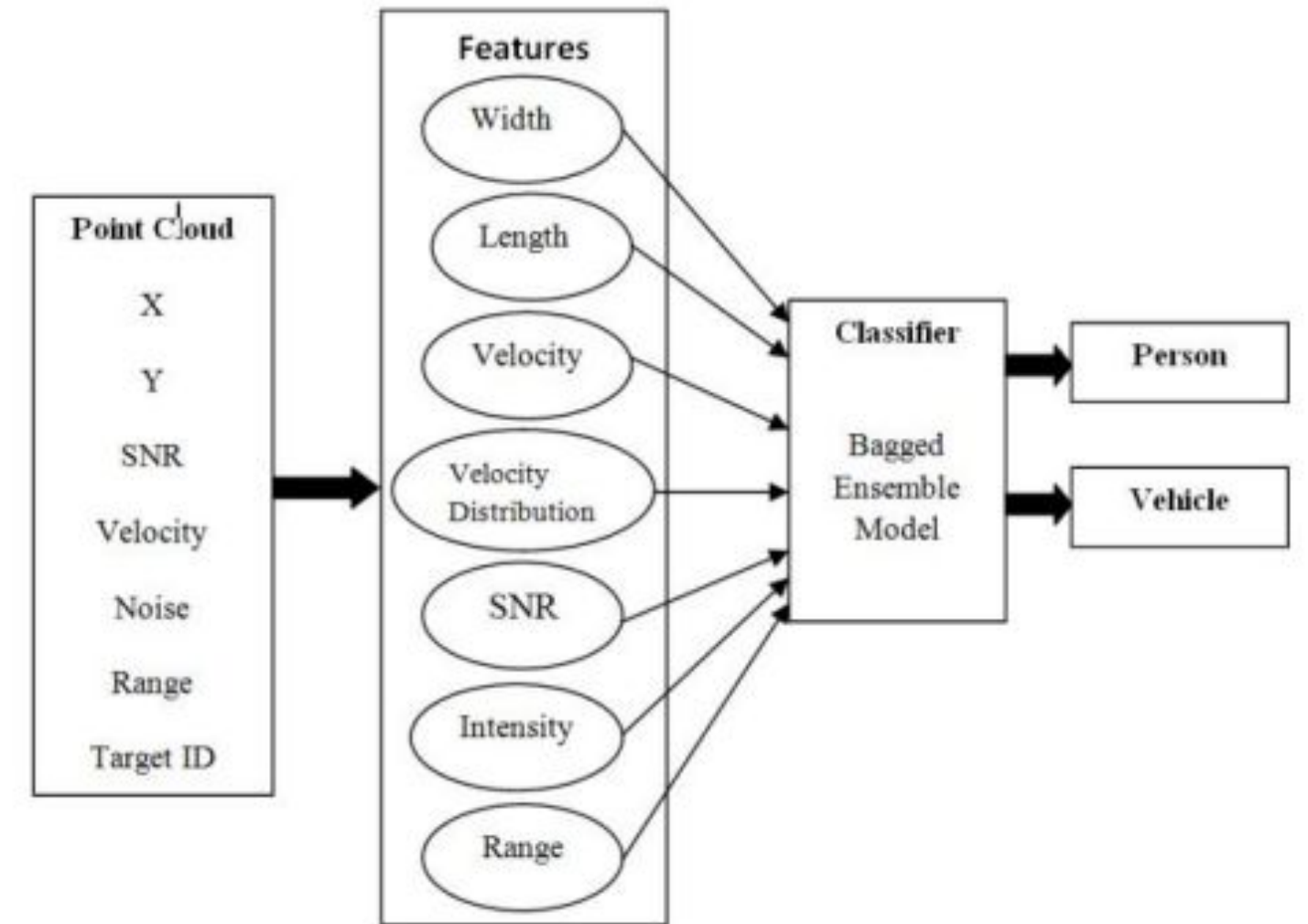


Figure 2. Bloc d'extraction et de classification

# EXPÉRIENCES ET RÉSULTATS

Extraction de caractéristiques du nuage de points, telles que largeur, longueur, surface, vitesse, SNR, etc.  
Entraînement d'un modèle d'ensemble bagué avec chaque caractéristique et notation de l'exactitude.  
Ajout de caractéristiques spatiales et liées à la RCS, avec la plage, pour améliorer l'exactitude du modèle.  
Identification des caractéristiques dominantes et utilisation comme entrées pour la classification.  
Ajout progressif et validation d'autres fonctionnalités pour une précision accrue.  
Identification de sept fonctionnalités les plus influentes pour entraîner le modèle de classification  
Humain-Véhicule

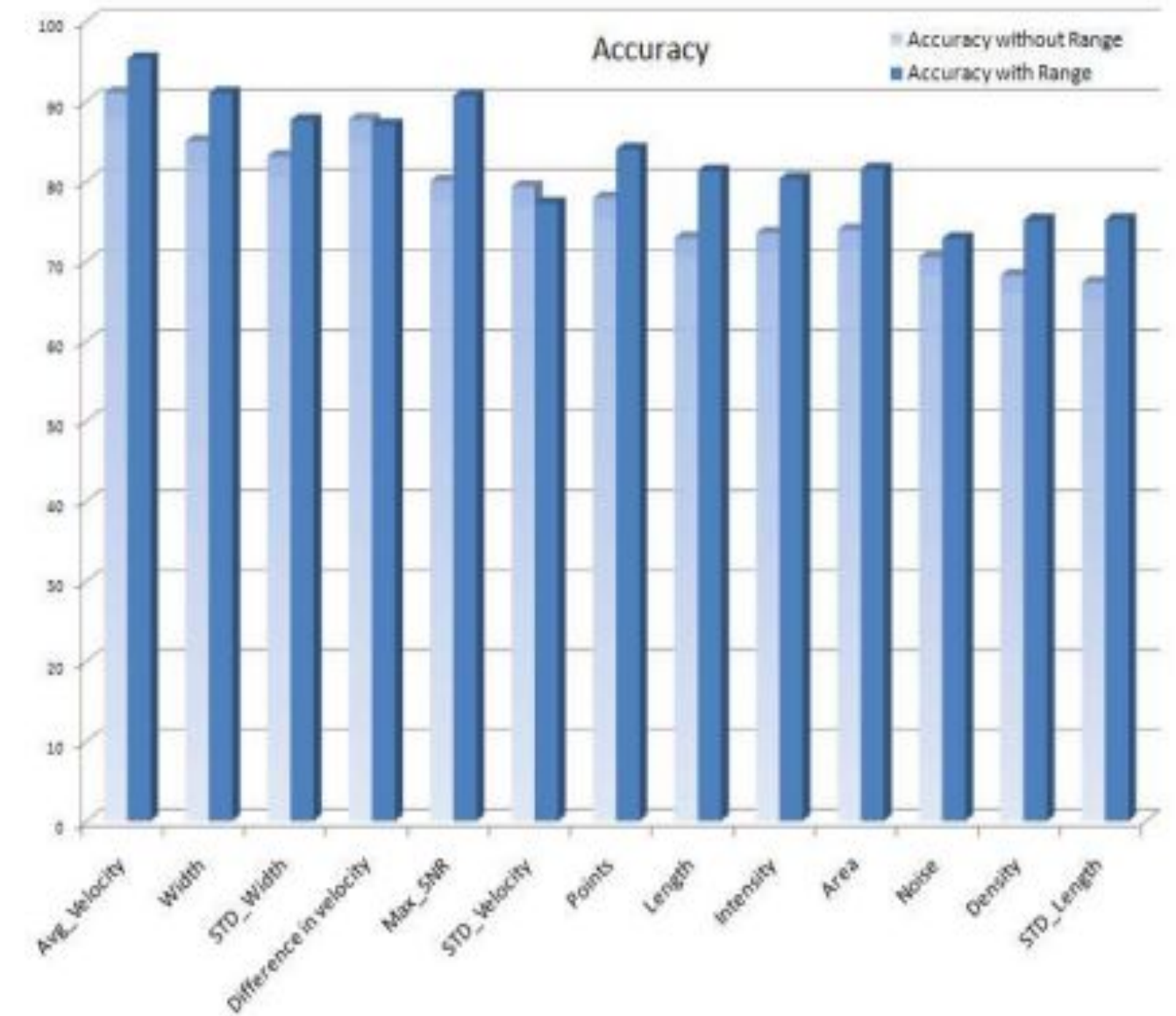


Figure 3. Accuracy with Range and without Range as a feature

# Modèle de classifications

les méthodes de classification telles que le modèle de classificateur KNN (K-Nearest Neighbor), Bagged Ensemble (basé sur un arbre de décision) et SVM (Support vector Machine) sont entraînées avec des ensembles de données extraits de fonctionnalités. Les niveaux de précision de chaque modèle de classification sont comparés et le modèle d'ensemble en sac donne une meilleure précision, comme le montre le tableau

TABLE III. ACCURACY WITH DIFFERENT CLASSIFICATION MODELS WITH AND WITHOUT RANGE AS A FEATURE

Model	Bagged Trees	Weighted KNN	Quadratic SVM
Accuracy without range	97.9%	97.2%	95.7%
Accuracy with range	98.7%	98.4%	97.0%
Configuration	Learner type: Decision tree Maximum number of splits: 6975 Number of learners: 30	Number of neighbors: 10 Distance metric: Euclidean Distance weight: Squared inverse	Kernel scale: 1 Box constraint level: 1 Multiclass method: One-vs-One



# Résultats

TABLE V. CONFUSION MATRIX FOR BAGGED TREE WITH RANGE

True Class	Car	1509	55
	Person	37	5375
		Car	Person

Predicted Class

TABLE IV. CONFUSION MATRIX FOR BAGGED TREE WITHOUT RANGE

True Class	Car	1475	89
	Person	55	5357
		Car	Person

Predicted Class



# Conclusion





**Merci Pour Votre Attention**

---