

## TP3 – Clustering des trajectoires aériennes

### Objectif :

Regrouper automatiquement des avions selon leurs comportements de vol à partir de leurs trajectoires.

### 1. Construction des descripteurs (features) par avion

Pour chaque avion, calculer les indicateurs suivants :

- ✓ Distance totale parcourue
- ✓ Vitesse moyenne et vitesse maximale
- ✓ Taux de montée moyen (variation moyenne d'altitude)
- ✓ Variance du cap (heading)
- ✓ Dispersion géographique : écart-type des latitudes et des longitudes
- ✓ Indice de linéarité de la trajectoire
- ✓ Nombre de virages dont l'angle dépasse 25°

Expliquer en quelques lignes l'intérêt de chaque descripteur pour analyser un comportement de vol.

### Visualisations demandées

- ✓ Produire un scatter plot 2D illustrant au moins deux descripteurs (ex. vitesse moyenne vs variance du cap).
- ✓ Produire des histogrammes pour visualiser la distribution de différents descripteurs (ex. vitesse maximale, dispersion géographique).
- ✓ Tracer quelques trajectoires représentatives (3 à 5) associées à des comportements différents.

### 2. Clustering

#### a. Normalisation des données

- ✓ Appliquer une normalisation (MinMaxScaler ou StandardScaler).



- ✓ Justifier l'importance de cette normalisation dans le cadre du clustering.

#### b. Clustering K-Means

- ✓ Appliquer K-Means pour  $k = 3, 4$  et  $5$ .
- ✓ Déterminer le meilleur  $k$  à l'aide :
  - de la méthode du coude (Elbow Plot),

#### Visualisations demandées

- ✓ Visualisation 2D ou 3D des clusters obtenus avec :
  - K-Means
- ✓ Courbe du Elbow Method.

### 3. Interprétation physique des clusters

#### a. Interpréter et nommer les clusters identifiés selon des comportements de vol :

- ✓ vol rectiligne,
- ✓ trajectoire en hippodrome,
- ✓ virages fréquents,
- ✓ trajectoire erratique,
- ✓ montée ou descente prolongée, etc.

#### b. Identifier les avions détectés comme outliers.

#### c. Expliquer pourquoi certaines trajectoires apparaissent isolées, en s'appuyant sur :

- ✓ des caractères extrêmes (vitesse, dispersion),
- ✓ une trajectoire très atypique,
- ✓ un comportement opérationnel particulier.

#### Visualisations demandées

- ✓ Carte ou scatter plot mettant en évidence les trajectoires des outliers.
- ✓ Comparaison visuelle entre une trajectoire "typique" d'un cluster et une trajectoire "isolée".

