



Stage ANFSI - DGGN:
Classification de trajectoires de drones par des Modèles de Machine
Learning
et Construction d'une base MongoDB via Talend

Florian GROLLEAU

Tuteur de stage : Adjudant Perceval de MAGNIEN de MAGNIENVILLE
Professeur référent : Pr. Matthieu CISEL (Cergy Paris Université)

Résumé

Ce stage d'une durée d'1 mois (juillet 2025), réalisé auprès de l'*Agence Numérique des Forces de Sécurité Intérieure* (ANFSI), à la *Direction Générale de la Gendarmerie Nationale* (DGGN) a eu pour objectif de découvrir le fonctionnement du corps d'armée, par l'exécution de deux tâches principales : la mise en place expérimentale d'un algorithme de classification des drones civils sur le territoire français ainsi que l'élaboration d'une base MongoDB, via l'utilisation de l'ETL Talend. Les deux premières semaines furent essentiellement dédiées aux phases de "*data wrangling*", analyse exploratoire des données (ADE), "*feature-engineering*" et modélisation/évaluation du modèle. La seconde partie du stage fut dédiée à l'exploration de l'outil MongoDB Compass (et les particularités du format GeoJSON), puis à l'étude des composants MongoDB au sein de Talend.

Table des matières

Introduction	3
I. Une classification des drones civils français par l’usage de modèles de Machine Learning	3
1. Méthodologie	3
1.1. Identification des sources de données	3
1.2. Nettoyage et préparation des données (Data Wrangling)	3
1.3. Choix des caractéristiques pertinentes (Feature Engineering)	3
2. Modélisation	3
2.1. Sélection des algorithmes	3
2.2. Entraînement et évaluation des modèles	3
3. Résultats et discussion	3
3.1. Interprétation des résultats	3
3.2. Limites et améliorations possibles	3
II. Migration d’une base PostgreSQL vers MongoDB via Talend	3
1. Objectifs de la migration	4
2. Analyse des schémas de données	4
3. Conception des flux Talend	4
4. Gestion des erreurs et des données incohérentes	4
5. Tests de validation et vérifications	4
III. Retour d’expérience sur le stage	4
1. Missions réalisées	4
2. Environnement technique et humain	4
3. Compétences acquises	4
4. Limites rencontrées et perspectives	4
IV. Références	4

Introduction

1. L'élaboration d'un algorithme de classification de drones pour la Sécurité Intérieure

Les premières réglementations des vols de drones sur le territoire français sont initiées en 2012, par la DGAC et concernent principalement les vols de drones professionnels. Cependant, suite aux séries d'attentats qui ont frappé le territoire en 2015 ainsi qu'à la lumière de nombreux incidents impliquant des drones (survol de bases militaires, centrales nucléaires), une prise de conscience plus général de l'importance de la réglementation des drones a émergé. En 2016, une première loi est instiguée, la loi n°2016-1428 [1] : relative au renforcement de la sécurité de l'usage des drones : Imposition d'obligations pour les télépilotes (formation, enregistrement, signalement lumineux et sonore). Celle-ci est rapidement renforcée par l'arrêté du 27 décembre 2019 [2] relatif à la mise en œuvre de dispositifs de détection de drones autour de sites sensibles, mais également d'une obligation " *d'identification électronique à distance française* " pour les drones dont le poids excèdent 800 grammes.

En parallèle, l'ESEA sous l'égide de l'Union européenne, publie deux règlements en 2019 : Les règles opérationnelles des drones sont établies par le règlement (UE) 2019/947 [3], tandis que les exigences techniques relèvent du règlement (UE) 2019/945 [4]. Par la suite la période 2023-2024 voit l'émergence d'une harmonisation du " *Remote ID électronique standardisé* ". Enfin par l'arrêté du 19 octobre 2023[5], la France transpose le système d'ID européen des drones à son modèle RUPTURE.

La composante législative s'accompagne graduellement d'un déploiement plus massif des dispositifs de détection et d'identification des drones à l'échelle nationale. Plusieurs centaines d'écouteurs et dispositifs de détection s'appuyant principalement sur une trame WIFI permettent la réception des données de vols des drones émises par les drones eux-mêmes, permettant un maillage relativement homogène de la détection sur le territoire français. Ces boîtiers de réception des données ont des rayons opérationnels de parfois plusieurs kilomètres. Cependant, les méthodes de transmission des données de trajectoires par les drones ne sont pas toujours uniformes, et nécessitent une uniformisation de la transmission des données, tâche qui est soumise à divers appels d'offres privés à date. L'arrêté s'appuie différentes colonnes détailler.

SGDSN - gendarmerie désigné pour le programme, mise en place de récepteurs au niveau étatique. doit collecter les données auprès des ministères + acteurs privés qui remplissent service public. Objectif a terme : envoyer données au serveur central et 5G et non plus par wifi. Collecteur étatique sur la partie signalement des drones

I. Une classification des drones civils français par l'usage de modèles de Machine Learning

1. Méthodologie

1.1. Identification des sources de données

1.2. Nettoyage et préparation des données (Data Wrangling)

1.3. Choix des caractéristiques pertinentes (Feature Engineering)

2. Modélisation

2.1. Sélection des algorithmes

2.2. Entraînement et évaluation des modèles

3. Résultats et discussion

3.1. Interprétation des résultats

3.2. Limites et améliorations possibles

II. Migration de S3 vers MongoDB via Talend

fichier/sotckage pour mongo / objet

1. Objectifs de la migration
2. Analyse des schémas de données
3. Conception des flux Talend
4. Gestion des erreurs et des données incohérentes
5. Tests de validation et vérifications

III. Retour d'expérience sur le stage

1. Missions réalisées
2. Environnement technique et humain
3. Compétences acquises
4. Limites rencontrées et perspectives

IV. Références

Références

- [1] République française. *Loi n°2016-1428 du 24 octobre 2016 relative au renforcement de la sécurité de l'usage des drones civils*. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000033293745/>
- [2] Ministère de l'Intérieur. *Arrêté du 27 décembre 2019 relatif à la détection des aéronefs sans personne à bord*. JORF n°0302, 29 décembre 2019. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000039686039>
- [3] Union européenne. *Règlement d'exécution (UE) 2019/947 de la Commission du 24 mai 2019 relatif aux règles et procédures applicables à l'exploitation d'aéronefs sans équipage à bord*. Disponible sur : https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2019/947/oj
- [4] Union européenne. *Règlement délégué (UE) 2019/945 de la Commission du 12 mars 2019 relatif aux systèmes d'aéronefs sans équipage à bord et aux exploitants de pays tiers*. Disponible sur : https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2019/945/oj
- [5] Ministère de la Transition écologique. *Arrêté du 19 octobre 2023 relatif à l'identification électronique à distance des aéronefs circulant sans personne à bord*. Publié au Journal Officiel le 21 octobre 2023. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000048234967>