



Traitement de données issues du trafic aérien pour l'évaluation des risques (WIP)

X. Olive, J. Morio et P. Bieber (DTIS)



retour sur innovation

Contexte

- **Une des missions de l'Onera** : évaluer la fiabilité de systèmes complexes

→ **Nécessité** : quantifier les risques

Collision
débris-satellite



Effets collatéraux
d'une retombée
d'engin



Cas extrêmes
de turbulence
de sillage

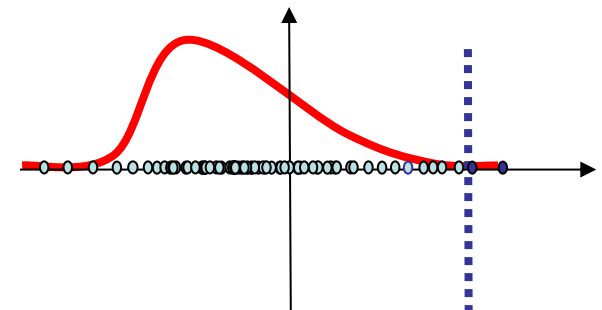


→ **Simulation et estimation de probabilité
d'évènements rares**

Un évènement rare, c'est...

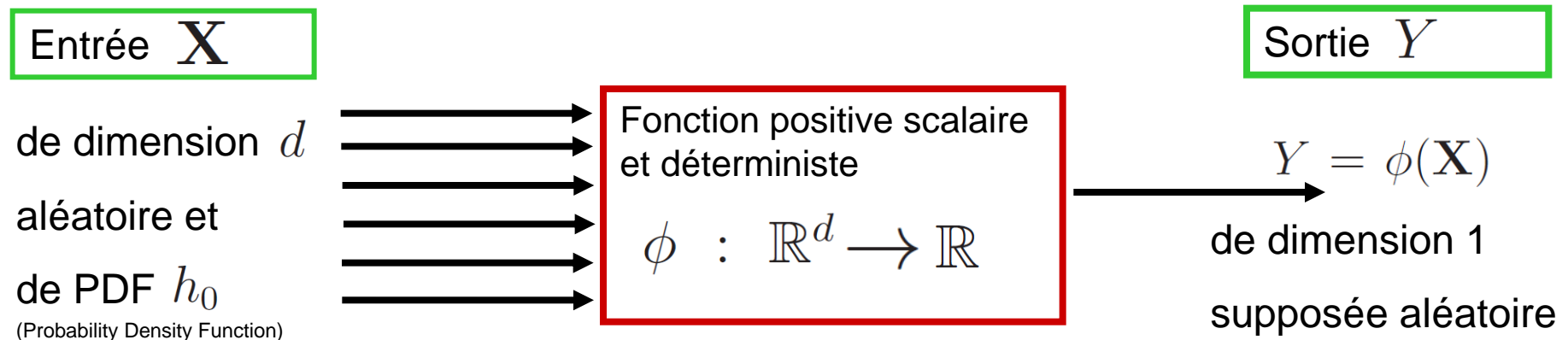
■ Un évènement rare :

- Evènement de forte gravité, critique pour la sécurité ou la performance du système
- Probabilité faible $\ll 1/N$ (N, le budget de simulations) difficilement estimable par simulation directe (Monte-Carlo)
- Nécessité d'une faible erreur sur cette probabilité. Conséquences graves d'une erreur sur l'estimation



Modélisation typique d'un système complexe

- Système déterministe décrit par une fonction boîte noire entrée-sortie



- **Estimation de :**
 - Probabilités du type $\mathbb{P} = P(\phi(\mathbf{X}) > S)$, S un seuil scalaire (ev rare= dépassement de seuil de la sortie)

Exemples

■ Estimation de la probabilité de collision entre un débris et un satellite

- **Entrée:** positions et vitesses du débris spatial et du satellite
- **Boîte noire:** code de propagation de trajectoires
- **Sortie:** distance entre le débris et le satellite
- **Probabilité** de collision entre le débris et le satellite



■ Évaluation du risque de sortie de piste d'un avion

- **Entrée:** caractéristiques de l'avion, conditions météorologiques, etc
- **Boîte noire:** arbre de défaillance
- **Probabilité** d'atterrissage long pour un aéronef



Evaluation du risque de sortie de piste

- **Évaluation du risque de sortie de piste d'un avion**

- **Entrée:** caractéristiques de l'avion, conditions météorologiques, etc
- **Boîte noire:** arbre de défaillance
- **Probabilité** d'atterrissage long pour un aéronef

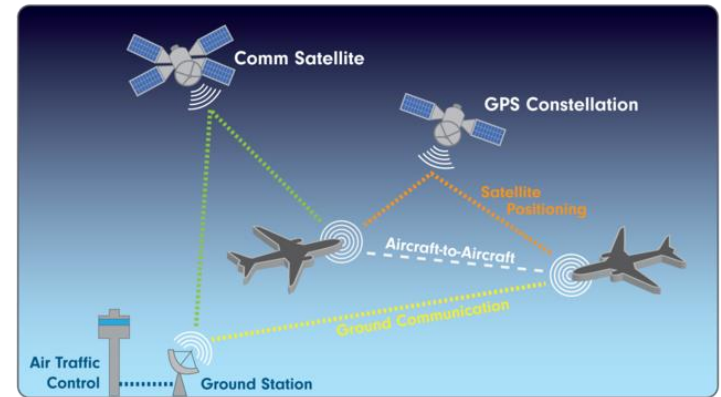


- **Hypothèses sur le modèle basées sur des « avis d'experts »** (paramètre de lois d'entrée ou dans la boîte noire)
- **Utiliser les données aéronautiques disponibles pour évaluer ces hypothèses**
 - ➡ Techniques d'analyse de données
 - ➡ Très compliqué d'obtenir des données des constructeurs aéronautiques ou de compagnies aériennes

Données ADS-B

- L'ADS-B (Automatic dependent surveillance-broadcast) est un système de surveillance coopératif pour le contrôle du trafic aérien.

➔ Un avion équipé envoie périodiquement sa position GPS aux stations sol et aux autres appareils équipés de l'ADS-B qui évoluent dans la zone.



- L'ONERA Toulouse a acquis une antenne Radarcapex fin 2016.
- Membre et contributeur d'un réseau de partage des données ADS-B www.opensky-network.org

Données ADS-B

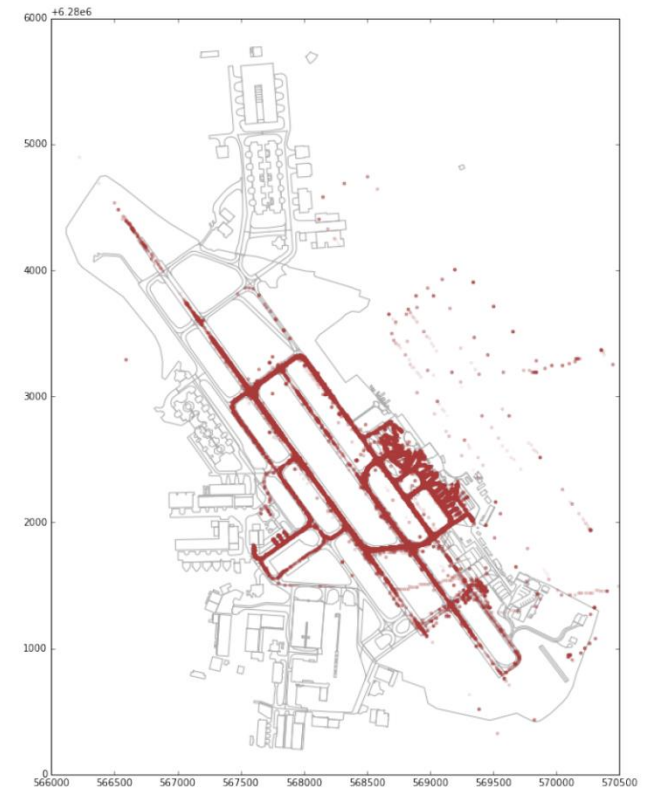
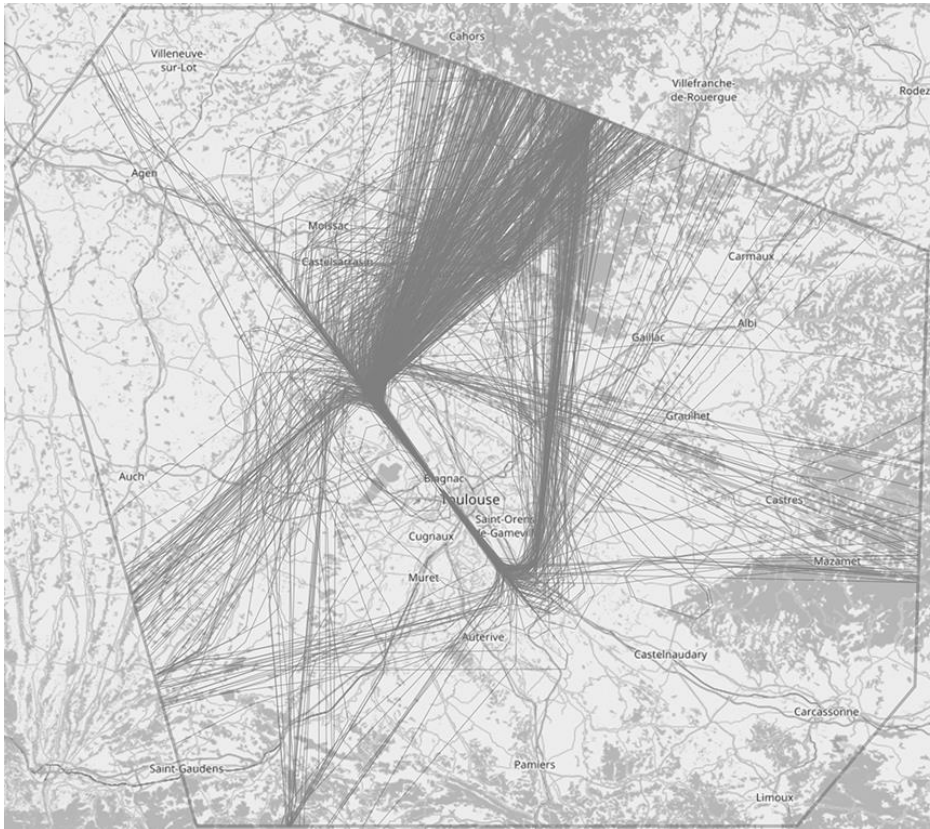
- **Différentes infos accessibles depuis l'ADS-B**

```
-----  
| time          | 2017-02-05 16:21:31 |  
| icao24         | 406d85               |  
| callsign      | EZY158T              |  
| lat           | 43.468460            |  
| lon           | 1.53212              |  
| baroaltitude  | 967.74               |  
| geoaltitude   | 914.40               |  
| velocity      | 93.942038            |  
| heading       | 322.565321           |  
| vertrate      | -0.32512             |  
| onground      | False                |  
-----
```

- Réception à 1Hz **en l'air** (bien moindre au sol)
- Portée supérieure à 400km pour les avions les plus hauts
- Qualité GPS variable mais correcte dans l'ensemble

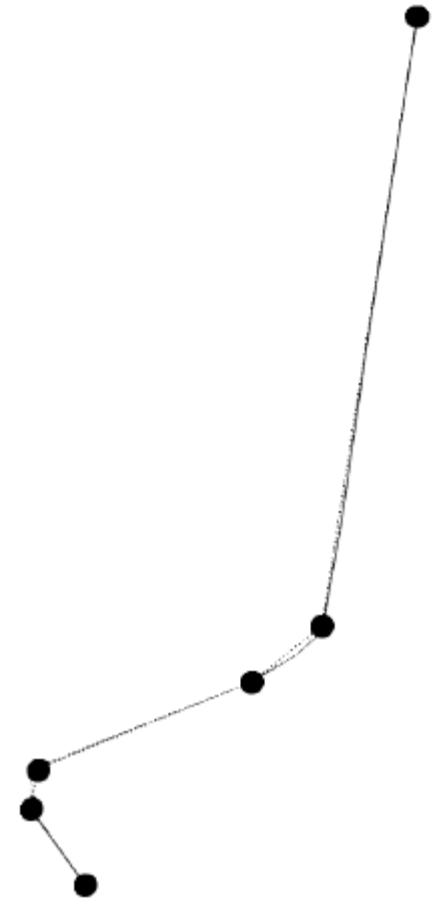
Exemples de trajectoires

- 1991 trajectoires obtenus sur le mois de décembre 2016



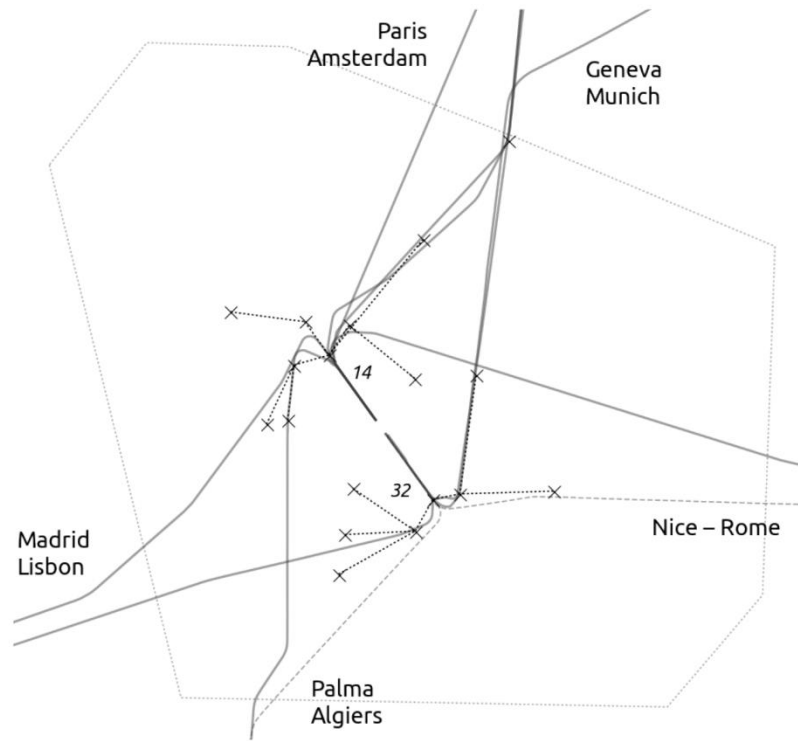
Filtrage des trajectoires

- Filtrage des trajectoires (Douglas-Peucker algorithm)
- 5GB \longrightarrow 200MB de données



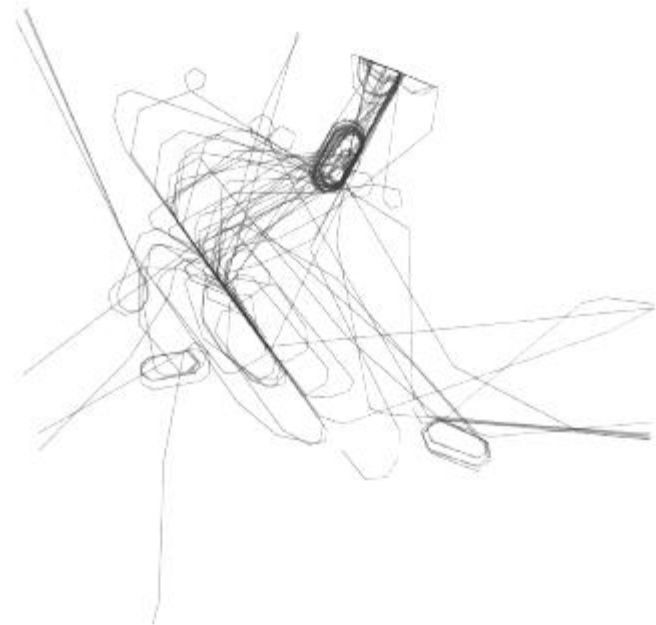
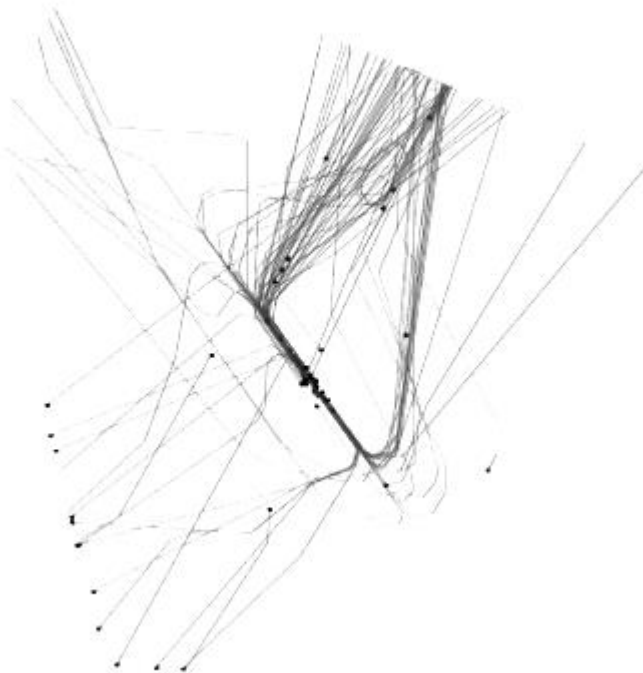
Clustering des trajectoires

- **DBSCAN** (Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise) **algorithm modifié pour identifier les flux de trajectoires**
- **Lien avec les procédures AIP** (Aeronautical Information Publication)



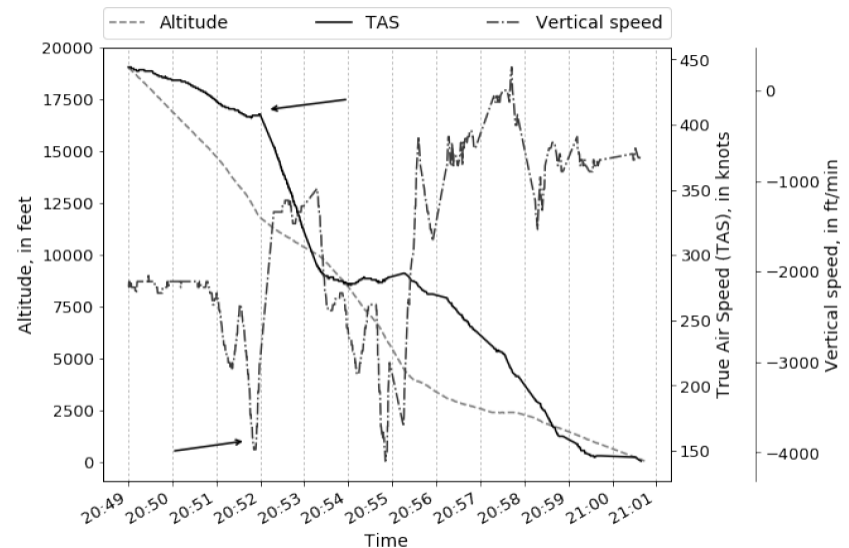
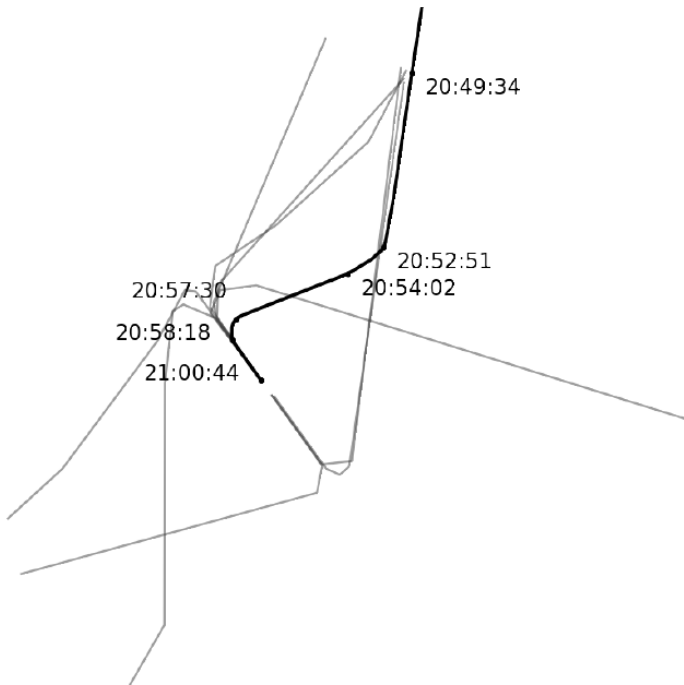
Outliers

- 30% d'outliers dans le clustering par DBSCAN modifié
- Trajectoires incomplètes et circuits d'attente



Outliers

- Détection de changement de QFU (orientation de la piste) --- condition météo?



➔ Vers une évaluation de la probabilité de changement de QFU ?

Conclusion

- **Évaluation du risque de sortie de piste d'un avion**

- **Entrée:** caractéristiques de l'avion, conditions météorologiques, etc
- **Boîte noire:** arbre de défaillance
- **Probabilité** d'atterrissage long pour un aéronef



- La probabilité de changement de QFU est une entrée de l'arbre de défaillance, fixée par avis d'expert
- Mettre à jour ce risque grâce aux données ADS-B, évaluer l'impact de ce changement sur le risque global de sortie de piste
- De manière similaire, la corrélation entre les approches non stabilisées et les conditions de vent commencent à être établie

Conclusion

