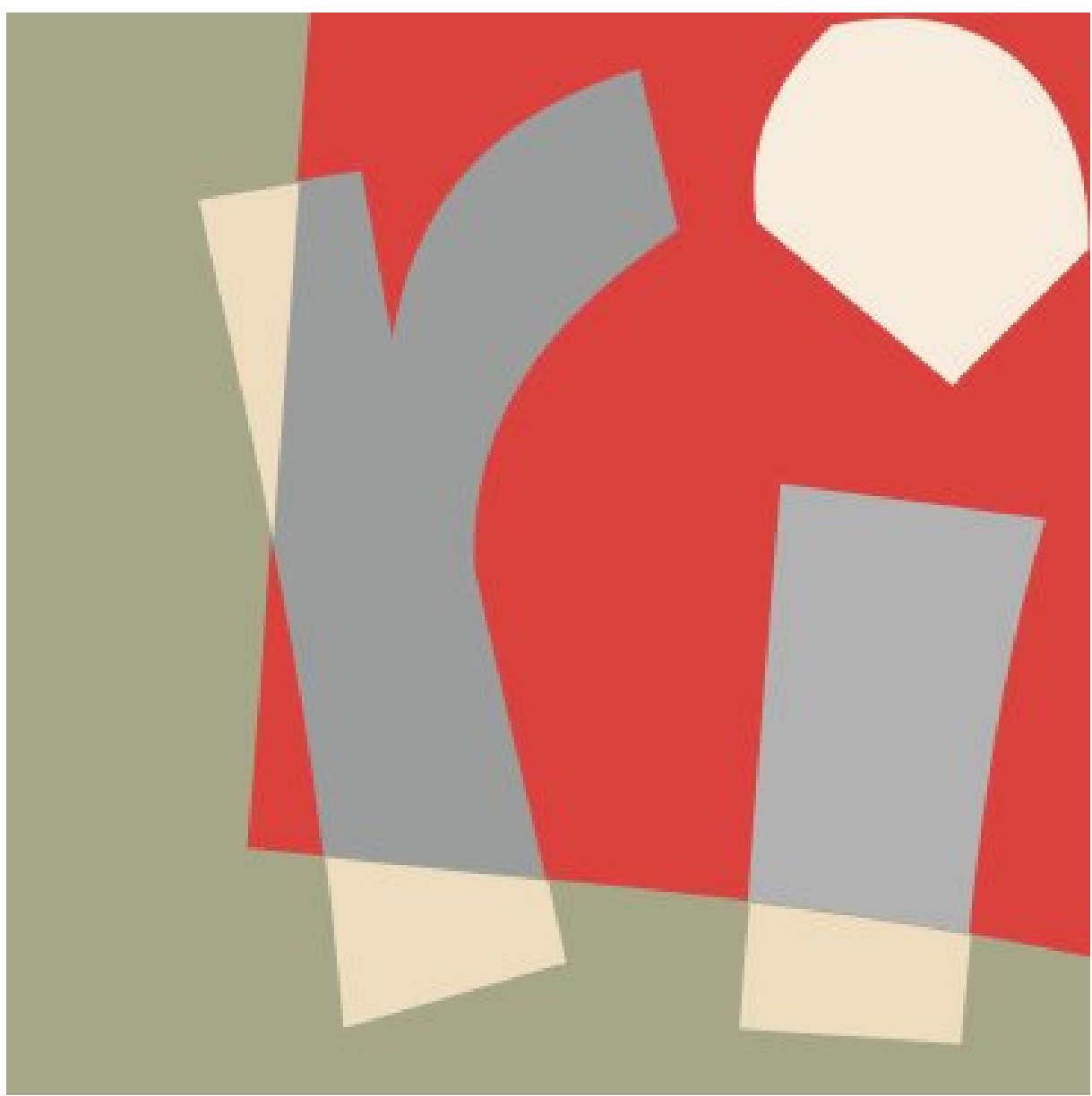


# Stage de Recherche en Informatique (Supélec 2A)

## Génération de signaux micro-Doppler par réseaux de neurone

Paul LE GRAND DES CLOIZEAUX

LRI, CentraleSupélec, Université Paris-Saclay



### Contexte

**Objectif : Classifier des profils micro-Doppler d’objets volants**  
Des profils micro-Doppler de drones et d’oiseaux ont été collectés par l’ONERA.



FIGURE 1 – Exemple de drone utilisé

### Profils micro-Doppler

Format : Spectrogramme en temps long

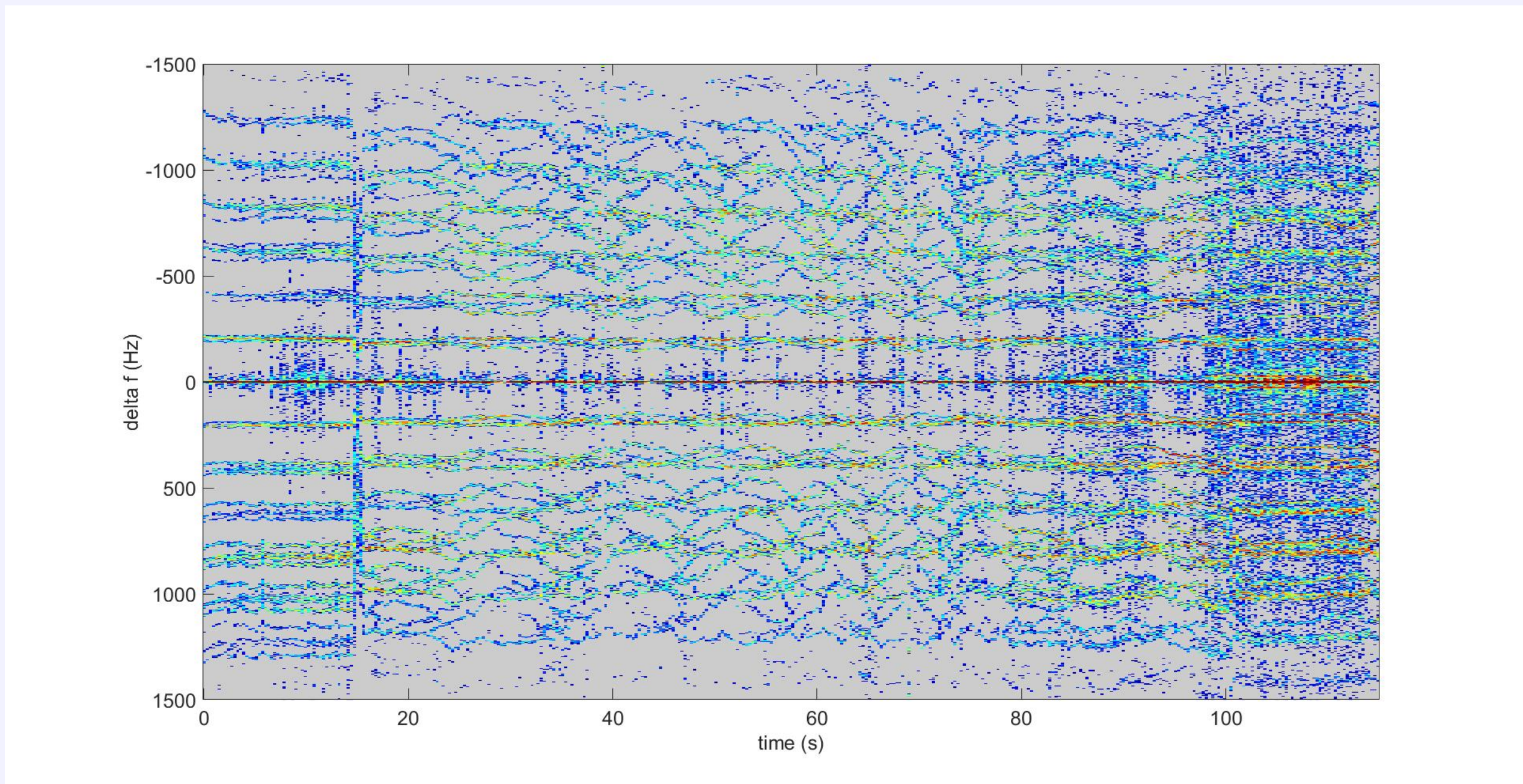


FIGURE 2 – Spectrogramme en temps long d’un drone

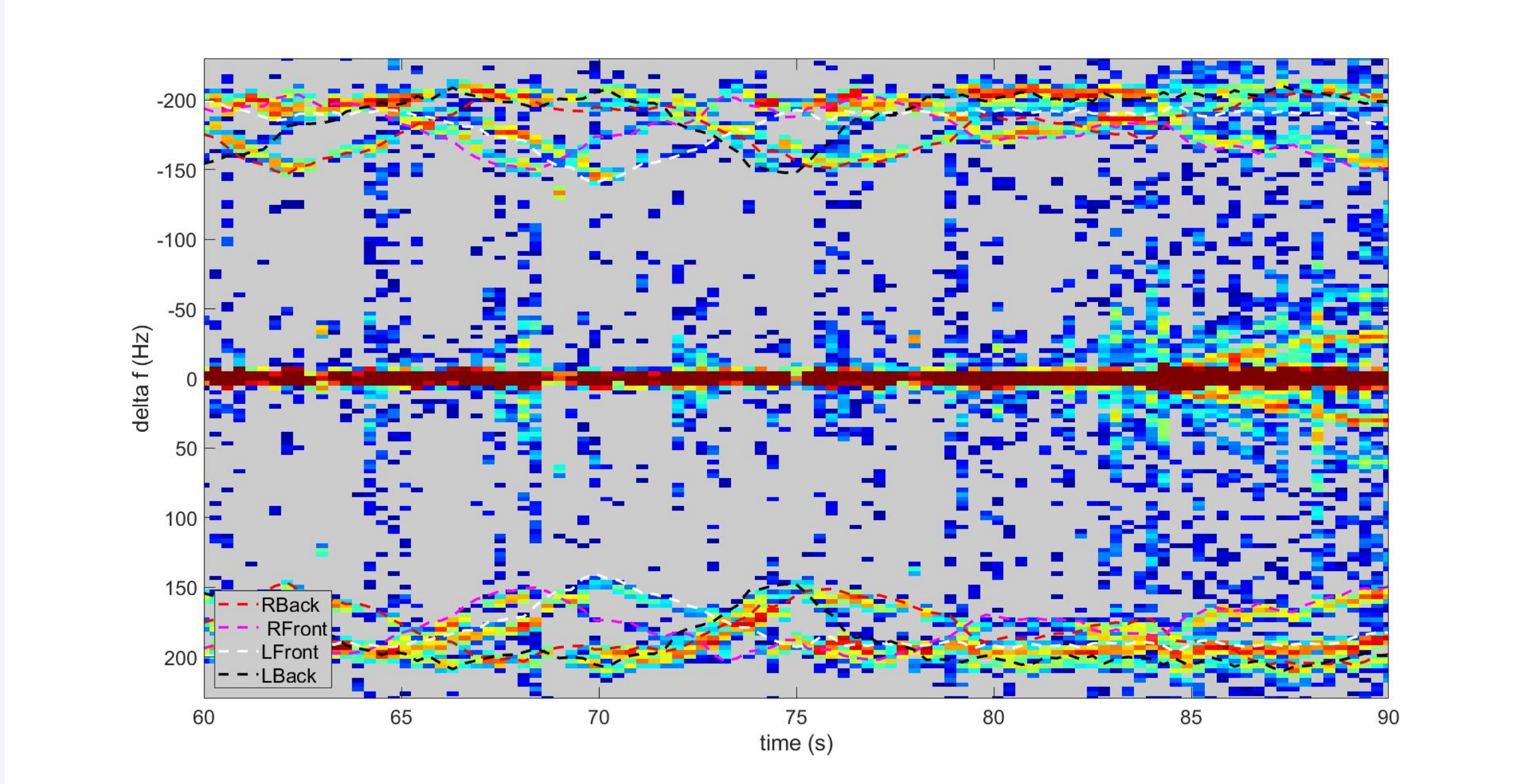


FIGURE 3 – Zoom - décalages de fréquences dus aux rotors

### Quantité de données insuffisantes

#### Problèmes

- Nombre faible de profils.
- Profils hautement corrélés (collectés dans des conditions semblables)

#### Solution proposée

*Data augmentation* par génération de profils micro-Doppler artificiels par réseaux de neurone (GAN).

### Qu’est ce qu’un GAN (Generative Adversarial Network) ?

Un GAN : un réseau de neurone utilisé pour générer des données.

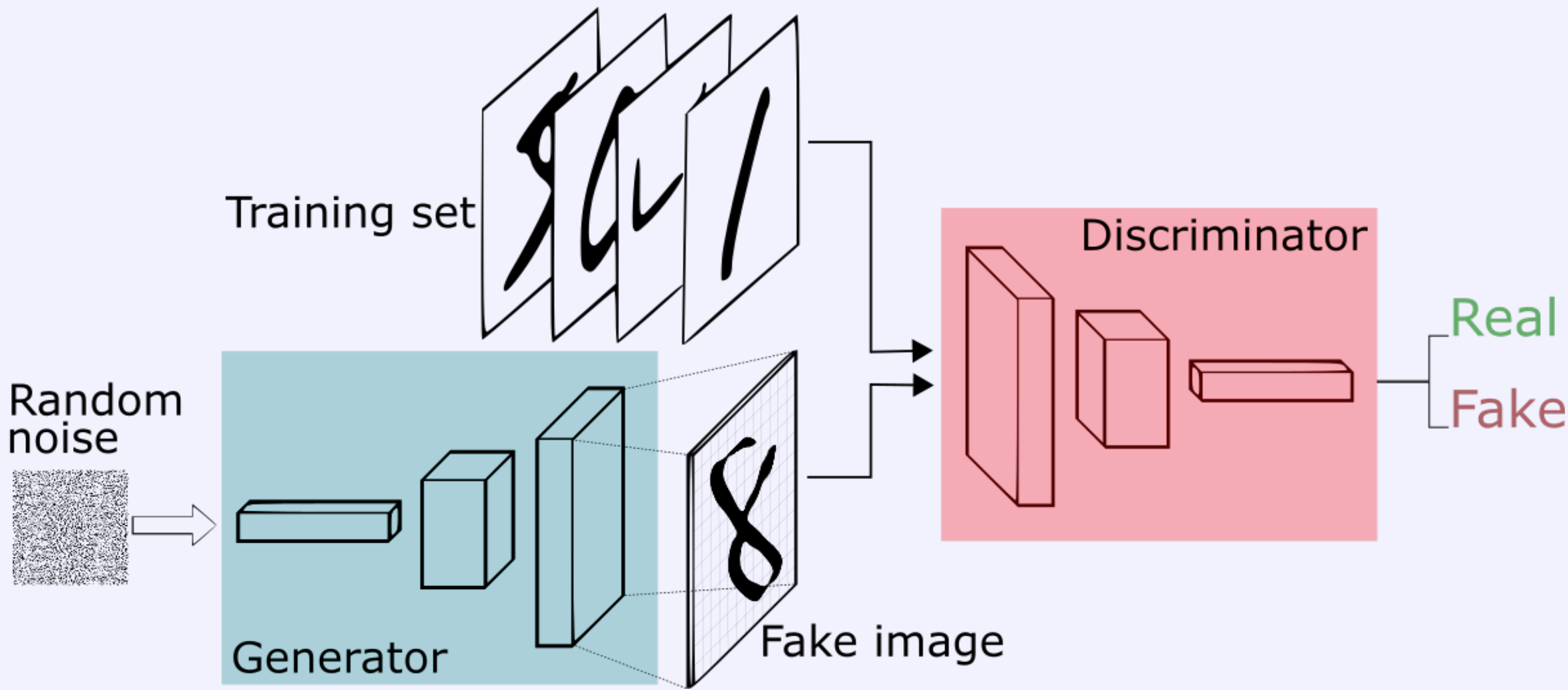


FIGURE 4 – Schéma d’un GAN basique

#### Fonctionnement

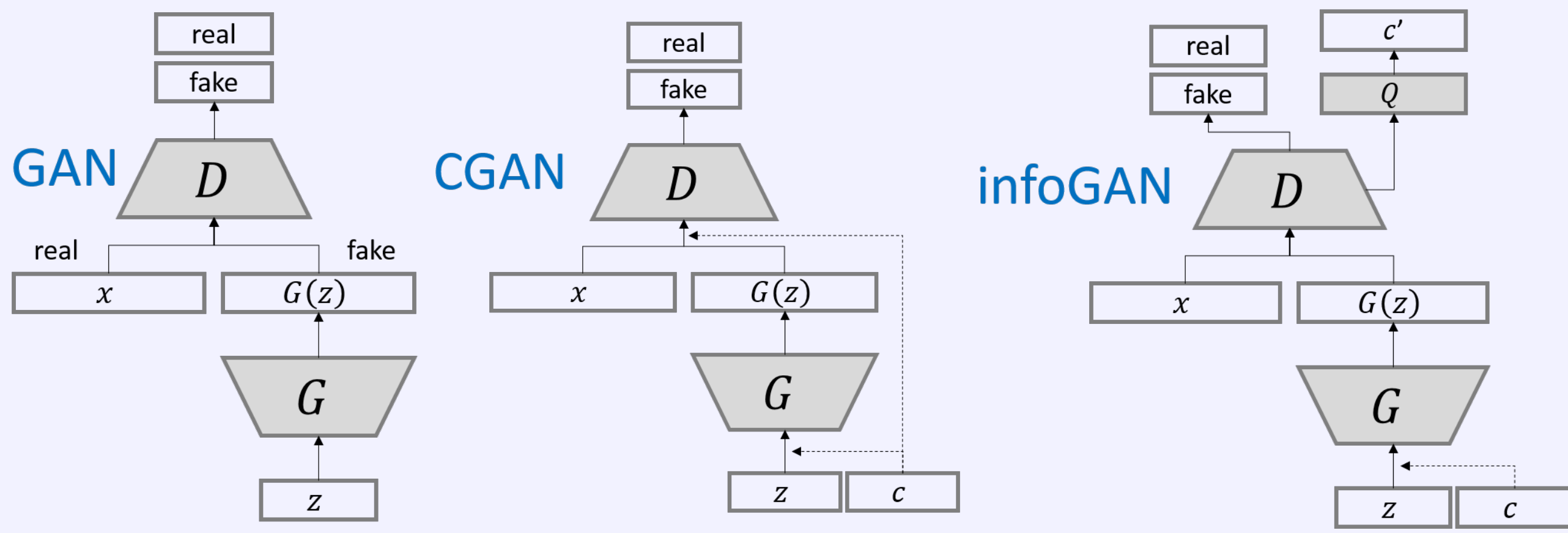
Recherche d’un équilibre entre le **générateur** et le **discriminateur**.

- **Générateur** essaye de tromper le **discriminateur**
- **Discriminateur** essaye de démasquer le **générateur**

Amélioration du **générateur** par rétropropagation de l’erreur du **discriminateur** sur l’image.

### Différents types de GAN

Différentes architectures de réseau (par ex avec ou sans labels)



#### Différentes fonctions d’erreurs du discriminateur

- Entropie croisée
- Distance de Wasserstein

### Mesurer les performances d’un GAN ?

Nécessité de quantifier à quel point les données générés sont fidèles aux données réelles.

- Pas possible d’évaluer le réseau sur une base de test.
- Évaluation par un être humain peu fiable, quand les données ne sont pas des photos.

### FID (Fréchet Inception Distance)

**Evaluation d’une distance entre deux ensembles d’images :**

**InceptionV3**, un réseau de neurone à convolution entraîné sur ImageNet est utilisé pour extraire des motifs de l’image.

Utilisation de l’avant-dernière couche du réseau. Supposition que les motifs suivent une distribution normale multidimensionnelle.

$$X_{\text{real}} = \mathcal{N}(\mu_{\text{real}}, \Sigma_{\text{real}}), X_{\text{generated}} = \mathcal{N}(\mu_{\text{generated}}, \Sigma_{\text{generated}})$$
$$FI = ||\mu_{\text{real}} - \mu_{\text{generated}}||^2 + Tr(\Sigma_{\text{real}} + \Sigma_{\text{generated}} - (\Sigma_{\text{real}}\Sigma_{\text{generated}})^{1/2})$$

### Résultats

#### TODO

En attente des résultats de la génération de profils consécutifs

### Perspectives

Les signaux générés ne sont pas de très bonne qualité.

#### Améliorations

- Utilisation de GAN *image-to-image*, tel que **CycleGAN**, à partir de profils micro-Doppler simulés. Permettrait de générer des profils de drones non présent dans la base de donnée.
- Utilisation de GAN plus avancés (par exemple **StyleGAN**)