

Utilisation d'Intelligence Artificielle pour la reconnaissance acoustique : Cas d'utilisation

Sébastien CARRA, Acoucité

Contexte

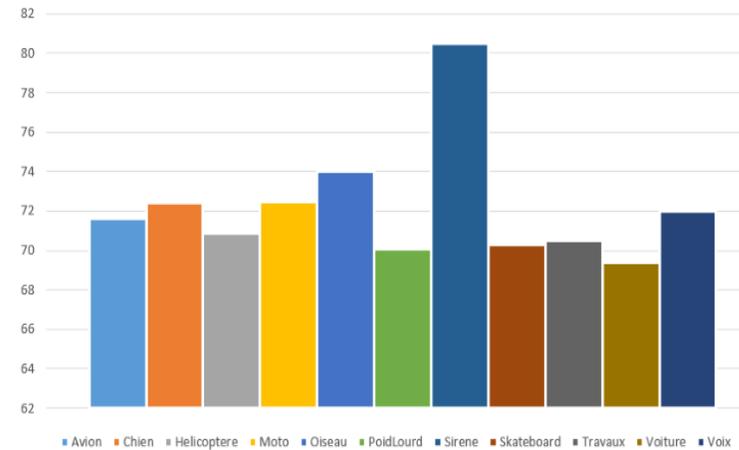
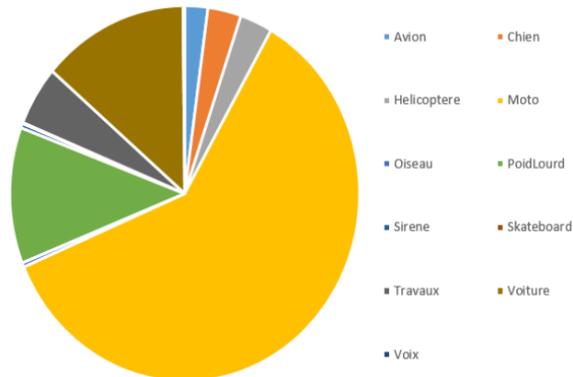
- Acoucité, association de loi 1901,
 - Observatoire créé en 1996 par ses membres fondateurs (GL, ENTPE, CEREMA, CSTB, UGE...)
 - Vocation de favoriser les échanges entre les centres de recherches et les besoins opérationnels des villes
 - œuvrer au développement des connaissances et du savoir professionnel en environnement sonore urbain
 - Projet Européen Monica: Développement de solutions technologiques lors de grands événements sociétaux ou musicaux en Europe
 - Création d'un « lab » interne en *Innovation et Développement*
 - *Expérimentation sur les techniques d'intelligences artificielles pour la détection d'événements sonores ou la caractérisation de l'environnement sonore*
 - *Plateforme Expérimentale, Capteur Bas Coût...*
- Cursus Personnel (Ancien Ingénieur études environnement Aéroport de Lyon)

Développement, Deep learning

- Univers de l'open source et open data. Communauté très active
 - Bibliothèque Python, Github
 - Formation en ligne
- Littérature des partenaires et inspiration des leur projets
- DCASE Challenge,
- Tensorflow, Keras
- Acquisition d'un GPU Nvidia pour les entrainements

Cas d'utilisation

- Respect de la RGPD , mise en place d'une charte de bonnes pratiques, Nouveau Guide du CNB
- Caractérisation de l'environnement sonore autour du radar acoustique



- Détection de bruit aérien autour des aéroports (Aircraft Activity Detection)

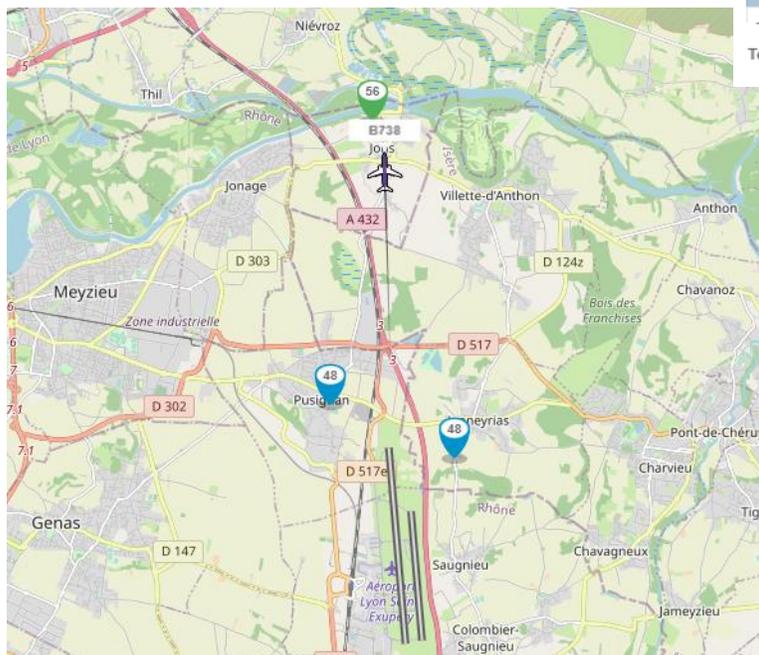
Bruit Aerien

- Cas des aérodromes différents des aéroports
 - Document urbanisme PEB PGS sur le Lden Avion
 - Ancien système CONSTAS,
 - Casper Flight tracking, <https://lys.flightracking.casper.aero/>
 - Appareil avec Transpondeur
 - La Méduse, détection directionnelle

Informations sur le bruit

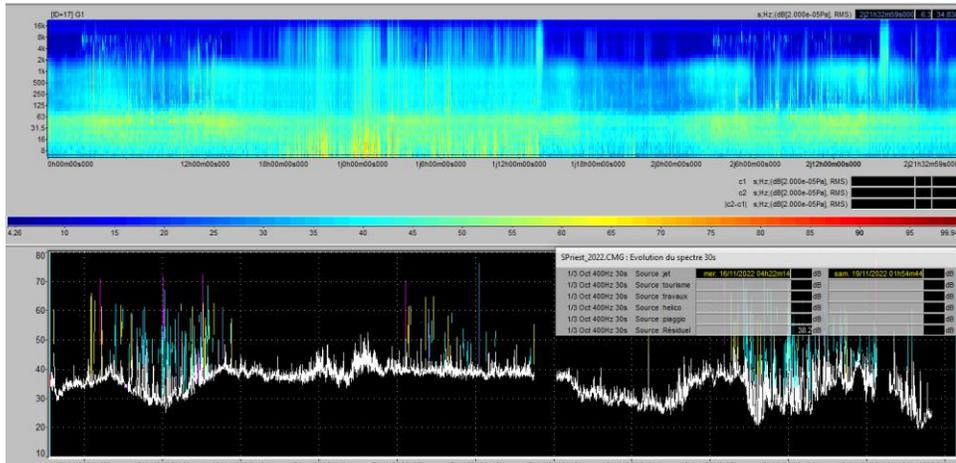
NOM	ADRESSE
02. Jons	Place de l'Église, 69330 Jons

Graphique

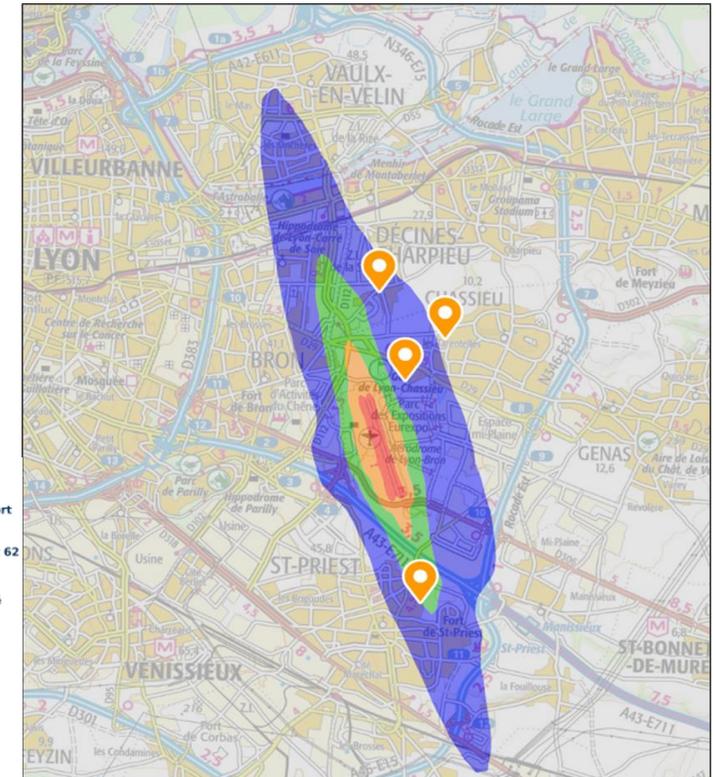


Protocole: Méthode Manuelle

- Partenariat avec l'aéroport de Lyon Bron
- Campagne sur Saint Priest, Décines, Chassieu. Balise permanente sur le golf de Chassieu
- Années: 2019-2022
- RGPD: Signature Autorisation, Audio sur Seuil (53dB)
- Sonomètre Classe 1 homologué
- Fichiers WAV horodatés liés au niveaux sonore, spectres
- Turbopropulseur, Jet, Helico, Piaggio, Meteo, travaux...
- Présentation CCE



- Zone A : zone de bruit fort où Lden > 70 ou IP > 96
 - Zone B : zone de bruit fort où Lden < 70 et dont la limite extérieure est comprise entre Lden 65 et 62 ou zone dont la valeur IP est comprise entre 96 et 89
 - Zone C : zone de bruit modéré comprise entre la limite extérieure de la zone B ou IP = 89 et une limite comprise entre Lden 57 et 55 ou IP entre 84 et 72
 - Zone D : zone de bruit comprise entre la limite extérieure de la zone C et la limite correspondant à Lden 50
- Ref. Code de l'urbanisme - Article R112-3



Différents Types de Modèle

- CLARA (Classification Acoustique par Reconnaissance Automatisée)

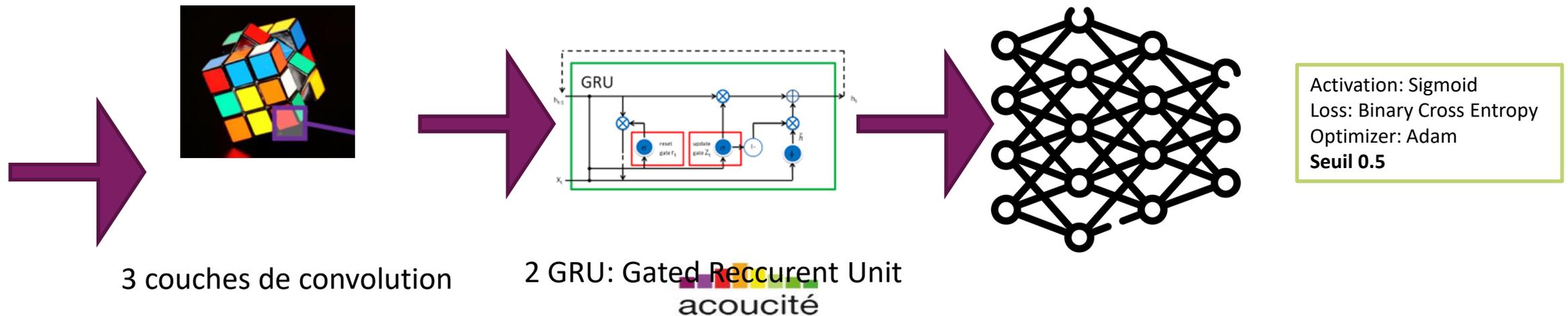
- Input:

- Spectrogramme en 128 mels
- Echantillonnage 25600, FFT à 2048 (2^{11}) -> 0,8sec, Hop: 512 -> 0,2 sec
- Normalisé, amplitude codée de 0 à 1 en float32
- Grille de 200 * 128, 4sec

- CRNN

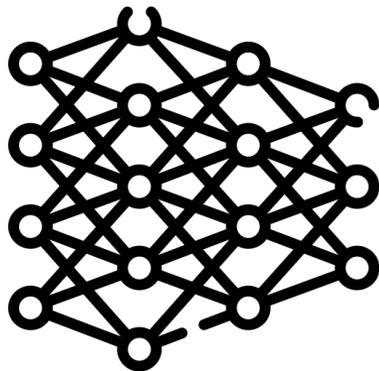
- Model used for evaluation in paper. Inspired by K. Choi model in:

- https://github.com/keunwoochoi/music-auto_tagging-keras/blob/master/music_tagger_crnn.py

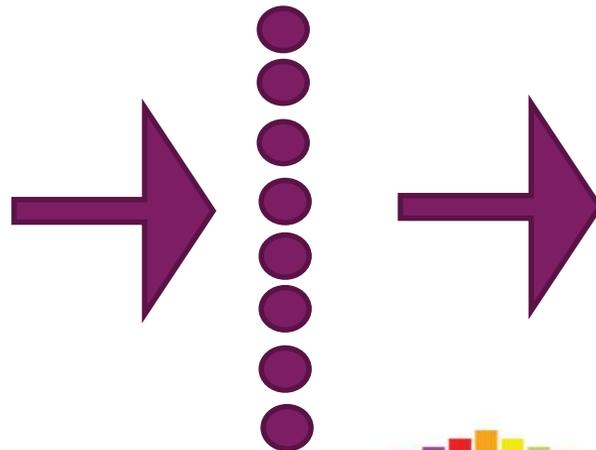


Différents Types de Modèle

- YAMNET classique
 - Pré entraîné
 - Input:
 - Spectrogramme en 64mels
 - Echantillonnage 16000 Hz
 - Normalisé, amplitude codée de 0 à 1 en float32
 - Grille de **96 * 64**, windows:96ms , hop:48ms, 1 frame:10msec
- 521 Catégories dont categories
 - Aircraft", "Aircraft engine", "Jet engine", "Propeller, airscrew", "Helicopter", « Fixed-wing aircraft, airplane »
- Seuil défini pour chaque catégorie

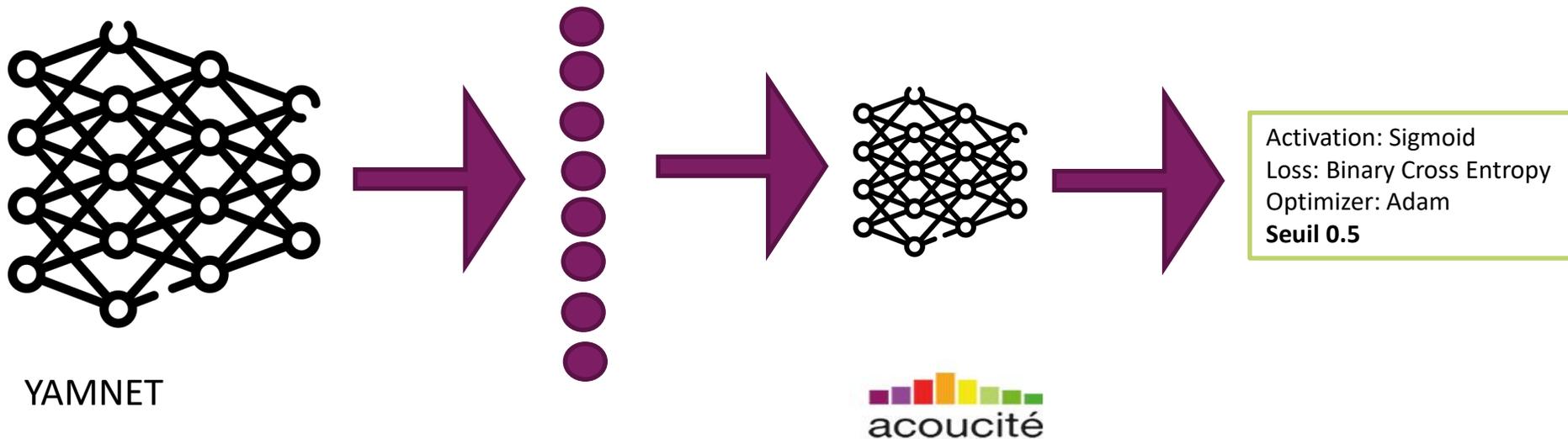


Mobilenet_v1

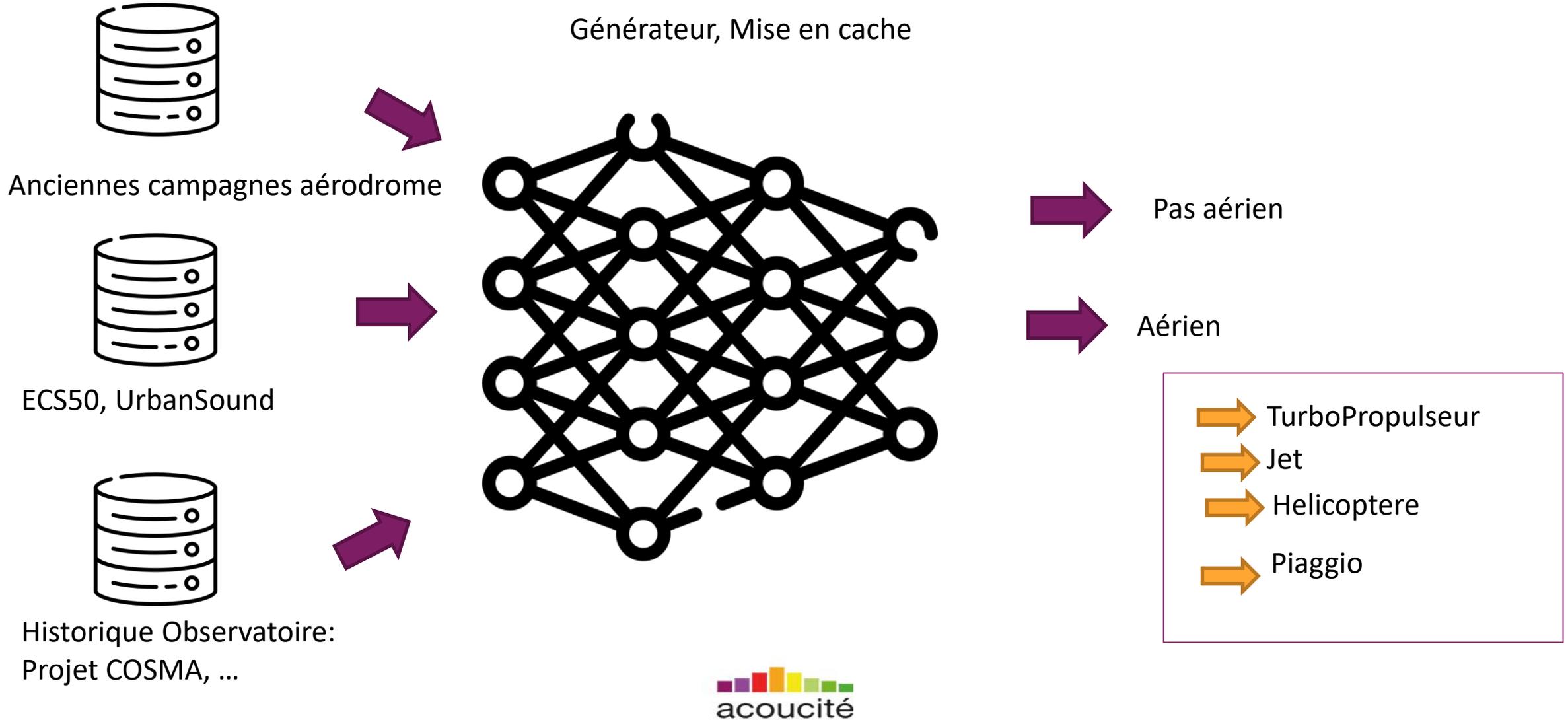


Différents Types de Modèle

- YAMNET en Transfer learning
 - Input:
 - Pas de changement
- 521 Catégories
 - "Aircraft", "Aircraft engine", "Jet engine", "Propeller, airscrew", "Helicopter", "Fixed-wing aircraft, airplane«
- Seuil défini pour chaque catégorie



Entrainement et Base de données



Analyse binaire par fichier

- Maximum
- 3 indicateurs (KPI) de pré évaluation
 - Confusion Matrix
 - Accuracy: Ratio de **prédictions justes**
 - Recall: Ratio de **positifs correctement détectés**-> $TP / (TP+FN)$
 - Precision: Ratio de **prédictions positives justes** -> $TP / (TP+FP)$

CLARA

FN	1	Accuracy: 0.85
FP	276	Precision: 0.69
TN	947	Recall: 0.99
TP	612	

YAMNET

FN	153	Accuracy: 0.86
FP	99	Precision: 0.82
TN	1124	Recall: 0.75
TP	460	

YAMNET Transferred

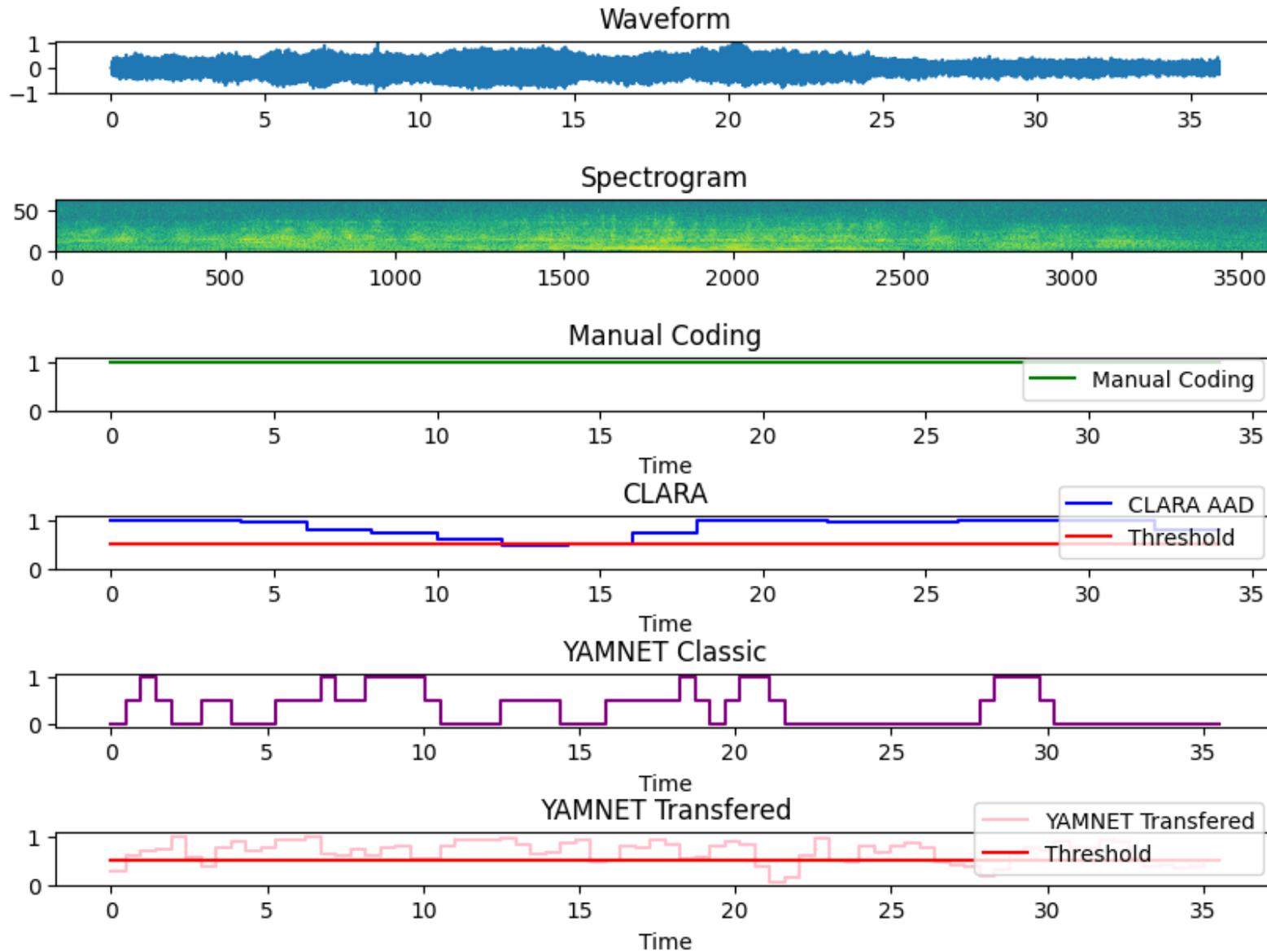
FP	520	Accuracy: 0.72
TN	703	Precision: 0.54
TP	613	Recall: 1.0

Analyse des faux positifs

- Pourquoi autant de FP?
 - Choix du seuil
 - Réécoute:
 - Pas la source qui a déclenché le seuil (chien, oiseau, travaux)
 - Météo non valide (pluie vent)

result_clara	FN	FP	TN	TP
date				
2022-11-07	NaN	8.0	1.0	46.0
2022-11-08	NaN	37.0	180.0	24.0
2022-11-10	1.0	28.0	52.0	59.0
2022-11-11	NaN	11.0	4.0	54.0
2022-11-12	NaN	16.0	1.0	21.0
2022-11-13	NaN	7.0	10.0	28.0
2022-11-14	NaN	46.0	237.0	23.0
2022-11-15	NaN	5.0	10.0	41.0
2022-11-16	NaN	10.0	19.0	76.0
2022-11-17	NaN	30.0	230.0	22.0
2022-11-18	NaN	13.0	7.0	103.0
2022-11-19	NaN	22.0	84.0	46.0
2022-11-20	NaN	4.0	NaN	22.0
2022-11-21	NaN	32.0	112.0	30.0
2022-11-22	NaN	7.0	NaN	17.0

Zoom sur un audio



Analyse binaire par fenêtre de détection

- 3 indicateurs (KPI) de pré évaluation
 - Confusion Matrix
 - Accuracy: Ratio de **prédictions justes**
 - Recall: Ratio de **positifs correctement détectés**-> $TP / (TP+FN)$
 - Precision: Ratio de **prédictions positives justes** -> $TP / (TP+FP)$

CLARA

FN	1789	Accuracy: 0.91
FP	793	Precision: 0.84
TN	16776	Recall: 0.92
TP	9185	

YAMNET

FN	36077	Accuracy: 0.69
FP	1121	Precision: 0.14
TN	78478	Recall: 0.84
TP	5924	

YAMNET Transferred

FN	12266	Accuracy: 0.86
FP	5239	Precision: 0.71
TN	74360	Recall: 0.85
TP	29735	

Calcul du Lden, de la durée et du nombre d'événement

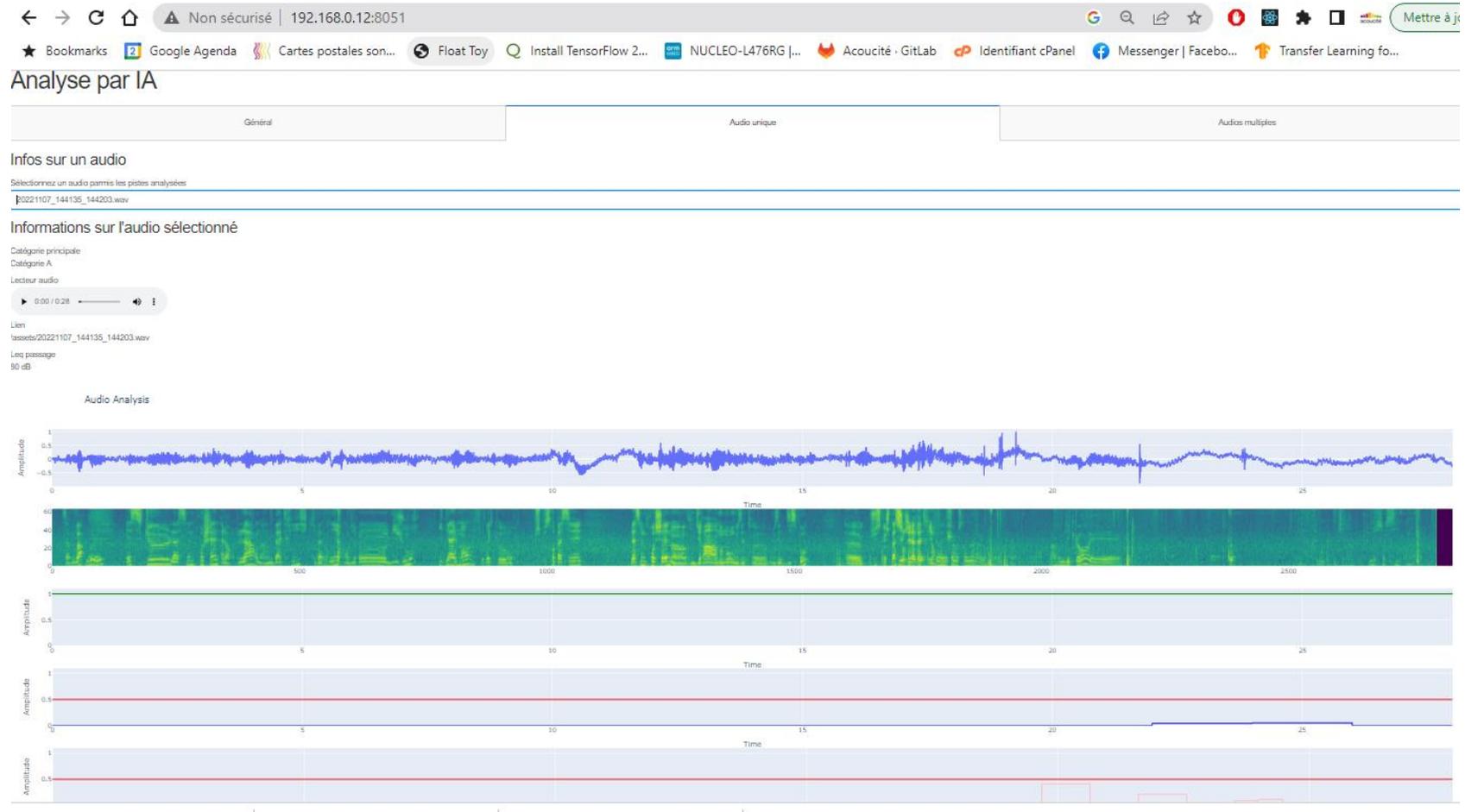
- Choix de CLARA
- Post traitement:
 - si un gap de 4 sec est identifié, on rassemble en un événement

St Priest 2022 : Jour + Soir + Nuit				
Nb Codage manuel	Nb CLARA V6	Erreur	Nb CLARA BF	Erreur
623	819	+31.5%	671	+7.7%

Calcul du Lden, de la durée et du nombre d'événement

MANUEL	CLARA	COMP	MANUEL	CLARA	COMP	MANUEL	CLARA	COMP
	Lden		Nb événements			Durée		
46,7	46,4	-0,3	47	47	0	00:39:36	00:21:32	00:18:04
47,2	46,6	-0,6	24	27	3	00:19:05	00:10:36	00:08:29
51,3	51,3	0,0	1	3	2	00:01:57	00:00:48	00:01:09
53,7	53,1	-0,6	58	86	28	00:40:40	00:25:08	00:15:32
51,0	50,8	-0,2	56	56	0	00:54:28	00:29:28	00:25:00
48,2	48,1	-0,1	19	20	1	00:14:10	00:09:04	00:05:06
43,1	42,8	-0,3	30	28	-2	00:28:10	00:11:48	00:16:22
48,0	47,6	-0,4	23	22	-1	00:21:04	00:10:28	00:10:36
49,0	48,9	-0,1	42	45	3	00:31:45	00:19:44	00:12:01
51,1	51,0	-0,1	74	76	2	01:07:28	00:41:03	00:26:25
48,6	48,4	-0,2	23	24	1	00:17:38	00:09:20	00:08:18
55,2	55,1	-0,1	103	104	1	01:18:18	00:42:44	00:35:34
47,6	47,1	-0,5	51	58	7	00:30:48	00:16:00	00:14:48
47,5	47,4	-0,1	29	22	-7	00:27:00	00:10:12	00:16:48
47,6	47,3	-0,3	28	36	8	00:19:26	00:11:00	00:08:26
45,4	45,4	0,0	15	17	2	00:12:43	00:09:20	00:03:23

Interface Serveur Client



Conclusion Perspectives

- Stage de fin d'études en cours
- Amélioration de la détection du type d'événement aérien: Jet, Helico, turboprop ...
- Quantification de la performance de chaque modèle
- Test en embarqué