

JTAV 2021

**Plateforme Expérimentale de Monitoring
Prototypage de Capteurs Bas Coût
Reconnaissance d'événements acoustiques par Spectrogramme**

Sébastien CARRA

8 juin 2021

Sommaire

Acoucité

Plateforme
Expérimentale

Prototypage
faible coût

Deep Learning

Acoucité

- Association loi 1901, créée en 1996 à l'initiative du **Grand Lyon** et des **membres fondateurs**

GRAND LYON
la métropole

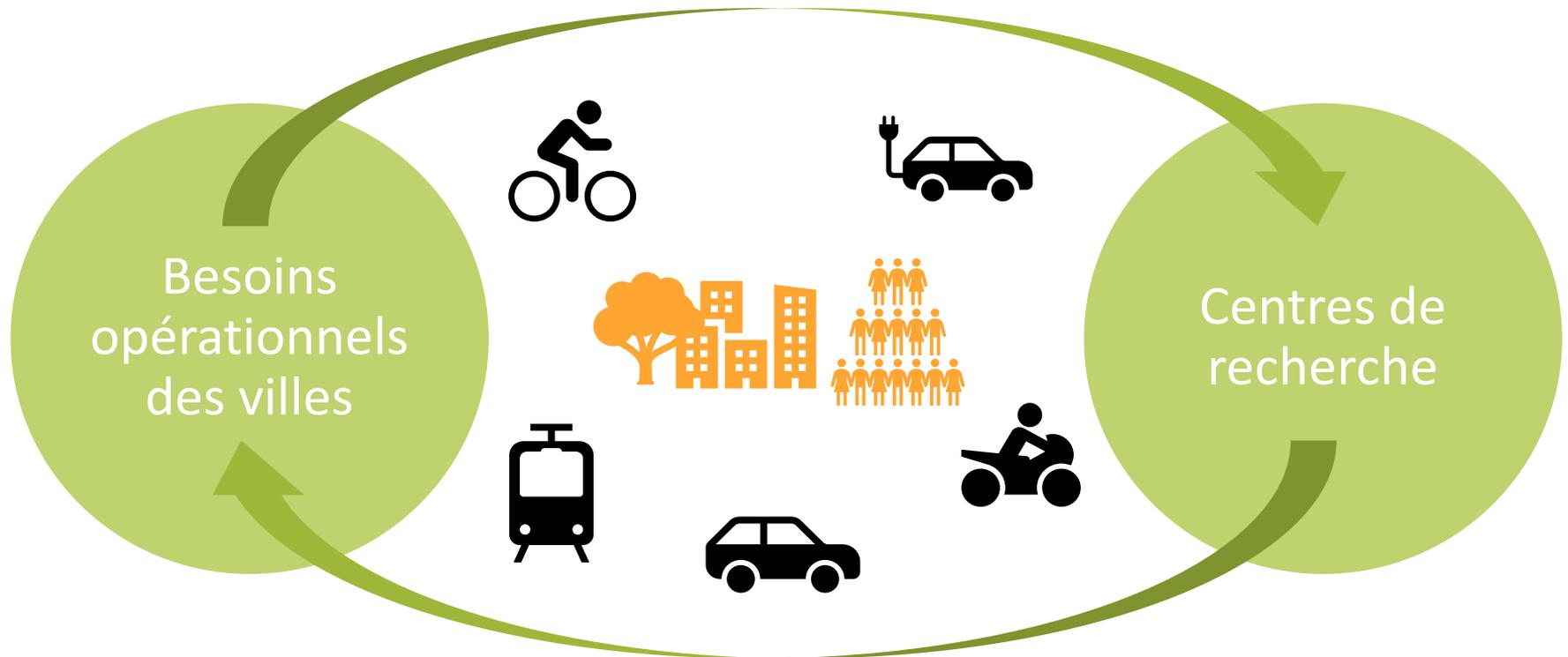


But

Agir pour le développement des connaissances et du savoir professionnel en environnement sonore urbain

Notre mission

- **Favoriser les échanges** entre les centres de recherche et les besoins opérationnels des villes, notamment en matière de gestion des bruits urbains liés aux transports terrestres



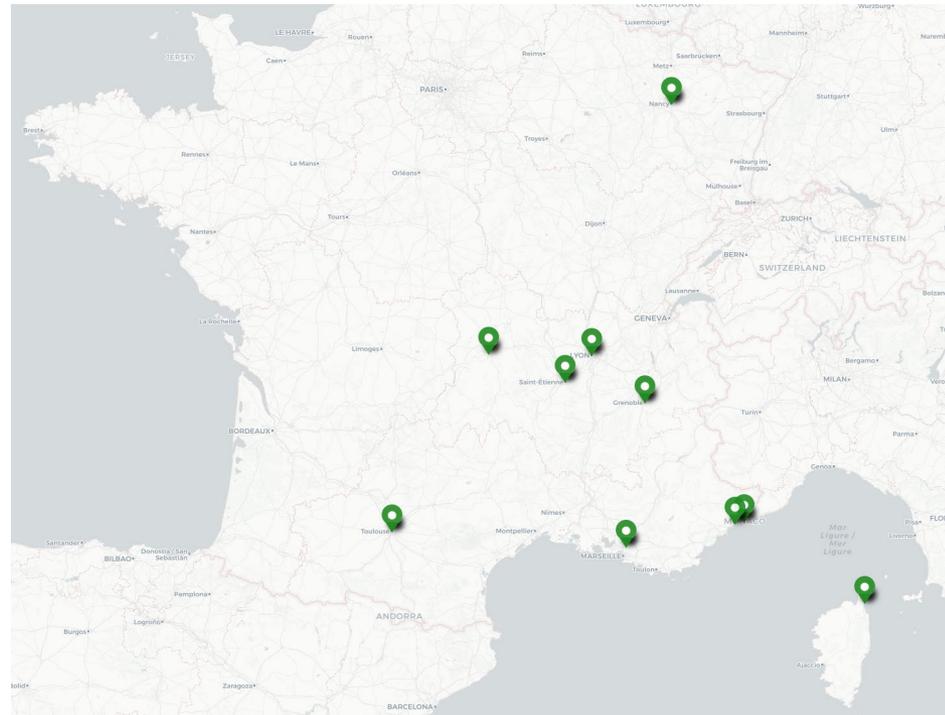
Nos actions

- **Accompagnement** aux collectivités territoriales
 - Exigences Directive 2002/49/CE (CBS, PPBE, Annexe 3 DALYS)
 - Planification territoriale (SCoT, PLU, PDU)
 - Projets d'aménagement territorial (e.g. Bd périphérique, A6/A7)
 - Réseau permanent de mesure
 - Partage des connaissances/méthodologies
 - Plaintes des riverains
 - Évènements Musicaux de plein air
- **Programme de Recherche et développement Locaux ou Européen**
- **Groupes de travail** (CNB, PNSE/PRSE, Correspondants Bruit au MTES, GT Observatoires, Eurocités, OMS, SIA)
- **Diffusion de connaissances** (publications, congrès, scolaires, universitaires, grand public)

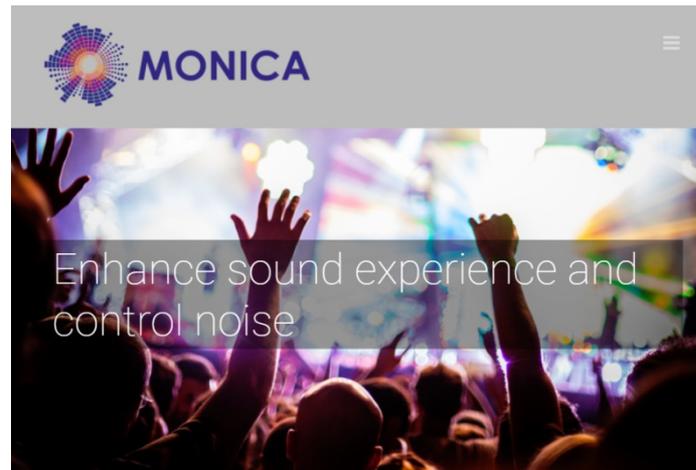
Des actions au-delà du territoire lyonnais

Agglomérations partenaires

- Lyon
- Aix-Marseille-Provence
- Grenoble
- Nice
- Toulouse
- Monaco
- Saint-Étienne
- Bastia
- Clermont-Ferrand
- Nancy



Projet Européen Monica : Démonstration à grande échelle de l'utilisation des objets connectés lors d'événements culturels en plein air



1. Contexte

- Projet européen H2020, 3 ans (2017-2020)
- 29 partenaires, 17 M€, coordination générale FRAUNHOFER (FIT)
- Objets connectés (IoT: Internet of Things)
- Evènements culturels en plein air
- Démontrer l'intérêt des objets connectés dans la gestion de l'Acoustique et la Sécurité
- Démonstration à **grande échelle** impliquant le plus de parties prenantes locales
- Ecosystème acoustique
 - Monitoring: Leq 1s en dB(A) et dB(C), 1/3 octave, Audio en Flac (sans perte)
 - Algorithme de contribution des sources
 - Sound Heat Map
 - Détection de cris, détonation, bris de de glace

Plateforme Expérimentale

Objectifs

- Connecter à une plateforme:
 - en **Temps Réel**
 - des sonomètres d'origines différentes
 - Autres types de capteurs: météorologiques,
 - En ayant la main sur tout le code



Contexte et cas d'utilisation

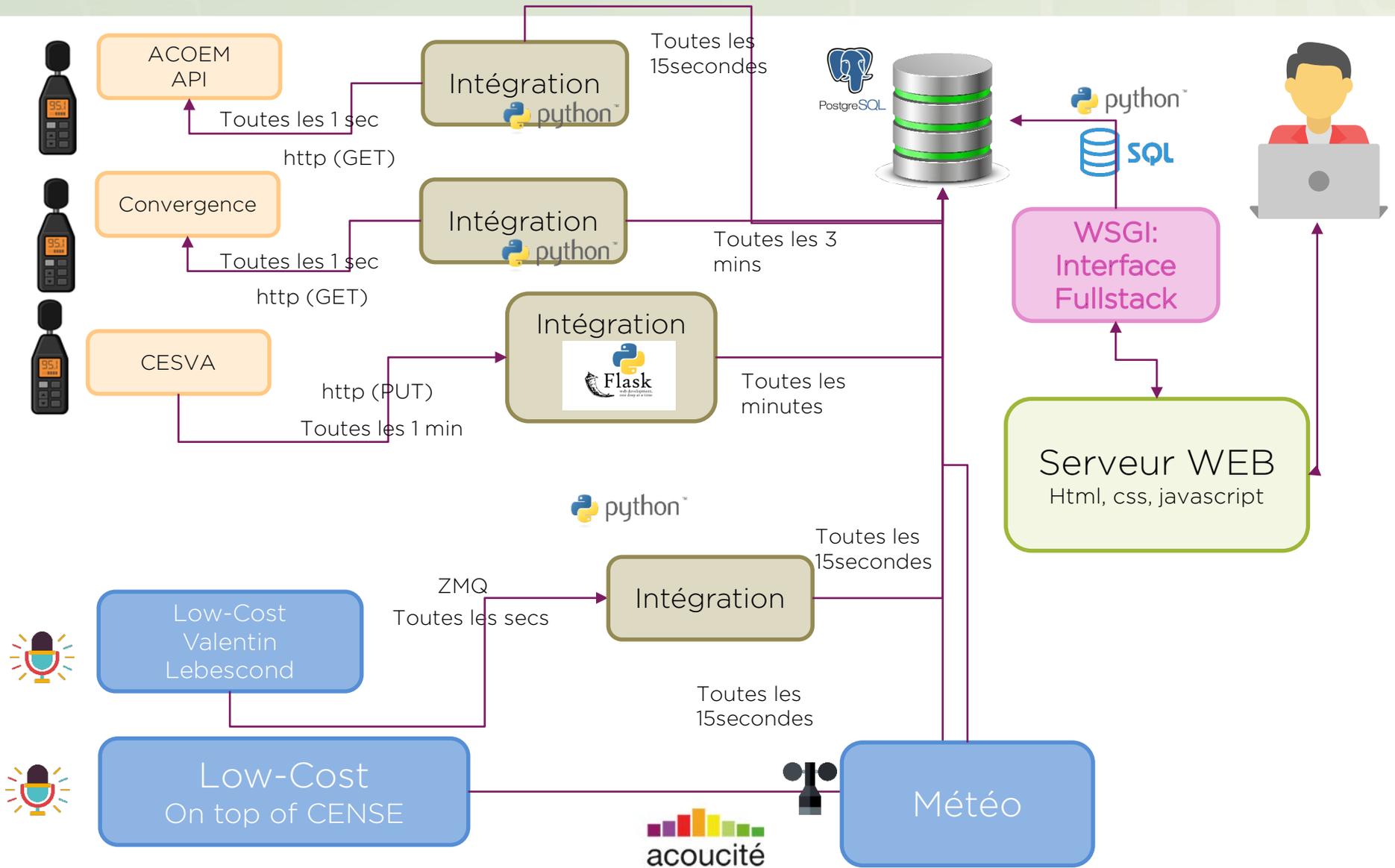
Contexte:

- Projet Monica: Plateforme en temps réels pour les événements musicaux
- Besoins pour l'accès en temps réels, et pour le détails des données (Méfiance des riverains)
- Evolution des sonomètres vers des sonomètres connectés
- Plateformes à Paris, Barcelone...
- Projet de capteurs bas coût: CENSE, Freelance, DIY

Cas d'utilisations:

- Visualiser les données en temps réel avec une durée d'intégration à la seconde
- Calculer les indicateurs statistiques: Moyenne (Laeq), Bruit de fond (L90), Pics de bruit (L10)
- Répartition par classe de bruit
- Calculer les indicateurs journaliers et obtenir le détail jusqu'à la seconde
- Evaluer l'état des connexions (pourcentage de données transférées)
- Présenter l'indicateur Harmonica
- Avoir des informations sur les conditions météorologiques
- Local, 4G, 3G ...

Techniques



Résultats

- Site déployé ~~avec accès par mot de passe~~
 - <http://plateforme.acoucité.org/>
- Prototype: Le nombre de clients supportable par le serveur n'est pas vraiment connu
- Evolutif en fonction de la demande des partenaires

<p>Place Bellecour, Lyon</p> <p>Cube ACOEM, 4G</p>  <p>La place Bellecour est un lieu emblématique de la ville de Lyon, monitorée depuis 2010.</p> <p>La balise est de classe 1 (incertitude faible), connectée en 4G.</p>	<p>Rue Saint Michel, Lyon</p> <p>Cube ACOEM, Ethernet</p>  <p>La balise de la rue Saint Michel (7ème arrondissement de Lyon) affiche les niveaux sonores journaliers depuis 2013. Elle est reliée en filaire directement dans les locaux d'Acoucité.</p>	<p>Rue Saint Michel 2, Lyon</p> <p>Raspberry Pi, Algorithme Valentin Le Bescond</p>  <p>Cette balise à faible coût est le fruit d'un partenariat avec Valentin LE BESCOND acousticien et développeur indépendant. Un algorithme exécuté par un Raspberry Pi et un microphone moyen de gamme permettent le calcul du niveau sonore.</p> <p>Elle est reliée en filaire directement dans les locaux d'Acoucité.</p> <p>Une attention particulière est portée sur la comparaison des niveaux obtenus avec le sonomètre de classe 1 situé au même emplacement.</p>	<p>Balise mobile</p> <p>Raspberry Pi, Algorithme CENSE</p>  <p>Cette balise à faible coût est le résultat d'un échange avec l'IFSTTAR. Le centre de recherche a développé un algorithme de calcul des niveaux sonores dans le cadre du projet </p> <p>Le code est déployé dans un Raspberry Pi, muni d'une carte externe UGREEN et d'un microphone 1436.</p> <p>La connexion de la balise est faite via l'accès Internet de l'hôte et un VPN.</p>
---	---	---	---

Prototypage de capteurs bas coût

Balise Low Cost DIY

Contexte:

- Projet CENSE: réseau de capteurs bas coût sur la ville de Lorient
- Phénomène Raspberry Pi



- Demande croissante pour des capteurs faibles coûts ->
- Accompagnement de nouveaux marchés
- Comprendre les difficultés des constructeurs
- Manifester de l'intérêt chez nos partenaires

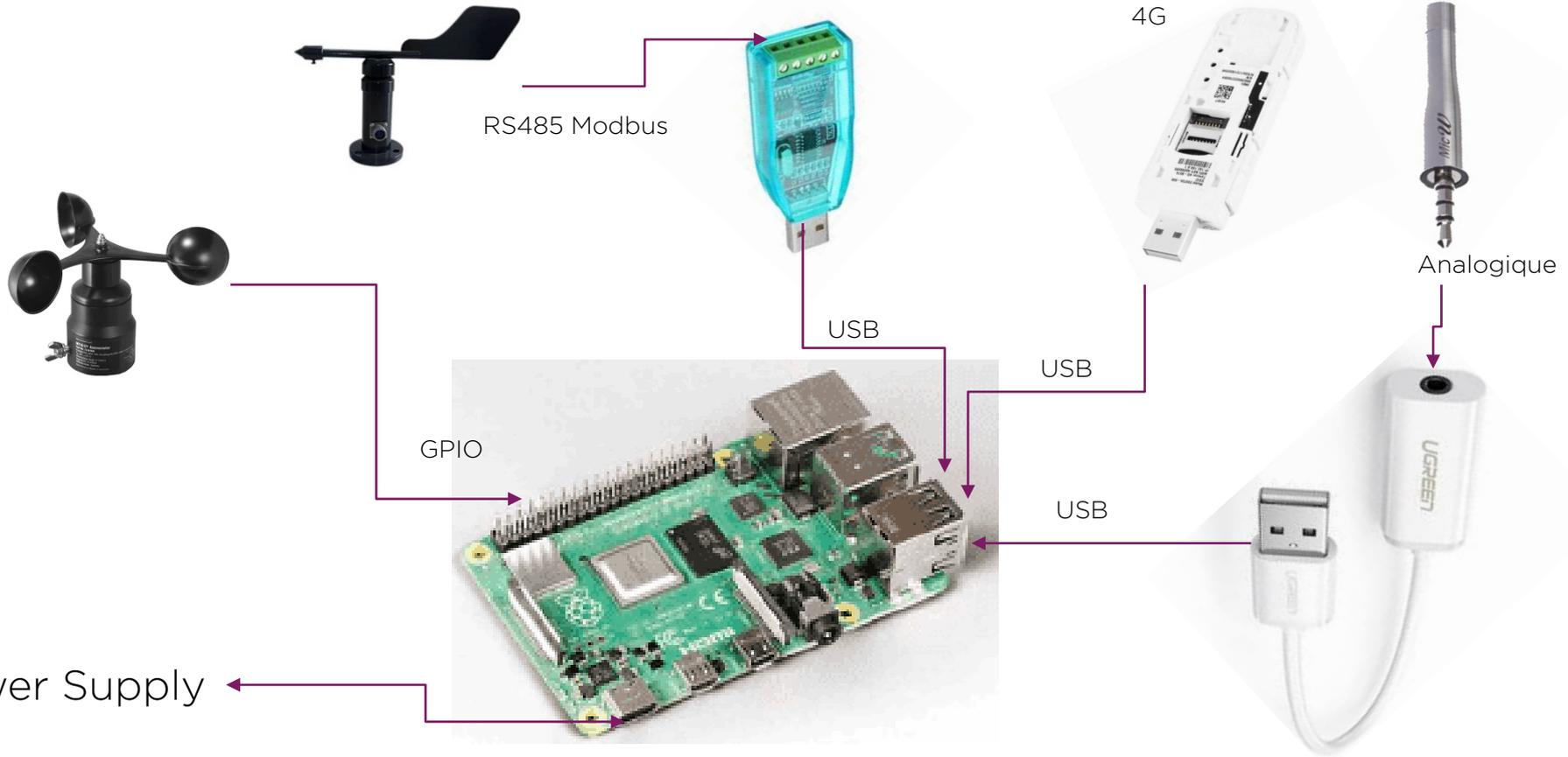
Cas d'utilisations:

- Mesure du niveau sonore avec faible durée d'intégration
- Spectre
- Possibilité de calibrer le microphone
- Connexion en Ethernet, en WIFI, en 4G

3 Versions

- Version Classique alimenté par Secteur
- Version Ininterruptible
- Version Solaire

Matériel



Software: Projet CENSE +
modules python

- Version Ininteruptible



- Version solaire -Pi Zero CLI



Essai
d'alimentation par
panneau solaire ->
Greenbee,
Convergence



Matériel

- Photos des balises Algo CENSE



Raspberry Valentin Lebescond
Comparaison avec un classe 1
Test dans la durée

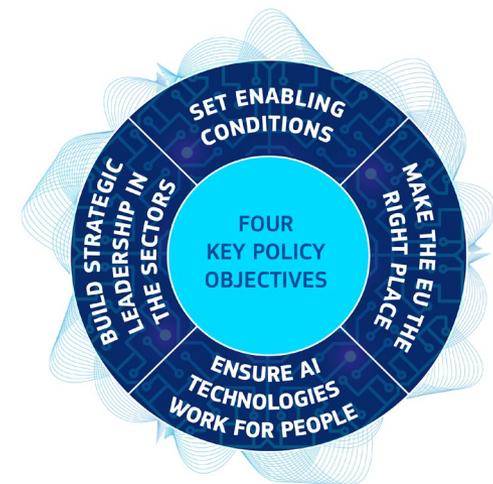
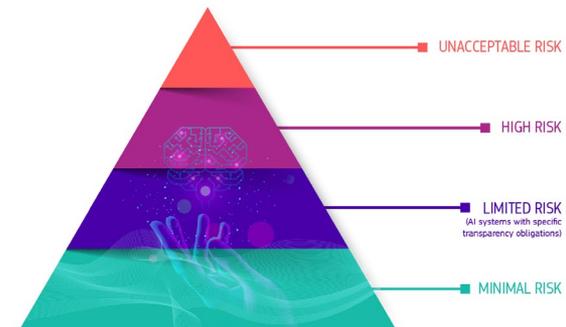


<https://github.com/SonoMKR>

Deep Learning

Commission Européenne

- Proposition de la Commission Européenne d'une nouvelle réglementation pour les AI
- Encouragement pour de nouveaux programmes:
 - La Commission envisage d'investir 1 milliard d'euros par an dans l'IA au titre de ses programmes Europe numérique et Horizon Europe.
- https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/excellence-trust-artificial-intelligence_fr
- RGPD, CNIL, Libertés
- Arrêt des déclenchement sur seuil, Charte de bonne pratique



7. Reconnaissance d'événements acoustiques par Spectrogramme

- Proposition de nom de projet: **C**lassification d'événements **A**coustique par **R**econnaissance **A**utomatisée
- Lecture des publications des partenaires
- Monté des performances du Deep Learning
 - Système d'intelligence artificielle multi couche
 - Réseau de neurones artificiels simplifiés
- Challenge DCASE (*Detection and Classification of Acoustic Scenes and Events*), Projet SONYC, Sollicitations pour des projets européens
- Diffusion énorme de contenu sur Youtube: Valerio Velardo, Université de Washington...
- Outils gratuits proposés pour la communauté scientifique (TensorFlow, Pytorch, fondation Python, Jupyter)
- Besoin de grandes base de données Audio labélisée
 - Ce que peut fournir un observatoire
- 3 grandes phases: Entraînement, Evaluation, Déploiement

8. Audio



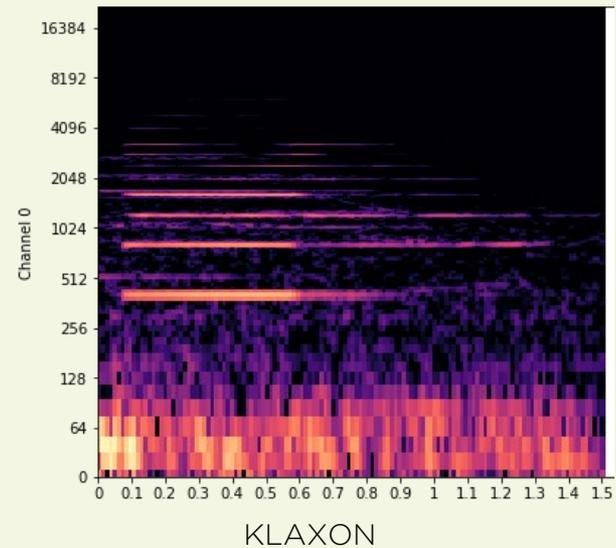
Binaire, wav, mp3



Label par écoute
ou codage sur
place

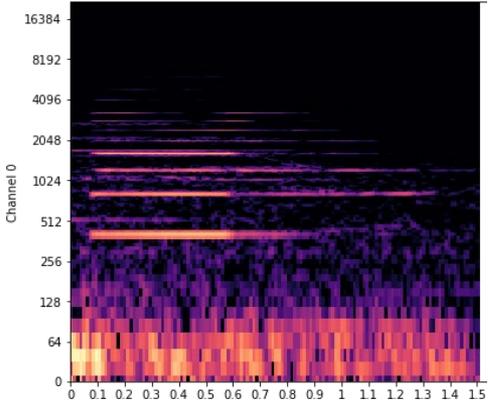
Données Sensibles!

Indicateurs, Spectres

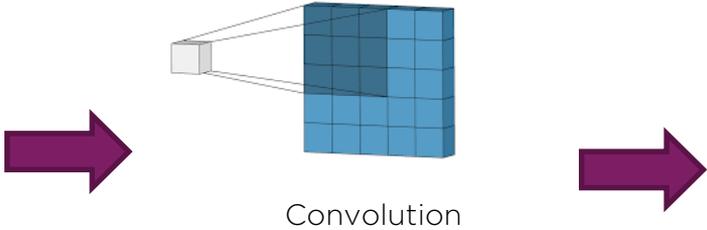


Données Moins sensibles

9. Principe



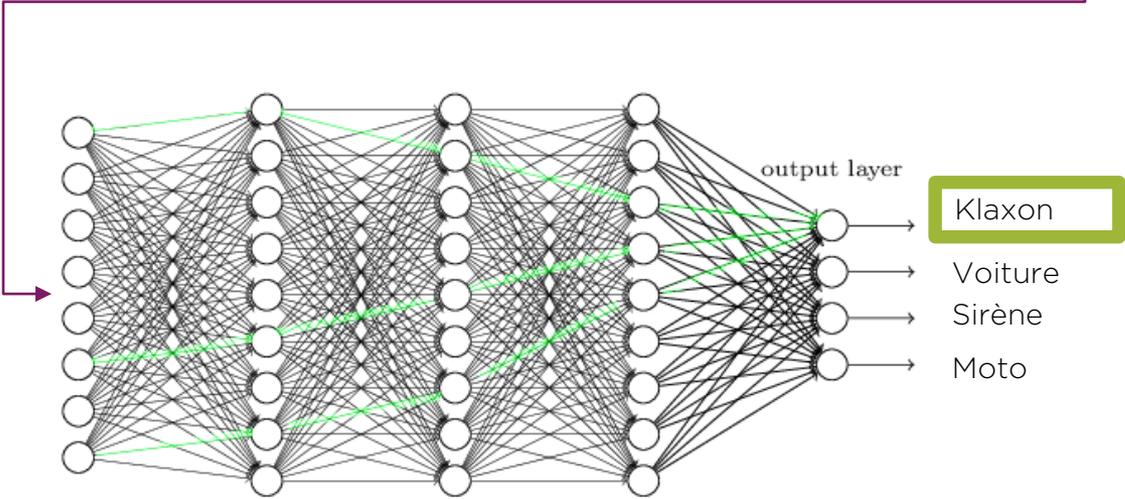
Spectrogramme



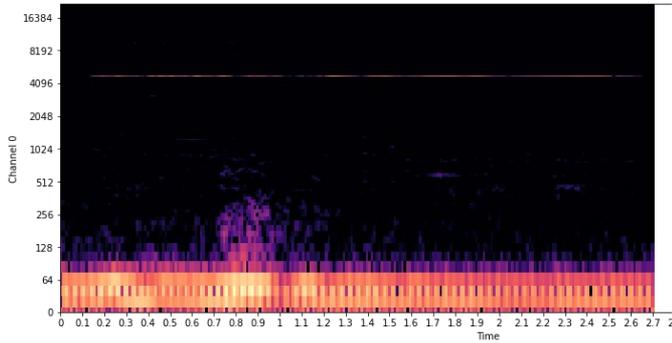
Convolution



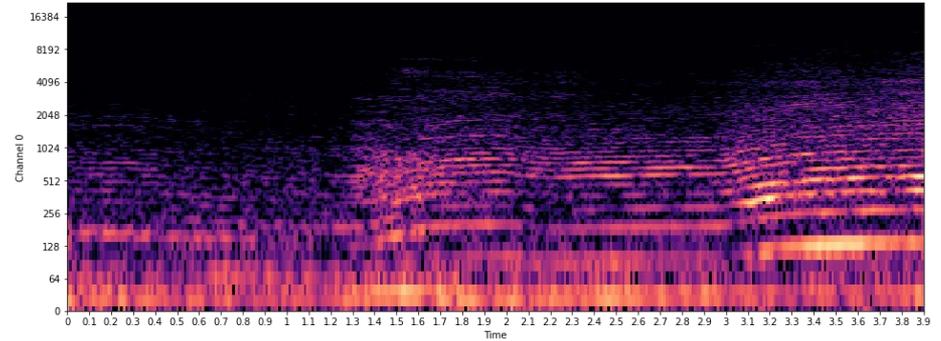
Features



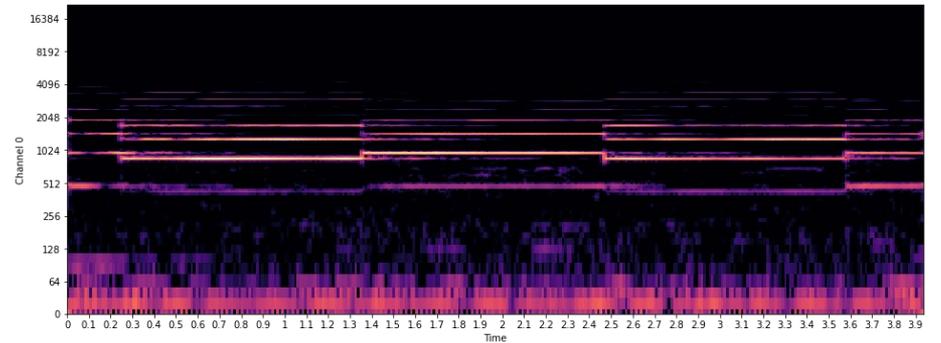
Exemples de spectrogrammes



crissement



2 roues



Sirène

Information technique

Model: "sequential"

Layer (type)	Output Shape	Param #
=====		
batch_normalization (Batch Normalization)	(None, 128, 200, 1)	512
conv2d (Conv2D)	(None, 128, 200, 64)	640
activation (Activation)	(None, 128, 200, 64)	0
batch_normalization_1 (Batch Normalization)	(None, 128, 200, 64)	256
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 64, 100, 64)	0
dropout (Dropout)	(None, 64, 100, 64)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 64, 100, 128)	73856
activation_1 (Activation)	(None, 64, 100, 128)	0
batch_normalization_2 (Batch Normalization)	(None, 64, 100, 128)	512
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 16, 50, 128)	0
dropout_1 (Dropout)	(None, 16, 50, 128)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 16, 50, 128)	147584

activation_2 (Activation)	(None, 16, 50, 128)	0
batch_normalization_3 (Batch Normalization)	(None, 16, 50, 128)	512
max_pooling2d_2 (MaxPooling2D)	(None, 4, 25, 128)	0
dropout_2 (Dropout)	(None, 4, 25, 128)	0
conv2d_3 (Conv2D)	(None, 4, 25, 128)	147584
activation_3 (Activation)	(None, 4, 25, 128)	0
batch_normalization_4 (Batch Normalization)	(None, 4, 25, 128)	512
max_pooling2d_3 (MaxPooling2D)	(None, 1, 12, 128)	0
dropout_3 (Dropout)	(None, 1, 12, 128)	0
permute (Permute)	(None, 12, 1, 128)	0
reshape (Reshape)	(None, 12, 128)	0
gru (GRU)	(None, 12, 32)	15552

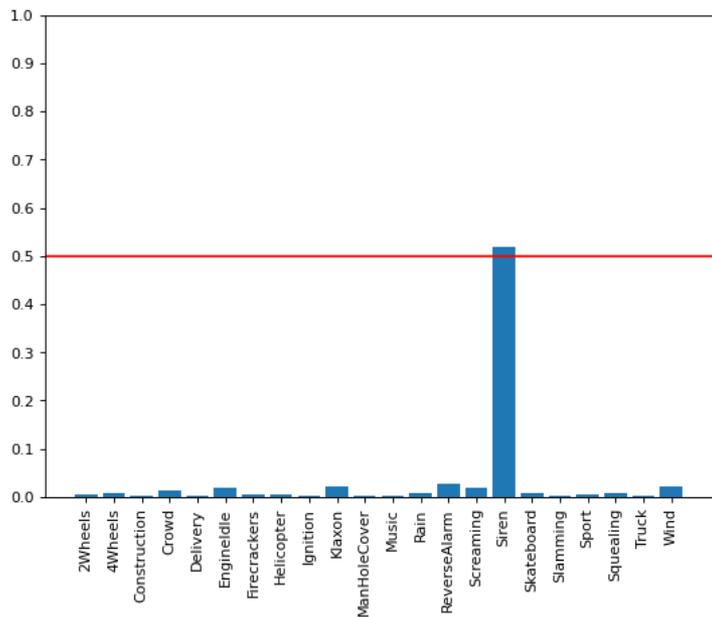
gru_1 (GRU)	(None, 32)	6336
dropout_4 (Dropout)	(None, 32)	0
dense (Dense)	(None, 22)	726
activation_4 (Activation)	(None, 22)	0

=====

Total params: 394,582
 Trainable params: 393,430
 Non-trainable params: 1,152

Utilisation

Cas d'utilisation 1: Reconnaissance d'extraits audio



Cas d'utilisation 2: classement d'un répertoire (durée audio < 4s)

Helicopter	12/10/2020 12:57	Dossier de fichiers
Music	12/10/2020 12:57	Dossier de fichiers
Rain	12/10/2020 12:58	Dossier de fichiers
Screaming	12/10/2020 12:57	Dossier de fichiers
Siren	12/10/2020 12:58	Dossier de fichiers
Skateboard	12/10/2020 12:58	Dossier de fichiers
Slamming	12/10/2020 12:58	Dossier de fichiers

Cas d'utilisation 3: Détails sur les audios présent dans un répertoire

256	D:\Users\Sebastien\Desktop\CLARA\Audiosamples\RAW\Octobre\15-10-2020\09-32-01_15-10-2020.wav	{0: [{"Wind", 0.773710310459137}]}	{0: 'Wind'}
257	D:\Users\Sebastien\Desktop\CLARA\Audiosamples\RAW\Octobre\15-10-2020\09-32-11_15-10-2020.wav	{0: [{"Wind", 0.6505957841873169}]}	{0: 'Wind'}
258	D:\Users\Sebastien\Desktop\CLARA\Audiosamples\RAW\Octobre\15-10-2020\09-32-16_15-10-2020.wav	{0: [{"Wind", 0.7227878570556641}]}	{0: 'Wind'}
259	D:\Users\Sebastien\Desktop\CLARA\Audiosamples\RAW\Octobre\15-10-2020\09-35-26_15-10-2020.wav	{0: [{"Squealing", 0.7679600119590759}]}	{0: 'Squealing'}
260	D:\Users\Sebastien\Desktop\CLARA\Audiosamples\RAW\Octobre\15-10-2020\09-35-31_15-10-2020.wav	{0: [{"4Wheels", 0.371441125869751}]}	{0: '4Wheels'}

Utilisation

Cas d'utilisation 4: Détection en temps réel

- Implémenté dans le Raspberry Pi
 - CRNN , environ 1Go RAM
- Protocole ZMQ
- Sauvegarde de l'audio

Résultat Training Set + Test Set

	2Wheels	4Wheels	Construction	Crowd	Delivery	EngineIdle	Firecrackers	Helicopter	Ignition	Klaxon	ManHoleCover
FN	4	4	6	14	12	26	0	2	16	7	8
FP	4	17	1	14	3	11	0	0	0	3	1
TN	10748	10167	10685	10730	11151	10977	11590	11596	11486	10795	11521
TP	868	1436	932	866	458	610	34	26	122	819	94
Recall	99.5	99.7	99.4	98.4	97.4	95.9	100	92.9	88.4	99.2	92.2
Precision	99.5	98.8	99.9	98.4	99.3	98.2	100	100	100	99.6	98.9
	Music	Rain	ReverseAlarm	Screaming	Siren	Skateboard	Slamming	Sport	Squealing	Truck	Wind
FN	5	0	0	6	0	3	20	6	13	9	2
FP	1	0	0	1	0	4	7	1	0	5	0
TN	11313	11546	11562	10707	11264	11554	10435	11333	10988	10159	11540
TP	305	78	62	910	360	63	1162	284	623	1451	82
Recall	98.4	100	100	99.3	100	95.5	98.3	97.9	98	99.4	97.6
Precision	99.7	100	100	99.9	100	94	99.4	99.6	100	99.7	100

Perspective

- Essai solide et robuste avec des techniques d'amélioration conçues par Acoucité
- Temps important passé pour la labélisation des données sur 1 site
- Temps prévisionnel pour gérer du multi sites et incorporer des nouvelles catégories
- Besoin d'un bon GPU pour les entraînements

- Développer une méthode de quantification de l'efficacité solide
- Développement de la reconnaissance en temps réel liée à la plateforme expérimentale
- Beaucoup de questionnement par rapport à CNIL