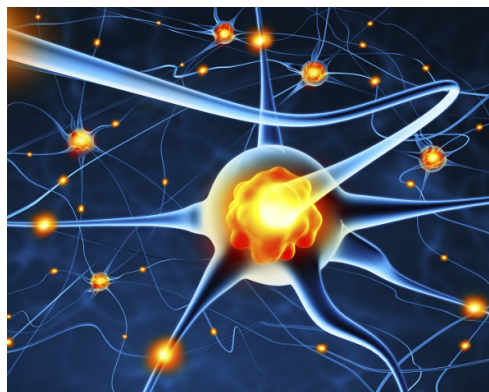


RAPPORT DE STAGE

CLASSIFICATION DES CACHALOTS PAR LEURS CLICS

AREKION Alexis
M1 Informatique
Année universitaire 2019/2020



Université des Antilles
Laboratoire de Mathématiques Informatique et Application (LAMIA)

Table des figures

1.1	Figure 1 Schéma de l'organisation interne du LAMIA : ¹ Apprentissages Interactions Données. ² Data analytics and big data gathering with sensors. ³ Mathématiques (analyse variationnelle, analyse numérique, EDP, analyse statistique, mathématiques discrètes). [Pleaseinsertintopreamble]Membres permanents : Suzy Gaucher-Casalis (MCF), Engueran Grandchamp (MCF-HDR), Jean-Luc Henry (MCF), Jimmy Nagau (MCF), Vincent Pagé(MCF), Helene Paugam Moisy (PR), Sébastien Régis (MCF), Céline Rémi (MCF). .	4
1.2	Fonctionnement d'un neurone seul	6
1.3	réseau de neurones classique en couches	7
1.4	Schéma de la convolution.	8
1.5	Logo de Tensorflow	8
2.1	Signaux bruts	10
2.2	Signal 17000 zoom	11
2.3	Signal 20000 zoom	12
2.4	Signal 571 zoom	13
2.5	Transformé de Fourier du signal 17000	14
2.6	Transformé de Fourier du signal 20000	15
2.7	Transformé de Fourier du signal 571	16
2.8	Spectrogramme 2D du signal 17000	17
2.9	Spectrogramme 2D du signal 20000	18
2.10	Spectrogramme 2D du signal 571	19
2.11	Spectrogramme 3D du signal 17000	19
2.12	Spectrogramme 3D du signal 20000	19
2.13	Spectrogramme 3D du signal 571	20
3.1	Nous avons ici un exemple de code exécuté avec colab.	22
4.1	Architecture scale-free	23

Table des matières

1	Introduction	3
1.1	Présentation de la structure d'accueil	3
1.1.1	L'Université des Antilles	3
1.1.2	Le laboratoire LAMIA	4
1.1.3	Le groupe Spiketrain	5
1.2	Contexte du stage	5
1.2.1	Le Challenge : Classifier les Cachalots	5
1.2.2	Etat des lieux a mon arrivé	5
1.2.3	Les réseaux de neurones	5
1.2.4	Réseau de neurones classique	6
1.2.5	Réseau de neurones convolutifs	7
2	Analyse et traitement des données	9
2.1	Les signaux	9
2.1.1	Signaux Bruts	9
2.1.2	Le zoom	9
2.1.3	Transformé de Fourier	9
2.1.4	Spectrogrammes	9
2.2	Traitement du signal	11
2.2.1	Filtre passe haut	11
2.2.2	Mise à l'échelle	11
2.3	Data augmentation	11
2.3.1	Intérêt théorique	11
2.3.2	Rajout de bruit blanc	11
2.3.3	Simulation de distance	11
2.4	Les Pipelines	11
2.5	Les PDF (Fiches d'analyse)	11
3	Le travail à distance	21
3.1	Organisation du travail à distance	21
3.2	Outils utilisés	21
3.2.1	Présentation de GitHub	21
3.2.2	Présentation de Google Colab	21
3.2.3	Présentation de LaTeX	22
4	Conclusion	23
4.1	Conclusion de l'étude	23
4.2	Perspectives	23
4.2.1	24
4.3	Les apports du stage	24
4.3.1	les apports generaux	24
4.3.2	les apports personnels	24

Chapitre 1

Introduction

1.1 Présentation de la structure d'accueil

Durant la période de mon stage , j'ai été accueilli au **Laboratoire de Mathématiques Informatique et Application (LAMIA)** de l'Université des Antilles (UA).

Pour présenter cette structure, il me faut tout d'abord présenter l'Université à laquelle il est rattaché.

1.1.1 L'Université des Antilles

Bien que ce soit l'Université dans laquelle j'ai fait toutes mes études, voici quelques chiffres que je ne connaissais pas et qui donnent la mesure de sa taille :

L'Université des Antilles s'organise autour deux pôles universitaires régionaux autonomes : le « Pôle Guadeloupe » et le « Pôle Martinique ».

Sur ces pôles, l'Université assure des missions d'*enseignement* et de *recherche*, assistées par des *administratifs et des techniciens*.

Administration et personnel technique

L'UA emploie 414 Administratifs et Techniciens (environ 200 personnes pour l'administration centrale et 100 répartis sur chaque pôle)

Enseignements

L'UA délivre des diplomes de la licence au doctorat dans de nombreux domaines. Au total, cela représente :

- 484 enseignants-chercheurs (environ 240 pour chaque pôle)
- 12 000 étudiants (environ 7000 pour la Guadeloupe , 5000 pour la Martinique)

Pour l'informatique, cela représente : - autour de 20 enseignants-chercheurs - autour de 120 étudiants

Recherche

La recherche est structurée en laboratoires auxquels sont rattachés les enseignants chercheurs qui peuvent former de futurs chercheurs : les doctorants.

L'Université compte ainsi au total :

- 17 laboratoires
- 320 doctorants

Pour ma part, comme signalé précédemment, j'ai effectué mon stage dans le laboratoire LAMIA que je vais maintenant présenter.

1.1.2 Le laboratoire LAMIA

Le **Laboratoire de Mathématiques Informatique et Application (LAMIA)**, comme son nom l'indique, se concentre sur les recherches en informatique et mathématiques.

Il compte une soixantaine de membres (Professeurs des Universités, Maîtres de Conférences, ATER, Doctorants) répartis sur deux pôles (Guadeloupe et Martinique) au sein de trois équipes internes :

- Equipe **Mathématiques** (analyse variationnelle, analyse numérique, EDP, analyse statistique, mathématiques discrètes) ;
- Equipe Informatique **DANAIS** : Data analytics and big data gathering with sensors ;
- Equipe Informatique **AID** : Apprentissages Interactions Données ;

De plus, le LAMIA accueille en son sein un groupe de chercheurs associés travaillant en Epidémiologie clinique et médecine.

L'équipe avec laquelle il m'a été donné de travailler principalement est celle d'**Apprentissages Interactions Données** qui développe des méthodes de traitements et d'analyse de données hétérogènes : images (classique, multi-spectrale), séquences vidéos, séries temporelles et spatio-temporelles, dont la responsable est **Mme. Hélène Paugam-Moisy**.

Indépendamment de ces équipes, les travaux de recherche du laboratoire se répartissent en **projets** qui peuvent réunir des membres de plusieurs équipes en **groupes de travail**. Mon stage était en fait plus attaché à un projet et un groupe de travail qu'à une équipe.

Ce projet est nommé de façon informelle projet "**Spikes**" et concerne l'utilisation de **réseaux de neurones impulsifs** pour l'apprentissage automatique (ces notions seront définies plus loin). Le groupe de travail associé réunit à l'heure actuelle :

- 1 Professeur des Universités
- 2 MCF avec HDR
- 3 MCF
- 1 ingénieur d'études.

C'est avec ces personnes que j'ai travaillé tout au long du stage et mes tuteurs de stage étaient **M. Vincent PAGÉ** et **M. Manuel CLERGUE**.

Ci dessous, un schéma présentant la structure du laboratoire mon rattachement à cette structure. (L'équipe de travail **Spikestrain** étant informelle, elle ne figure pas sur ce schéma.)

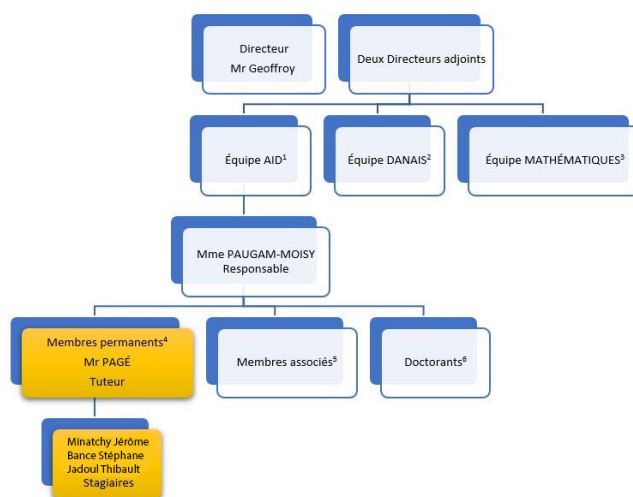


FIGURE 1.1 – Figure 1 Schéma de l'organisation interne du LAMIA : ¹Apprentissages Interactions Données. ²Data analytics and big data gathering with sensors. ³Mathématiques (analyse variationnelle, analyse numérique, EDP, analyse statistique, mathématiques discrètes). ⁴Membres permanents : Suzy Gaucher-Casalis (MCF), Enguerran Grandchamp (MCF-HDR), Jean-Luc Henry (MCF), Jimmy Nagau (MCF), Vincent Pagé(MCF), Helene Paugam Moisy (PR), Sébastien Régis (MCF), Céline Rémi (MCF).

La prochaine section sera consacrée à la présentation de la thématique de recherche du groupe “Spikes” et de mon stage.

1.1.3 Le groupe Spiketrain

Le groupe **SpikeTrain** s'intéresse aux techniques d'**Intelligence Artificielle**, plus spécifiquement à l'**apprentissage automatique** dont l'objectif est de créer des programmes capable d'apprendre à partir de bases d'exemples.

Actuellement, parmi les techniques permettant l'apprentissage automatique, une se démarque et est très populaire : les **réseaux de neurones artificiels**, notamment dans leur version *profonde* qui sont très utilisés par exemple par **Facebook**TM pour sa **reconnaissance faciale** ou encore par **Google**TM pour ses **robots** qui apprennent par **répétitions** à jouer (échecs, Go).

1.2 Contexte du stage

1.2.1 Le Challenge : Classifier les Cachalots

Le challenge "Dyini Odontocete Click Classification, 10 species [DOCC10] by Universite de Toulon" (<https://challengedata.ens.fr/challenges/32>) consistait simplement à réaliser un classifieur qui classe les cachalots en une dizaine d'espèces à partir de leurs "Clics" pour cela nous avions à disposition une base d'apprentissage labélisée ainsi qu'une base de test non labélisée sur laquelle nous pouvions évaluer les performances réelles de nos classifieurs. Pour cela nous labélisons les exemples de la base de test puis envoyions nos prédictions sur le site du challenge qui nous renvoyait nos performances ainsi qu'un classement des performances de tous les participants.

Les deux bases sont constituées d'enregistrements audios des clics des différentes espèces de cachalots que je présenterais plus en détail dans la partie analyse des données.

1.2.2 Etat des lieux à mon arrivé

Quand j'ai commencé mon stage mes tuteurs avaient déjà commencé le challenge depuis un moment déjà c'est pourquoi j'ai dû dans un premier temps me mettre à jours sur le challenge et ce qu'ils avaient fait.

De plus ceux-ci rencontraient un problème récurrent qui était une grande disparité dans leurs résultats sur la base labélisée et leurs résultats sur la base non labélisée. C'est entre autre pour cette raison que j'ai été chargé de m'occuper de l'analyse des données

1.2.3 Les réseaux de neurones

La plupart de mes connaissances sur le sujet vient des présentations que m'ont faites les membres du groupe **SpikeTrain**, ainsi que d'un livre, co-écrit par le Pr. Paugam Moisy [?]. En voici donc un rapide résumé.

Neurone artificiel

Tout d'abord avant de parler de réseaux de neurone il serait de bon ton d'expliquer le principe du neurone artificiel.

Un neurone artificiel est pourvu d'un certain nombre d'**entrées**. Dans le cas des neurones classiques, ces entrées sont des nombres réels. Le neurone calculera, en fonction de ces entrées, une unique valeur en **sortie**. Détaillons la façon dont ces calculs sont effectués :

Chacune de ces entrées circule sur une connection, laquelle est caractérisée par un **poids** qui définit l'importance de l'entrée pour le neurone.

Le neurone calcule dans un premier temps la somme de ses entrées, pondérée par leurs poids respectifs, à laquelle vient s'ajouter un **biais** spécifique à chaque neurone (cf. equation 1.1).

$$y = \sum_i^n w_i \times x_i + b \quad (1.1)$$

Le résultat de cette somme passe alors dans une **fonction d'activation** qui permet d'introduire une non-linéarité dans les calculs. La sortie s du neurone est donc calculée conformément à l'équation 1.2

$$s = f\left(\sum_{n=0}^{n_x} x_n w_n + b\right) \quad (1.2)$$

Un schéma reprenant ces explications est présenté dans la figure ?? :

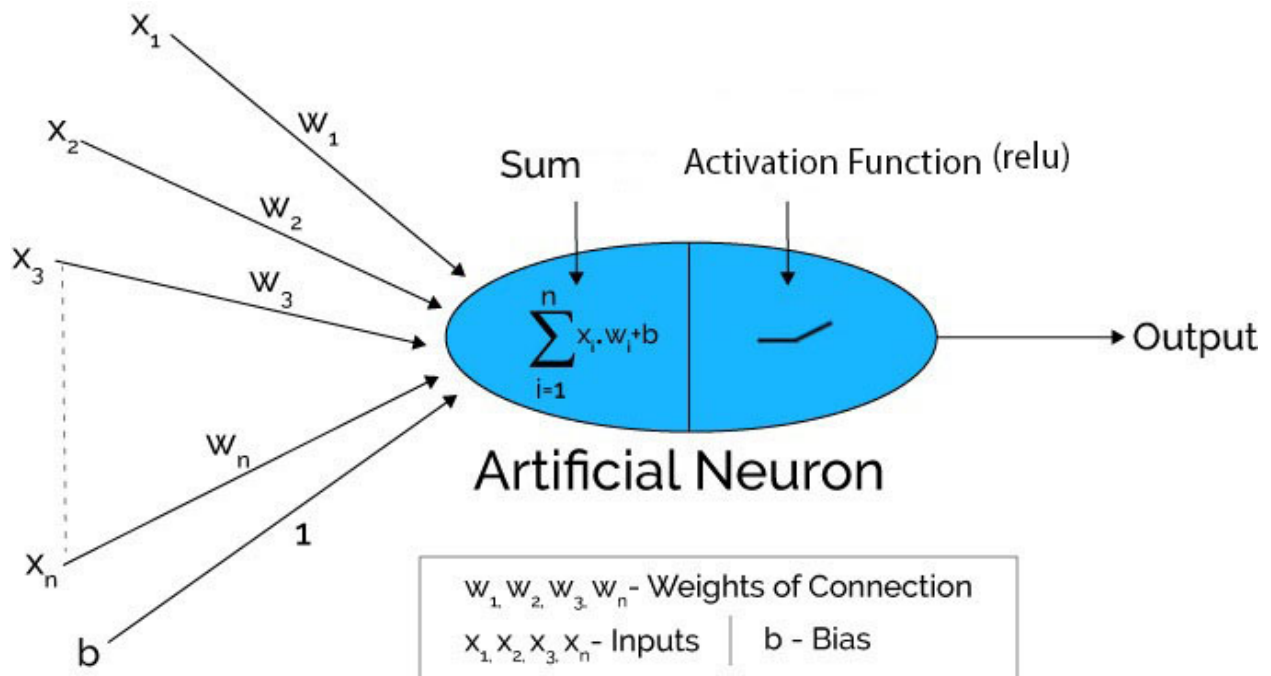


FIGURE 1.2 – Fonctionnement d'un neurone seul

Notre apprentissage se fera en modifiant les poids de ses différentes connexions (et le biais) de façon à obtenir une sortie proche de celle voulue.

1.2.4 Réseau de neurones classique

Les neurones présentés précédemment prennent tout leur intérêt lorsqu'ils sont utilisés en groupes, dans des **réseaux de neurones**.

Le premier de ces réseaux, encore utilisé de nos jours, est appelé **perceptron**. Le principe du perceptron n'est pas nouveau et date des années 1960.

Dans ces réseaux, les neurones sont organisés en **couches**. La première couche correspond à celle qui permettra d'introduire des informations dans le réseau (comme la rétine par exemple). Elle est nommée **couche d'entrée**. La dernière couche permettra de lire les décisions du réseau. Elle est appelée **couche de sortie**. Dans les applications classiques, à chaque neurone de la couche de sortie correspond une décision possible et le neurone qui est le plus activé sur la couche de sortie l'emporte. Entre ces couches, on trouve souvent un nombre variable de couches intermédiaires appelées **couches cachées**.

Entre deux couches, on établit le plus souvent un schéma de connexion que nous pouvons qualifier de *full connected*, c-à-d que chaque neurone d'une couche est connecté avec chaque neurone de la couche suivante. Nous allons encore une fois, pour le bien de ce rapport, ne pas épiloguer sur les autres types de connexions existantes.

Nous allons, pour cette partie encore, utiliser une figure (1.3) pour illustrer nos propos :

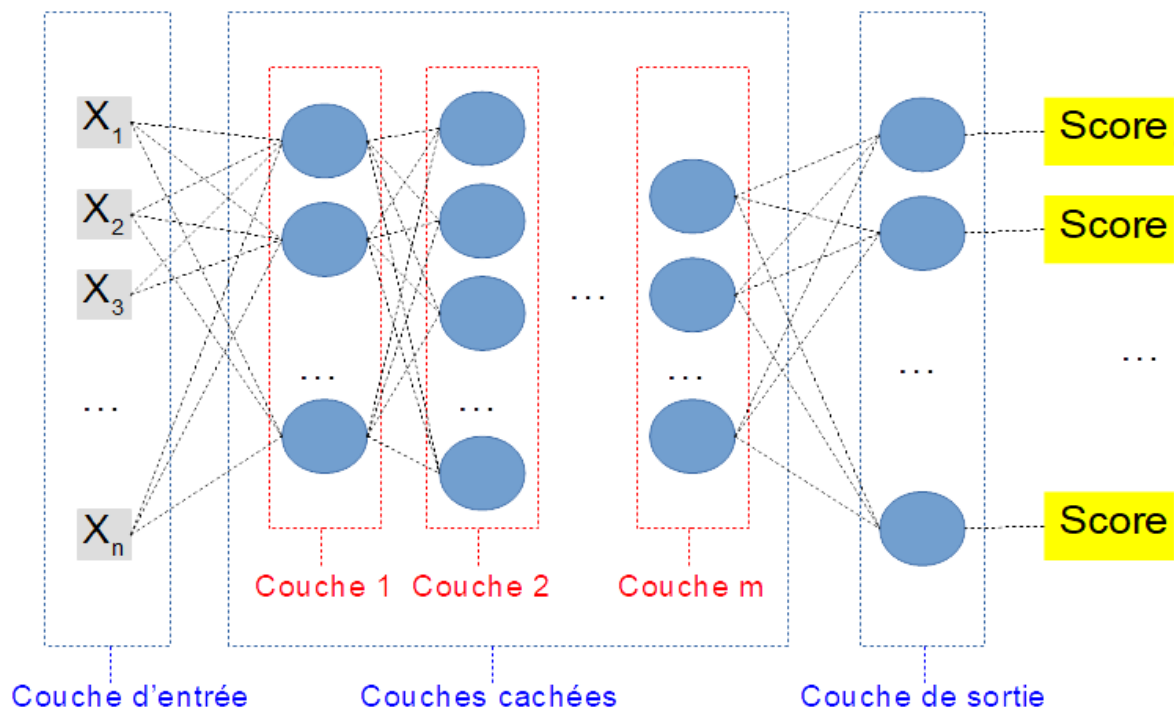


FIGURE 1.3 – réseau de neurones classique en couches

1.2.5 Réseau de neurones convolutifs

le réseau de neurones convolutifs est un type de réseau de neurones inspiré par le cortex cérébral des animaux. Il possède de larges application dans la reconnaissance d'image, de vidéo et de son.

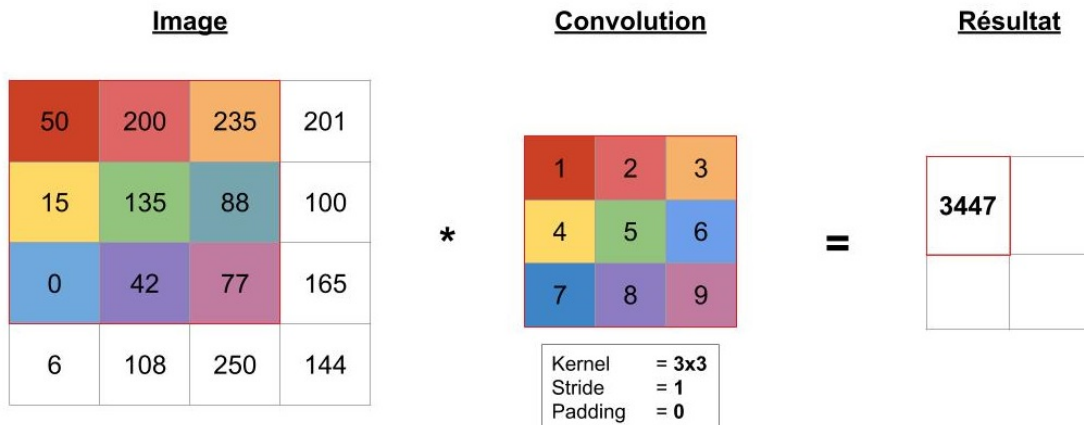
Ce réseau se présente comme un réseau classique, une couche d'entrée, une couche de sortie et des couches cachées. Ces couches cachées possèdent des couches **convolutives** pour lesquelles chaque neurone va appliquer un filtre convolutif sur une partie de l'image en entrée afin d'analyser toute l'image (voir figure 1.4).

Ces neurones ont souvent une fonction d'activation *relu* qui borne l'activation du neurone à 0. Ce sont donc des neurones dont l'activation ne peut être que positive.

Les réseaux convolutifs possèdent aussi des couches de **pooling**. Le **pooling** est une opération simple qui consiste à remplacer une zone de pixels (généralement 2×2 ou 3×3) par une valeur unique (généralement le max ou la moyenne). De cette manière, l'image diminue en taille et se retrouve simplifiée (lissée).

L'intérêt majeur des réseaux convolutifs est qu'ils permettent de réaliser une invariance de translation : un motif appris sur une zone de l'image sera reconnue quelque soit sa position dans l'image.

TensorFlow



Pour calculer, on fait :
pixel1 de l'image x pixel1 de la convolution + pixel2 de l'image x pixel2 de la convolution + ...

Ici, cela donne : $50 \cdot 1 + 200 \cdot 2 + 235 \cdot 3 + 15 \cdot 4 + 135 \cdot 5 + 88 \cdot 6 + 0 \cdot 7 + 42 \cdot 8 + 77 \cdot 9 = 3447$

FIGURE 1.4 – L'image d'entrée est découpée en *patches* sur lesquels est appliqué un filtre de convolution. La sortie de ce filtre appliqué à chacun des patches donne la couche de sortie de la couche convolutive (appelée carte ou map). La convolution est paramétrée par : le *kernel* (la forme du patch), le *stride* (le déplacement du filtre) et le *padding* (la façon dont les bords de l'image vont être traités).



FIGURE 1.5 – Logo de Tensorflow

TensorFlow est un framework open source, multiplateforme d'apprentissage automatique développé par Google Brain, en Python et en C++. Sa première version est publiée par Google le 9 novembre 2015. L'intérêt de ce framework est de limiter les coûts de développement des solutions à base de réseaux de neurones, en réunissant des fonctionnalités permettant, en quelques lignes de code de construire des réseaux complexes. Tensorflow permet donc de simplifier beaucoup de choses dans le domaine de l'apprentissage automatique. Son autre intérêt est de fournir des interfaces pour pouvoir exécuter les calculs sur des accélérateurs graphiques et surtout de les prendre en charge de façon complètement transparente pour les utilisateurs. Les gains de vitesse peuvent atteindre ainsi un facteur 10 quand le même modèle est exécuté sur une carte graphique.

Présentation du plan du rapport

Chapitre 2

Analyse et traitement des données

2.1 Les signaux

Afin d'améliorer la lisibilité des chapitres suivant nous prendrons 3 signaux (le n°17000 et le n°20000 de la base labélisée ainsi que le n°571 de la base non labélisée) que nous observerons sous diverses formes puis sur lesquels nous effectuerons un certain nombre de traitements

2.1.1 Signaux Bruts

Dans un premier temps on commence par observer les signaux sans traitements sous différentes formes. D'abord de manière brute :

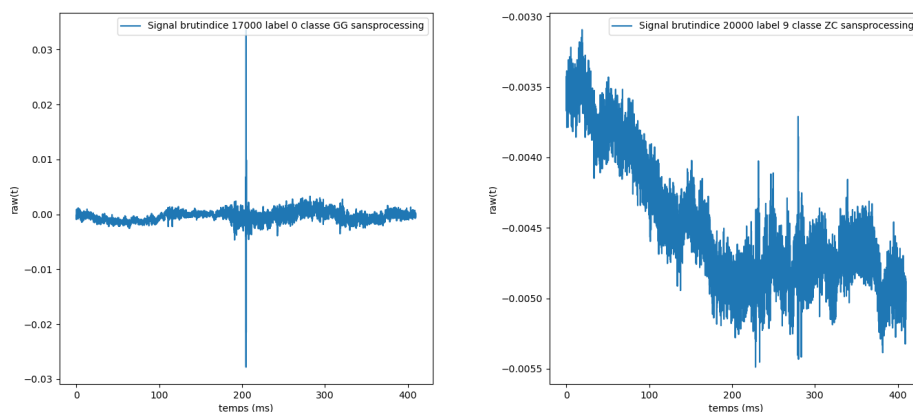


FIGURE 2.1 – Signaux bruts

On constate plusieurs choses tout d'abord il semble il y avoir une certaine disparité entre les signaux certains étant beaucoup plus bruités que d'autres. De plus contrairement à ce que l'on pouvait penser le clic n'est pas toujours facile à distinguer et celui-ci n'est pas non plus toujours bien centré. Pour affiner notre analyse il paraît pertinent de commencer par zoomer sur ce clic. Pour cela il va donc falloir commencer par trouver un moyen d'isoler le clic

2.1.2 Le zoom

On constate plusieurs choses tout d'abord l'efficacité du zoom semble corréler à la qualité du signal de départ, de plus les "bons clics" semblent se situer aux alentours de 200 ms même si leur intensité semble variable. De plus sous cette forme nos observations semblent quand même limitées. On va donc commencer par les observer sous d'autres formes puis on cherchera à améliorer la qualité de nos signaux

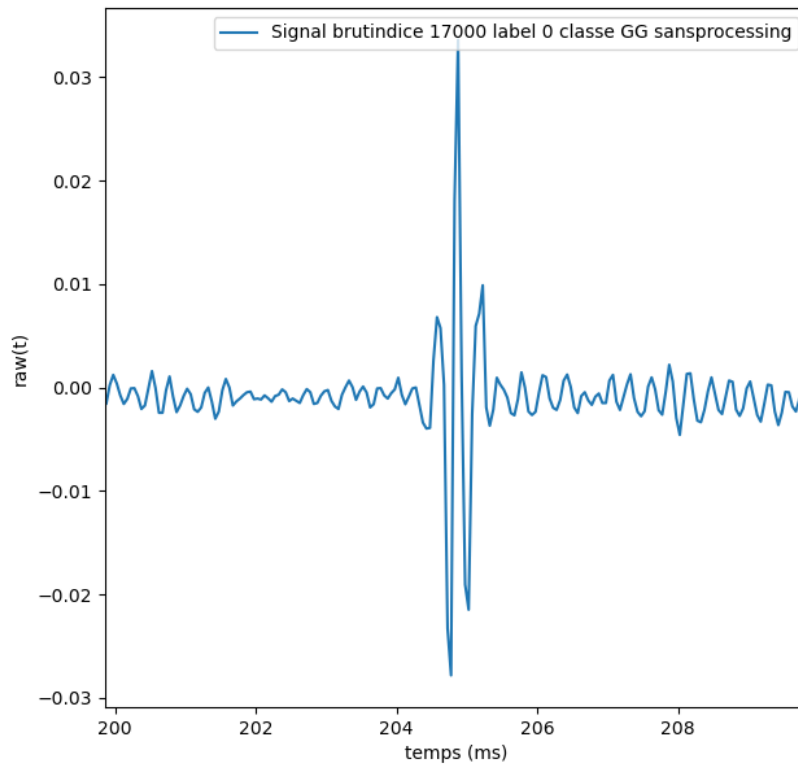


FIGURE 2.2 – Signal 17000 zoom

via diverses techniques. Etant donné la nature de nos données observer leurs spectrogrammes semble être le plus pertinent.

2.1.3 Transformé de Fourier

2.1.4 Spectrogrammes

On commence tout d'abord par observer leurs Spectrogrammes en 2D :
Puis les Spectrogrammes 3D :

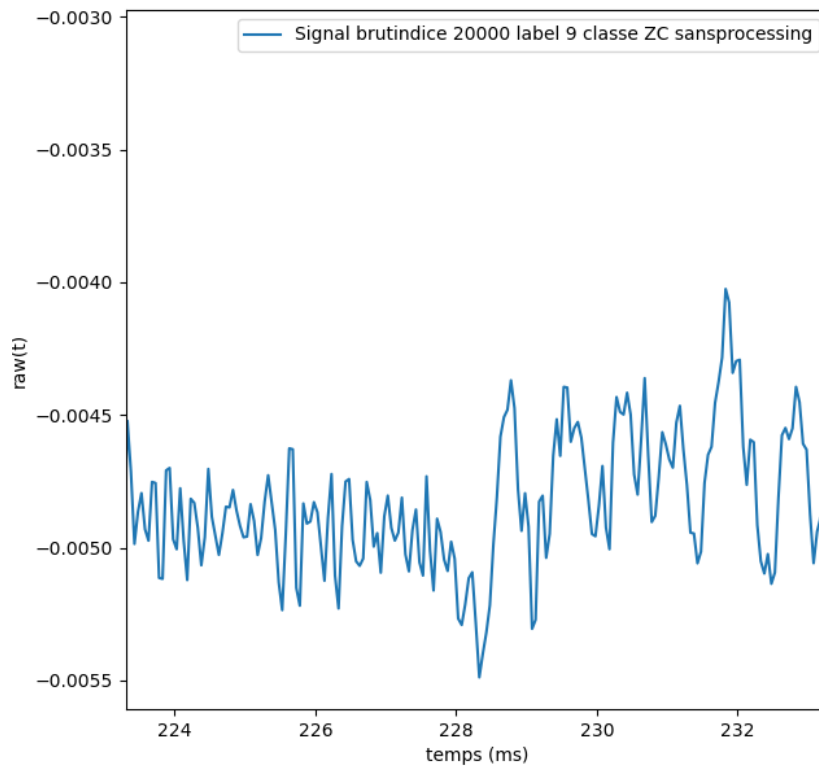


FIGURE 2.3 – Signal 20000 zoom

2.2 Traitement du signal

2.2.1 Filtre passe haut

2.2.2 Mise à l'échelle

2.3 Data augmentation

2.3.1 Intérêt théorique

2.3.2 Rajout de bruit blanc

2.3.3 Simulation de distance

2.4 Les Pipelines

2.5 Les PDF (Fiches d'analyse)

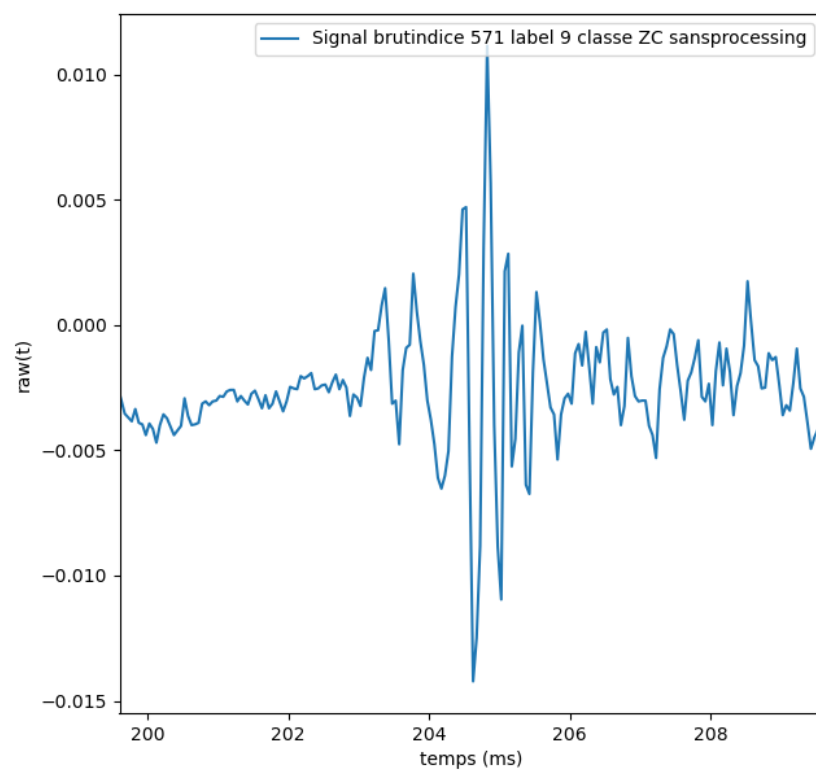


FIGURE 2.4 – Signal 571 zoom

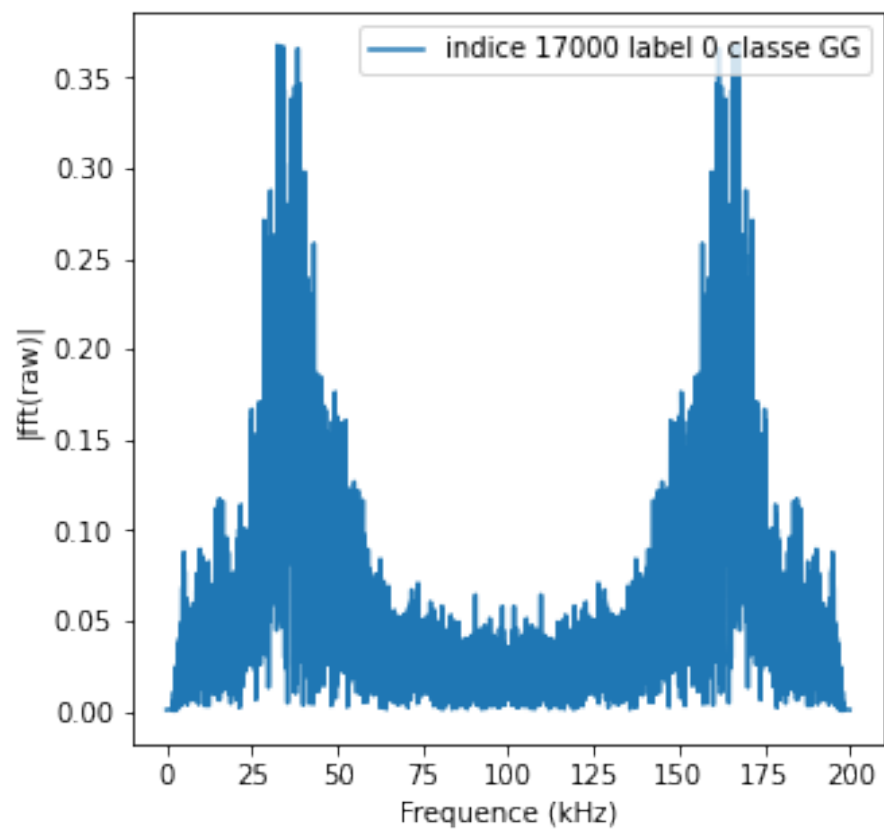


FIGURE 2.5 – Transformé de Fourier du signal 17000

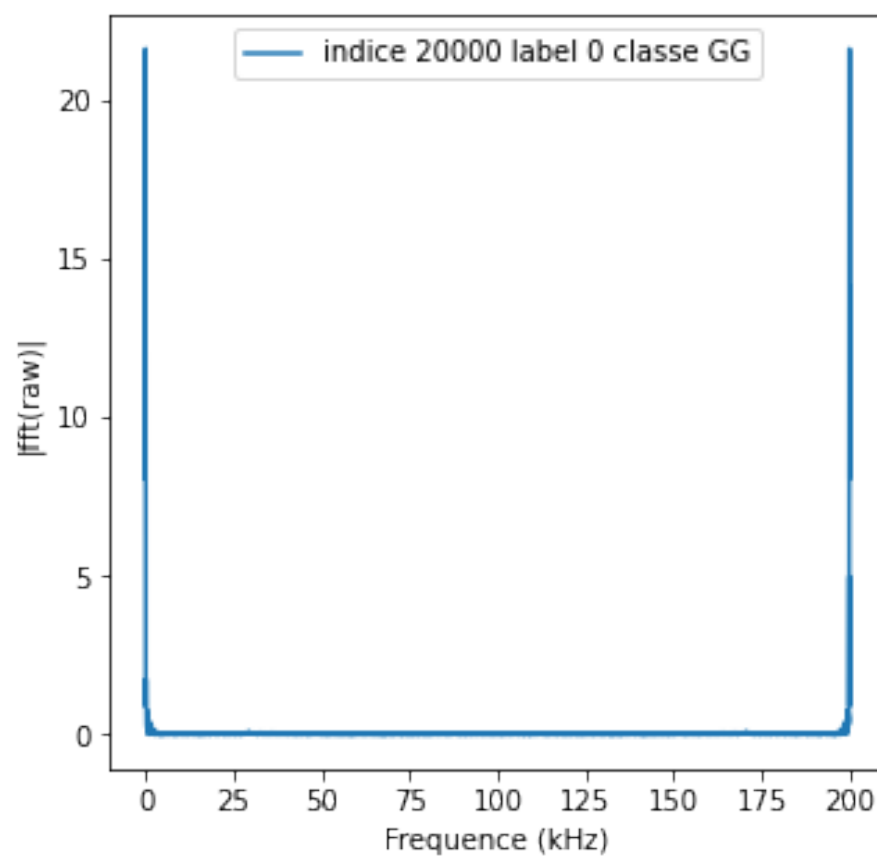


FIGURE 2.6 – Transformé de Fourier du signal 20000

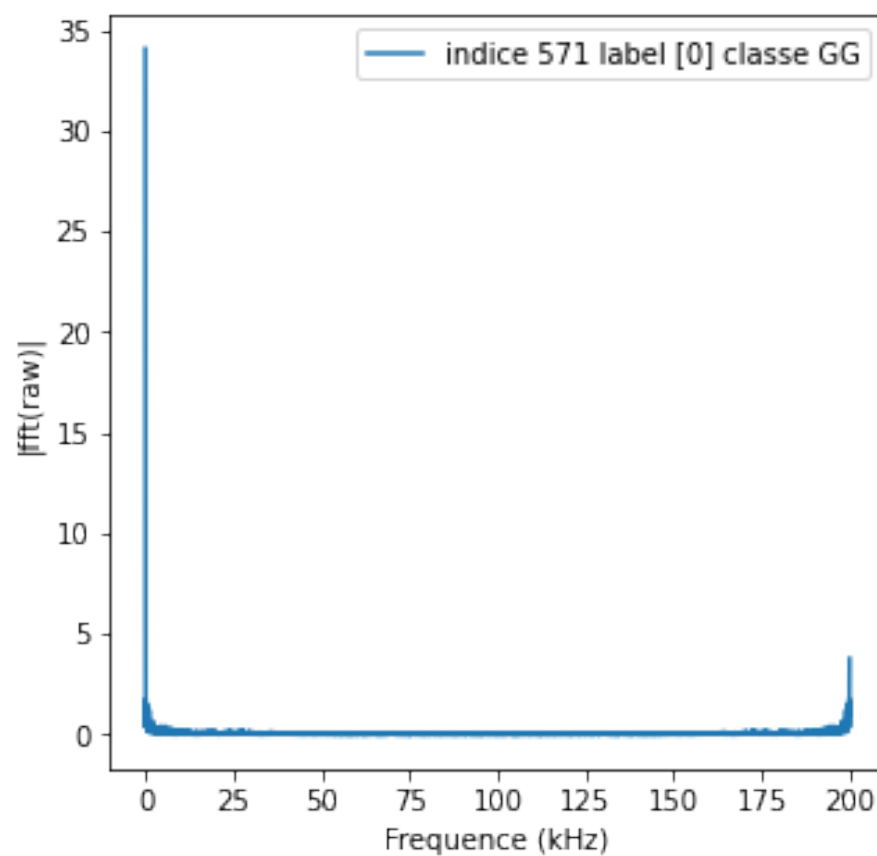


FIGURE 2.7 – Transformé de Fourier du signal 571

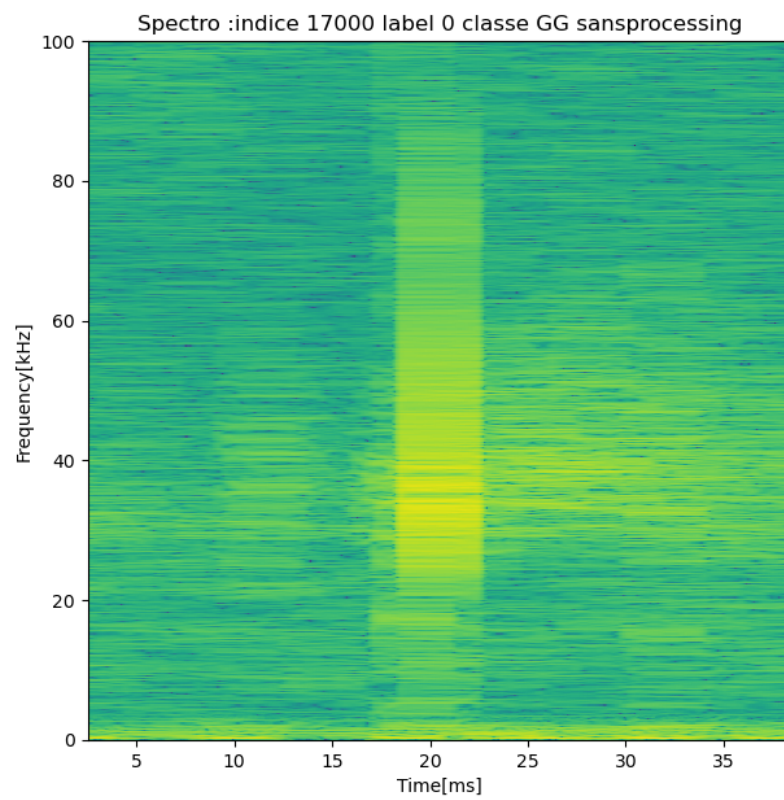


FIGURE 2.8 – Spectrogramme 2D du signal 17000

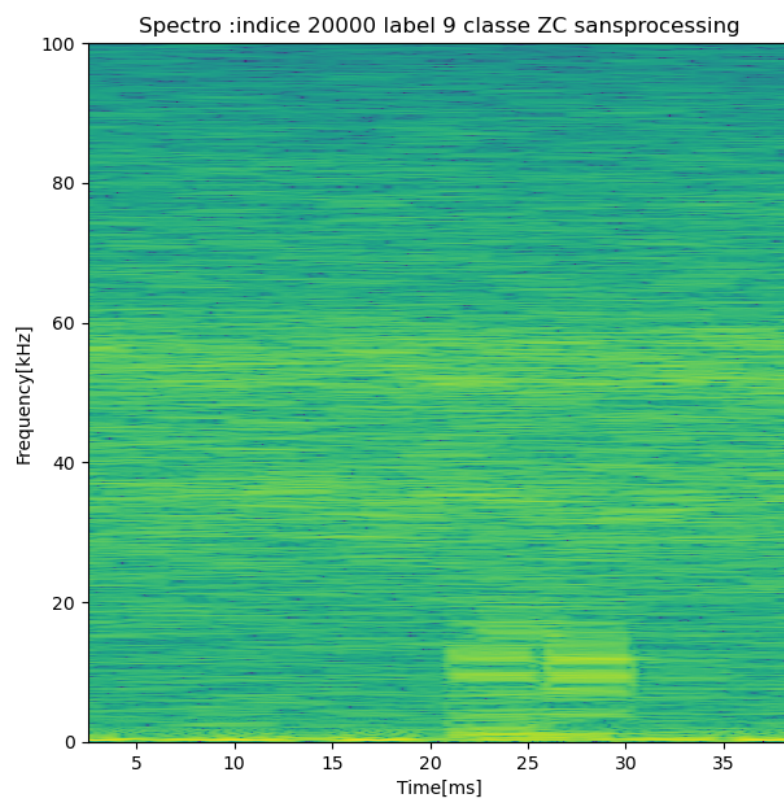


FIGURE 2.9 – Spectrogramme 2D du signal 20000

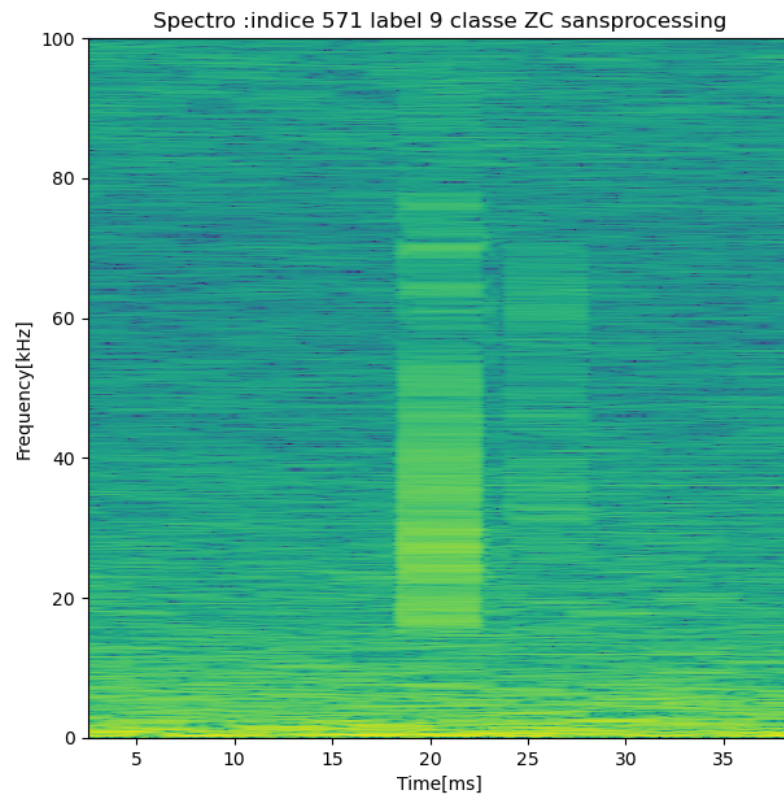


FIGURE 2.10 – Spectrogramme 2D du signal 571

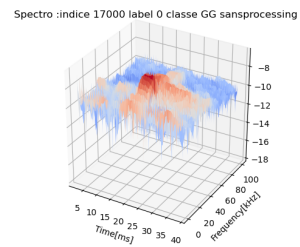


FIGURE 2.11 – Spectrogramme 3D du signal 17000

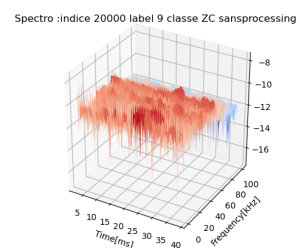


FIGURE 2.12 – Spectrogramme 3D du signal 20000

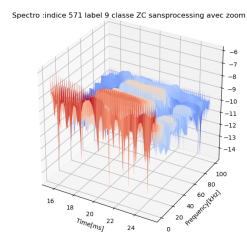


FIGURE 2.13 – Spectrogramme 3D du signal 571

Chapitre 3

Le travail à distance

3.1 Organisation du travail à distance

Comme vous le savez certainement durant cette année 2020 nous avons été touchés par la crise du coronavirus qui nous a conduit à être confinés nous forçant à travailler uniquement à distance.

Ces circonstances très particulières ont grandement affecté notre travail particulièrement au début ou nous avons dû régler de nombreux problèmes techniques et organisationnels. Cependant en nous forçant à nous adapter à ces nouvelles conditions, cette crise nous a permis de grandement augmenter nos compétences en "télétravail".

Ainsi malgré des débuts léthargiques nous avons mis en place une "routine de travail" qui était la suivante : -Des visio-conférences quotidiennes nous permettant d'organiser et de synchroniser notre travail -Un groupe whatsapp dédié à mon stage afin de communiquer le plus efficacement possible -Un Github privé dédié afin de partager l'ensemble du projet -Un partage régulier de google collab via google drive

3.2 Outils utilisés

3.2.1 Présentation de GitHub



Nous pouvons définir GitHub comme une plateforme de développement de projet informatique en groupe. Elle simplifie grandement le développement de projets. Elle permet de versionner ses programmes et d'y apporter des modifications en temps réel à plusieurs.

Pourquoi Github

Car cela permet une certaine synergie avec nos autres outils que nous verrons plus tard. Cette plateforme permet une facilité de développement de par sa fonctionnalité de versionnage de notre code à chaque changement ce qui permet une mise à jour dynamique ainsi qu'une relative facilité à retourner à un état antérieur de notre programme ce qui permet une facilité de débogage. Nous pouvons d'ailleurs dire que ce rapport est entreposé sur Github et qu'il peut être récupéré facilement. Cette plateforme est aussi très connue dans le monde de la programmation ce qui sera utile pour notre future profession.

3.2.2 Présentation de Google Colab

Colab peut-être défini comme étant une plateforme d'exécution pour notre code il permet du fait que ce soit la puissance de calcul d'ordinateur gérée par Google une vitesse d'exécution ainsi qu'une vitesse



de téléchargement de base de données supérieur à celle qui nous est disponible en local.

Pourquoi Colab

En premier lieu pour la faciliter d'exécution du code car ce n'est pas en local ce qui permet une exécution quasi immédiate du code sans aucune installation. Il est aussi facile de mettre sur github du code produit avec colab car c'est deux plateforme sont liées. Il permet de par l'utilisation du format Jupyter de mélanger code et texte (peu aussi comporter des images) dans notre notebook.

Voilà un exemple d'exécution avec colab :

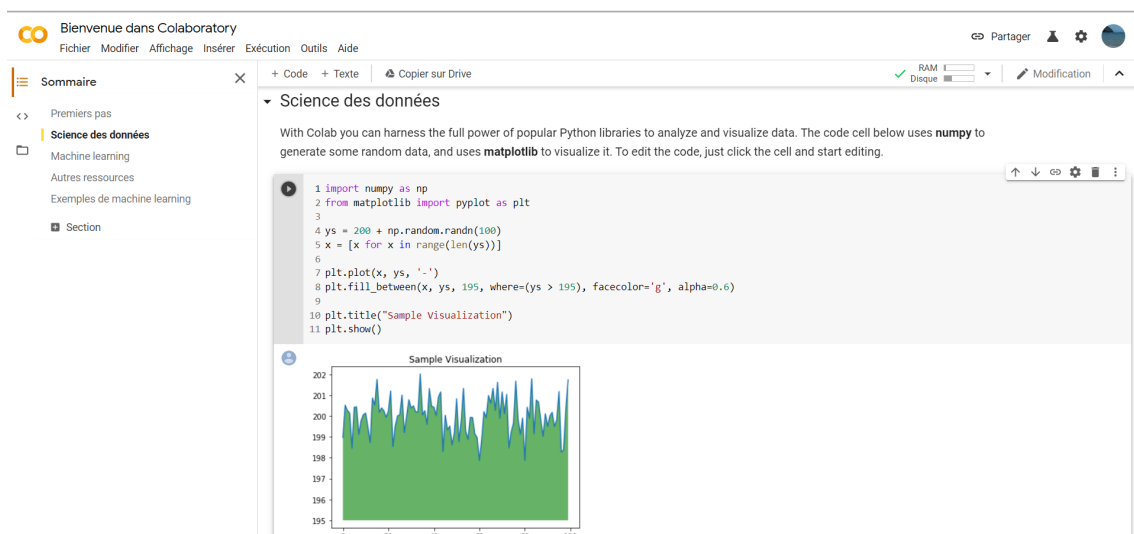


FIGURE 3.1 – Nous avons ici un exemple de code exécuté avec colab.

3.2.3 Présentation de LaTeX

L^AT_EX

Nous pouvons dire que LaTeX est un langage de traitement de texte tel que le markdown qui permet de mettre en forme notre texte de manière scientifique cela veut dire que. LaTeX permet une faciliter d'écriture des équations et de toutes les écriture mathématiques. Permet de par ses nombreux package une quasi-infinité de possibilités.

Chapitre 4

Conclusion

4.1 Conclusion de l'étude

Nous avons tout d'abord vu avec notre modèle de simulation qu'il fallait tout d'abord limité l'influence de l'aléatoire de notre simulations

4.2 Perspectives

Nous avons envisagé de changer la **topologie**¹. Pour passer à une topologie dite **scalefree**. Qui est justement celle utilisé dans l'article d'origine. Cette architecture ressemble à ça :



FIGURE 4.1 – Architecture scale-free

1. Topologie : Tel que la topologie d'un graffe il s'agit de la façon dont sont connecté nos neurones entre eux.

4.2.1

Nous pouvons interpréter tout le réseau comme un utilisateur et cet entretien comme le temps qu'il accorde à la rumeur.

Cela permettrait

4.3 Les apports du stage

4.3.1 les apports generaux

Grâce à ce stage les chercheurs du laboratoire auront une idée plus précise de la diffusion d'un echo dans un réservoir et comment y créer un entretien ce qui sera utile pour leurs futures expériences. Cela permettra de mieux appréhender certains problèmes.

4.3.2 les apports personels

Comme dit pendant mon introduction, avant ce stage je n'avais aucune connaissance des réseaux de neurones, ce stage m'a donc permis de m'ouvrir a ce nouveau sujet passionnant, et m'a permis d'obtenir des compétence nécessaire à mon cursus universitaire. Il m'a permis d'affiné mes méthodes de travail grâce à l'apprentissage de l'utilisation de GitHub et Colab. J'ai amélioré ma rédaction grace à l'approfondissement du LaTeX. Il m'a permis d'affiner mon analyse de par l'analyse de mes résultats.