

Analyse de la vibration des cordes vocales à partir d'acquisitions en échographie translaryngée et d'enregistrements vocaux.

Projet VOCALISE : Non-invasive longitudinal analysis of VOCAL fold function based on simultaneous translaryngeal ultraSound and voicE acquisitions



Objectif du projet

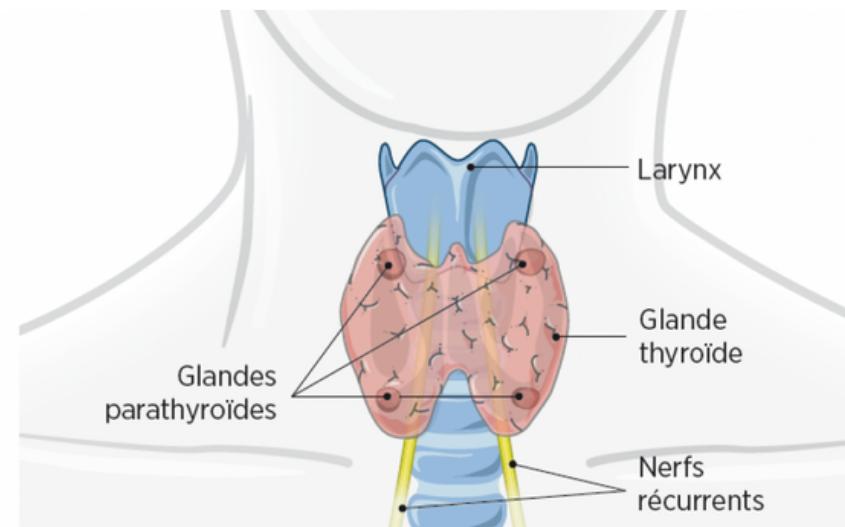
Etude du mouvement et de la vibration des cordes vocales par échographie pour permettre un suivi longitudinal de la rééducation par orthophonie de patients atteints d'une paralysie des cordes vocales, à la suite de la lésion d'un des nerfs récurrents

Opération thyroïde/parathyroïde

50 000 patients/an

Risque de lésion des nerfs récurrents (<5% des cas)

-> Troubles déglutition, dyspnée, dysphonie



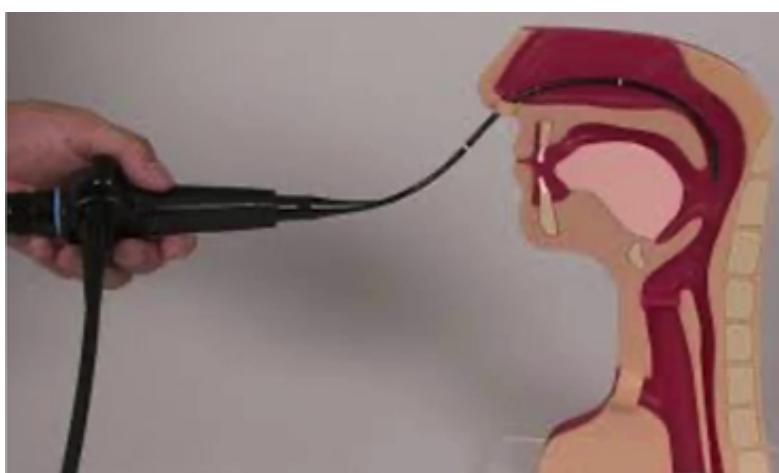
Alternative non-invasive :

Échographie translaryngée dynamique



Détection des lésions

Laryngoscopie avant et après opération



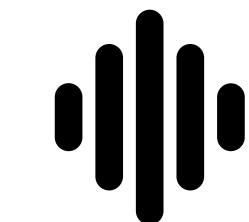
+ Enregistrement vocal simultané



Objectif :



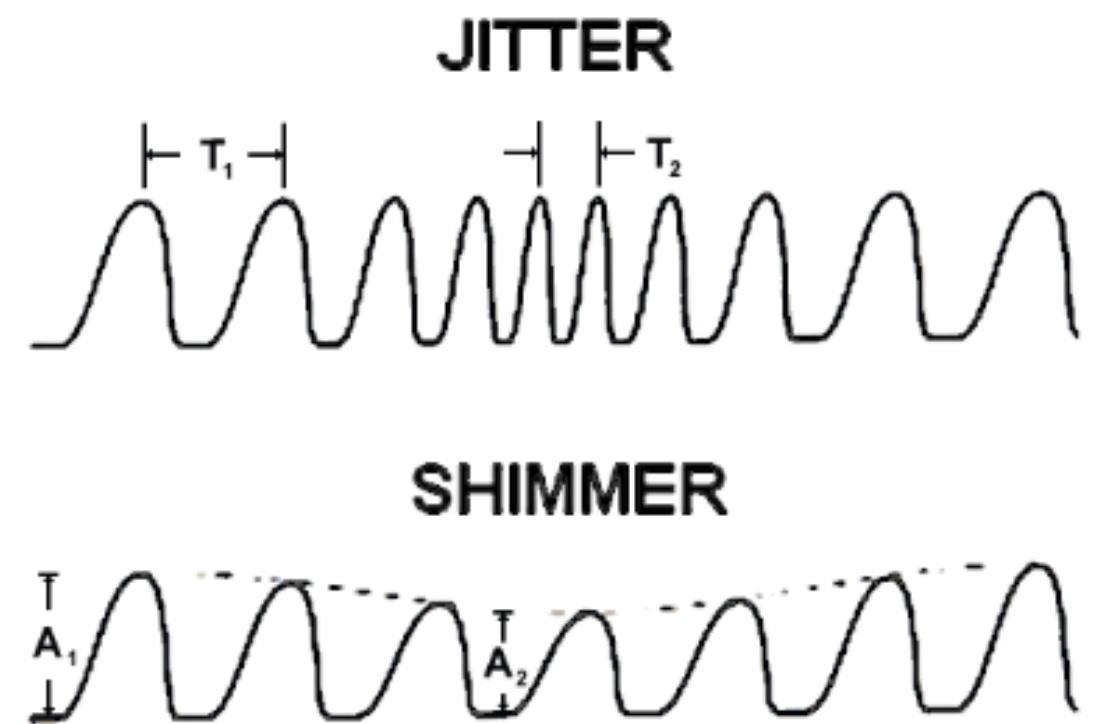
Etude des vibrations des cordes vocales pendant la production de voyelles par des acquisitions simultanées d'échographie translaryngée en mode M et enregistrements vocaux



Mode M : acquisition ultrasonore sur une ligne à très haute cadence temporelle -> permet la définition d'un profil vibratoire

Jitter : mesure la variabilité ou perturbation de la fréquence fondamentale -> lié à un manque de contrôle sur la vibration des cordes vocales

Shimmer : mesure la même perturbation, mais liée à l'amplitude de l'onde sonore, ou intensité de l'émission vocale -> lié à des lésions sur les CV, provoquant un essoufflement et une respiration bruyante



HNR : paramètre dans lequel le rapport des composantes harmoniques et de bruit fournit une indication de la périodicité du signal vocal en quantifiant la relation entre la composante périodique (partie harmonique) et la composante apériodique (bruit)

Variables d'intérêt : dans la littérature ?

72 contrôles(24H/48F)
18 VCP (8H/10F)

Table 2 Comparison of acoustic analysis values \pm standard deviations of female VCP patients and control individuals

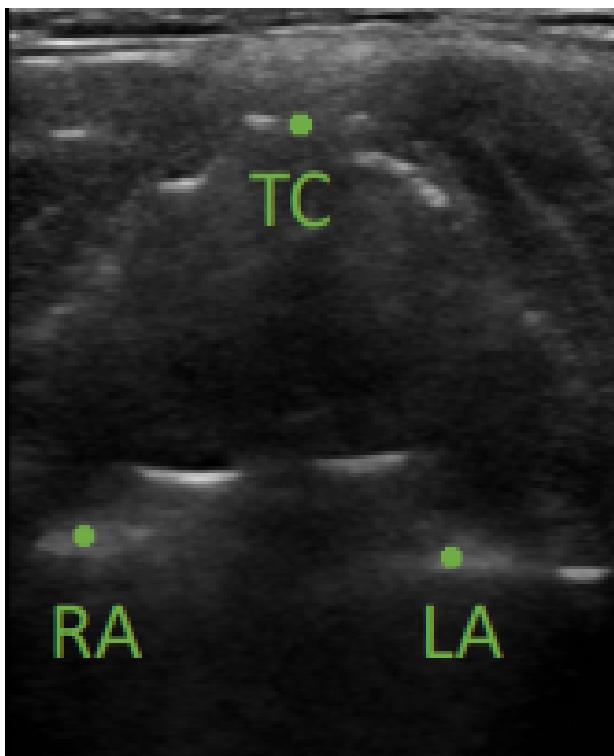
	VCP patients	Control	t	n	P
Mean fundamental frequency (Hz)	248.95 \pm 69.28	256.60 \pm 47.52	0.426	56	NS
Jitter local (%)	1.90 \pm 2.85	0.30 \pm 0.16	3.996	56	*
Jitter local absolute (μ s)	11,537 \pm 21125	1,227 \pm 770	3.490	56	*
Jitter rap (%)	1.07 \pm 1.53	0.17 \pm 0.01	4.183	56	*
Jitter ppq5 (%)	1.20 \pm 1.71	0.17 \pm 0.10	4.273	56	*
Shimmer local (%)	9.98 \pm 6.85	4.42 \pm 2.49	4.470	56	*
Shimmer local (dB)	0.87 \pm 0.57	0.40 \pm 0.24	4.279	56	*
Shimmer apq3 (%)	4.97 \pm 3.26	2.37 \pm 1.35	4.172	56	*
Shimmer apq5 (%)	6.16 \pm 3.77	2.98 \pm 1.90	3.963	56	*
Mean noise to harmonics ratio	0.124 \pm 0.228	0.016 \pm 0.013	3.382	56	*
Intensity (dB)	66.62 \pm 5.41	70.21 \pm 5.17	1.980	56	NS

NS statistical insignificance, t independent samples test result, n degree of freedom

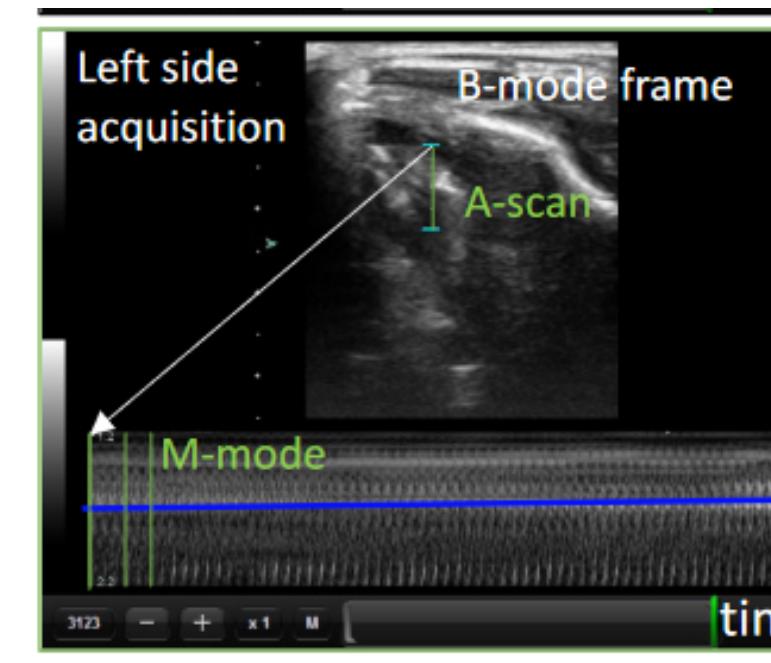
*Indicates a statistically significant difference ($P < 0.01$)

**Jitter, Shimmer et HNR
plus élevés chez les
patients souffrant de
paralysie d'une ou des
cordes vocales**

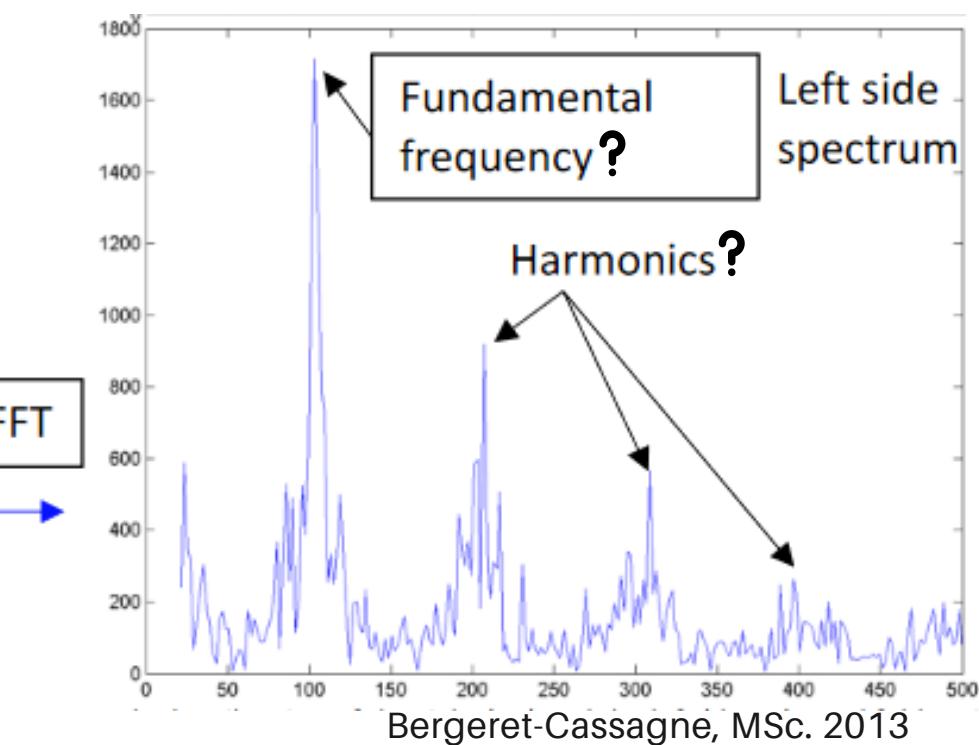
1ères acquisitions



30 im/sec



1000 lignes/sec -> 500Hz



Bergeret-Cassagne, MSc. 2013

non vérifié avec enregistrement audio simultané

Protocole d'acquisition :

Protocole :



Voyelles tenues
/a, /i, /u le plus
grave possible

Sujets :



Hôpital
Avicenne
AP-HP

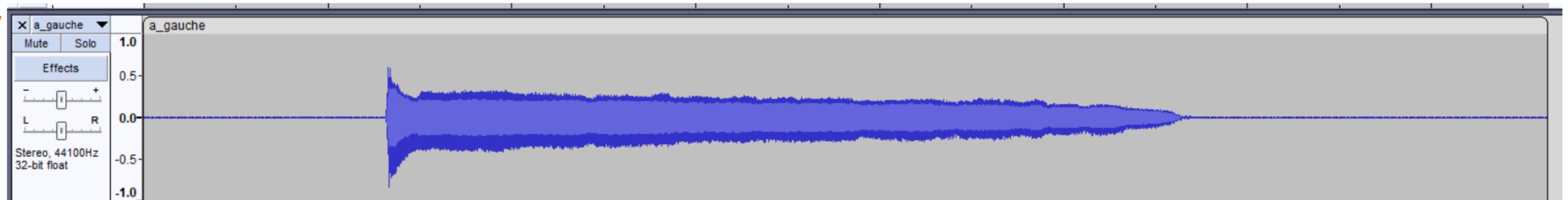
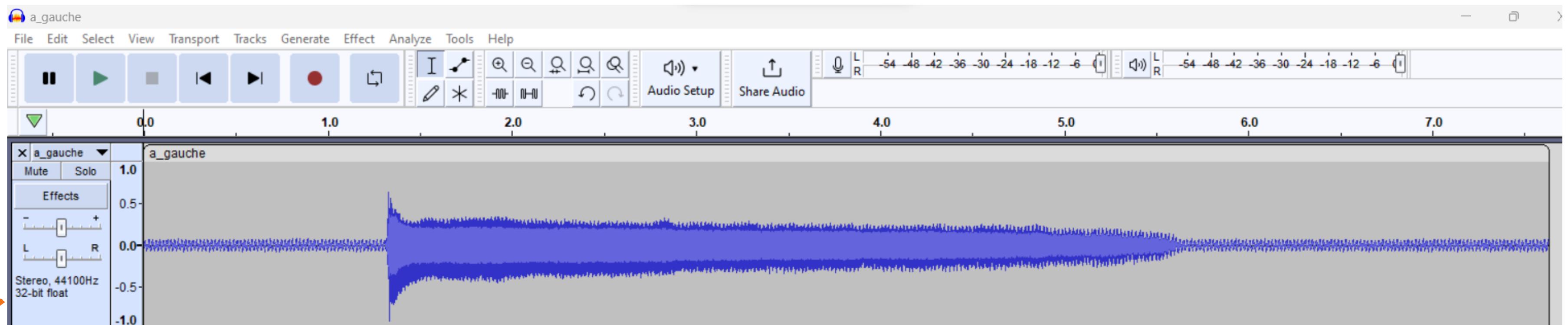
LITO

Mode d'acquisition :



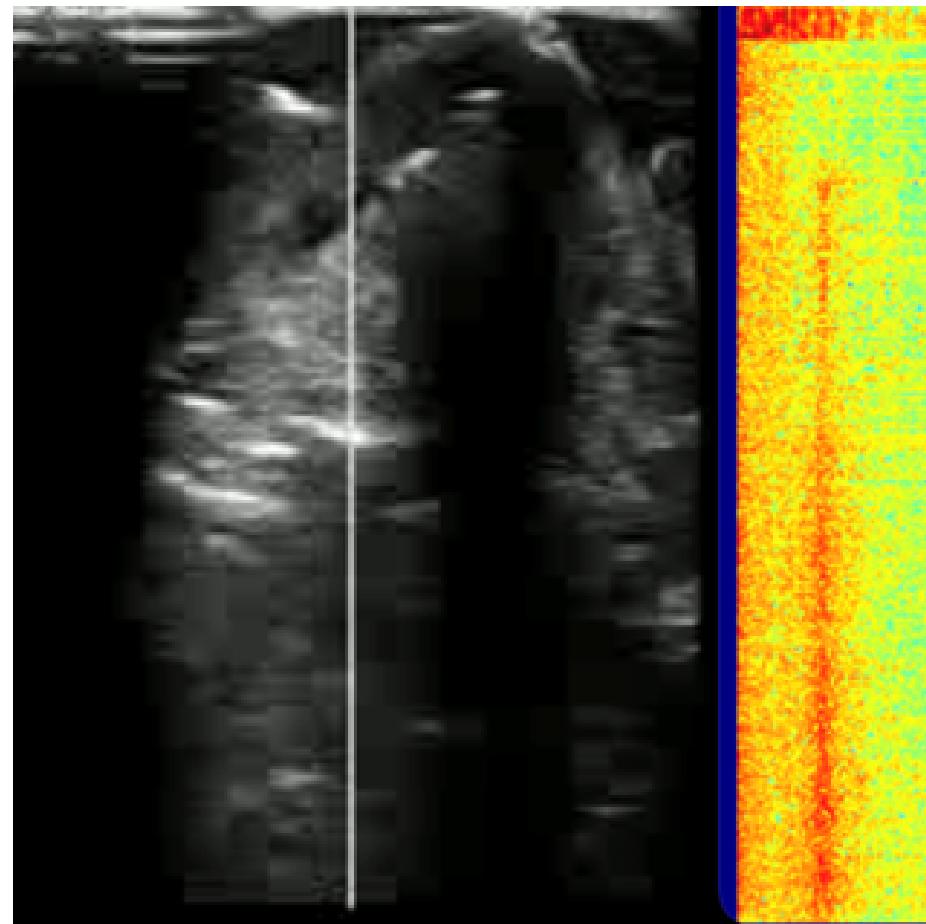
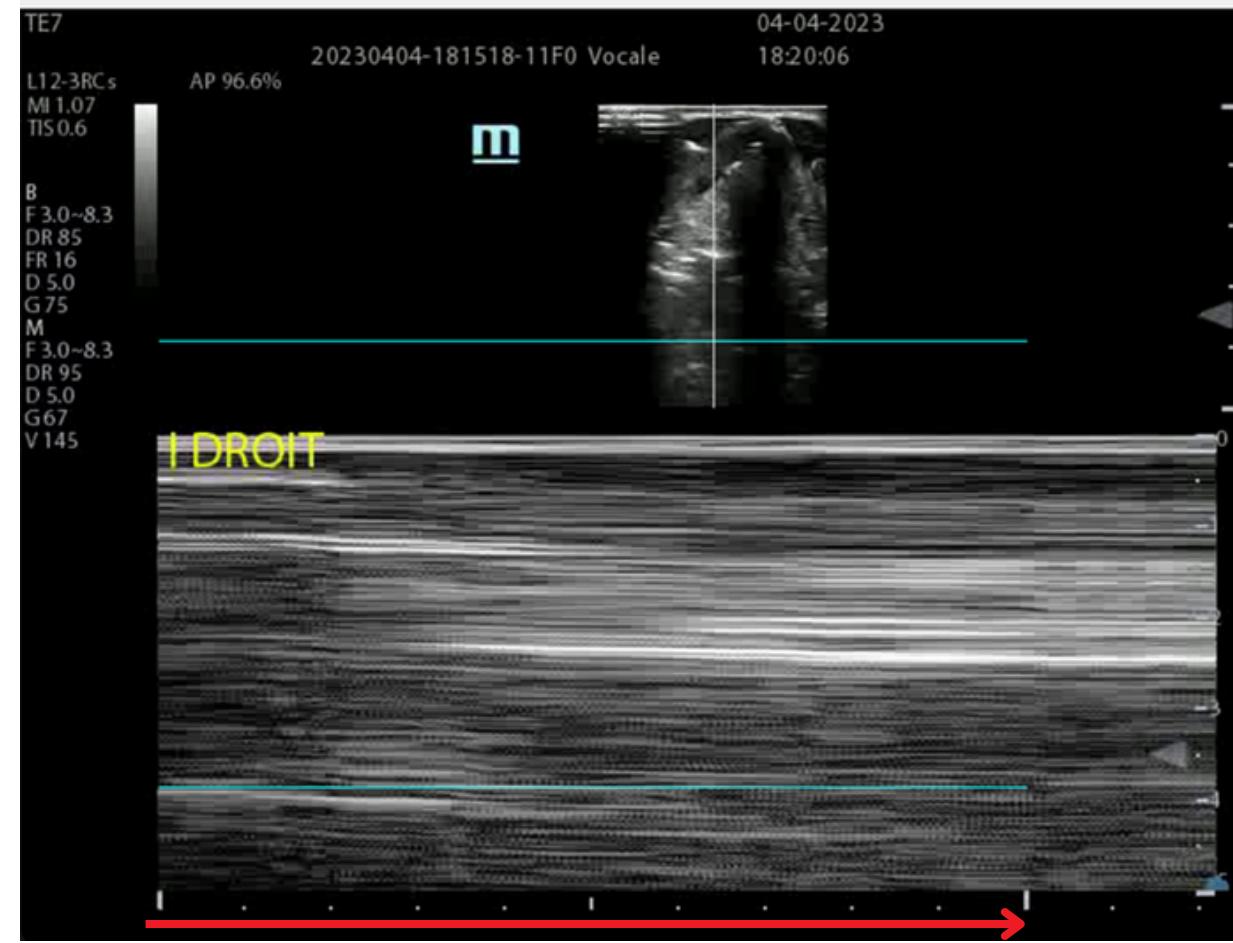
mindray™

Correction du bruit de fond



Echographie translaryngée dynamique motion mode (M-mode) + Enregistrements

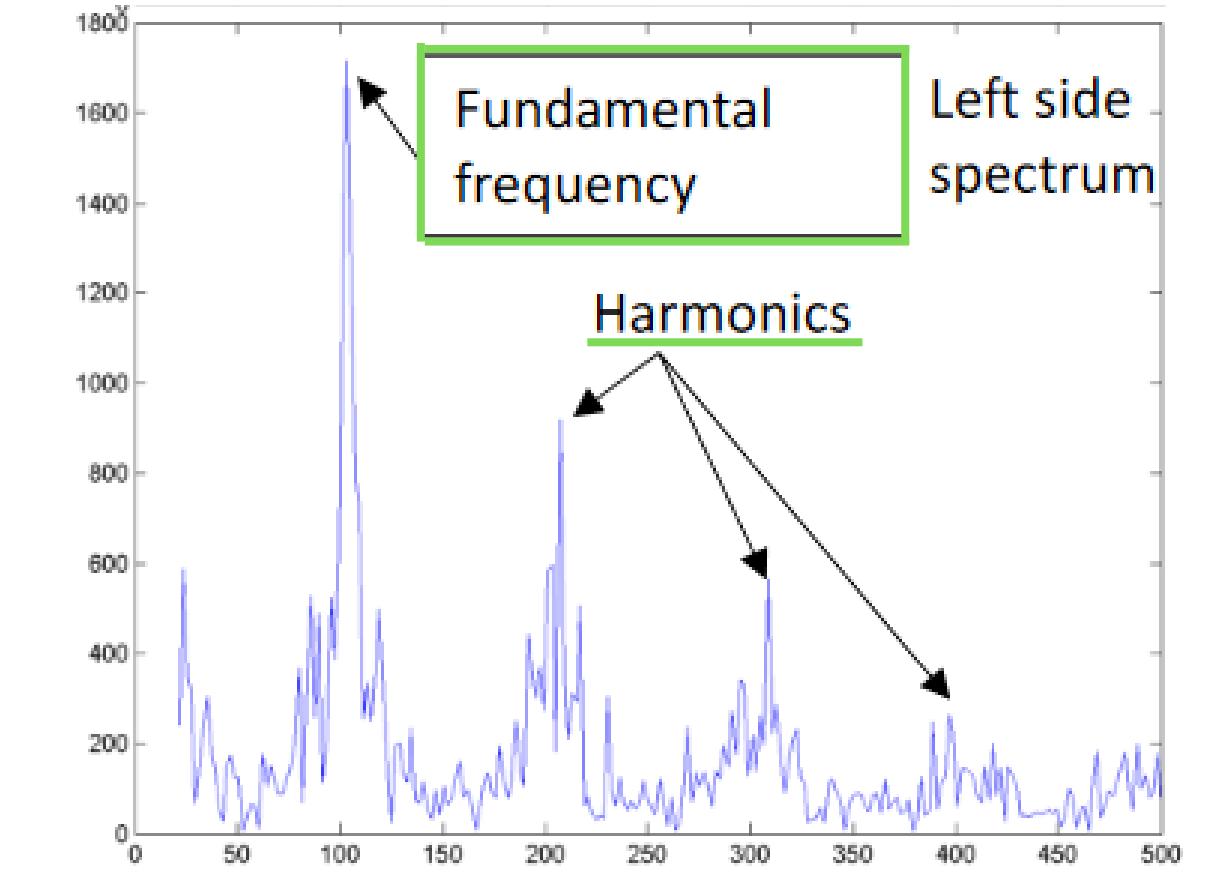
LITO



500 lignes/sec
-> 250Hz

Vibration de toute la zone

I (droit) – Homme (F0 114 Hz)



F0 trouvée avec mesure des paramètres vocaux (enregistrement simultané) : 114Hz

Limitation au niveau de la fréquence d'acquisition (attente Mindray)

500Hz -> 1000Hz

Accord CPP en attente (dépot du CPP prévu pour octobre)

Début des acquisitions (2024)

Bases de données audio existantes

Saarbruecken Voice Database

- Base de données Allemande, gratuite
- /a, /i, /u, "Guten Morgen, wie geht es Ihnen?"

Arabic Voice Pathology Database

- Base de donnée privée
- /a, /u, /i, mots, chiffres isolés et parole libre

**Mais pas de variabilité
dans le temps pour
une même personne**

Massachusetts Eye and Ear Infirmary (MEEI) Voice Disorder Database

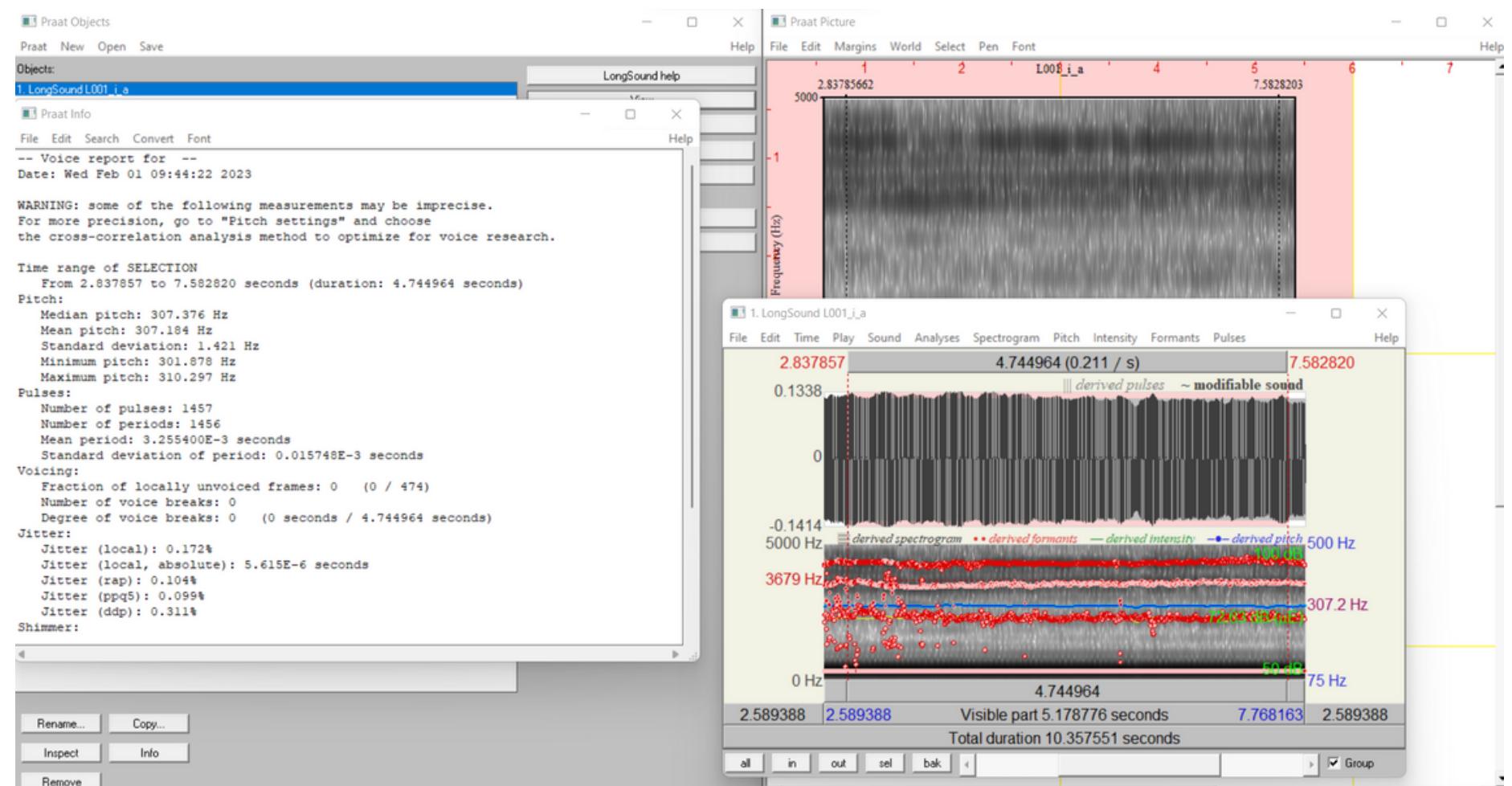
Database

- Commercialisée par Kay Elemetrics
- 1400 extraits dans 2 environnements
- son /a et lecture du "rainbow passage"

An Investigation of Multidimensional Voice Program
Parameters in Three Different Databases for Voice
Pathology Detection and Classification
Al-nasher et al.

14 paramètres

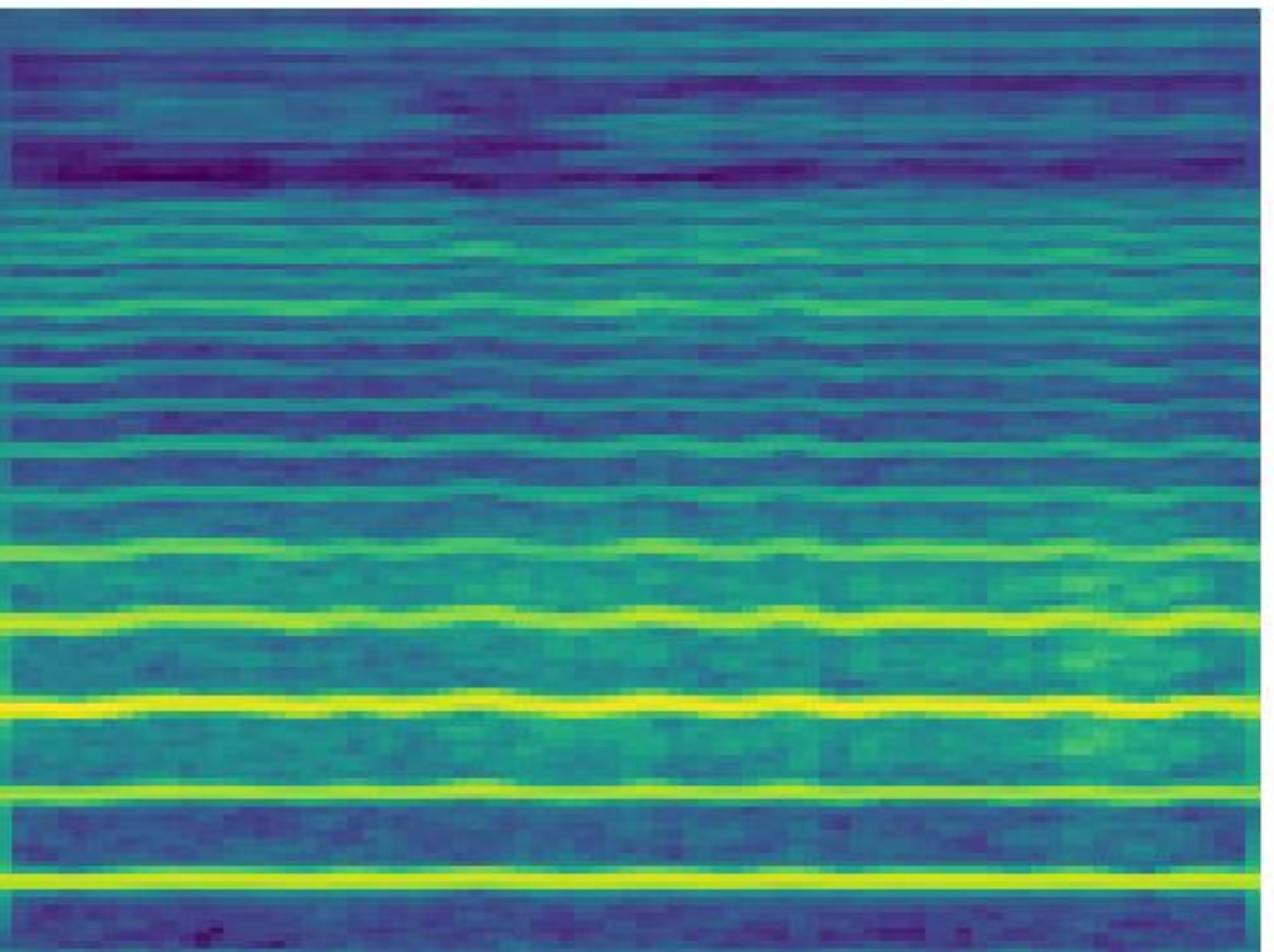
meanF0Hz , stdevF0Hz, HNR, localJitter, localabsoluteJitter, rapJitter, ppq5Jitter, ddpJitter, localShimmer, localdbShimmer, apq3Shimmer, apq5Shimmer, apq11Shimmer, ddaShimmer



[]
[*'br.səl,məʊθ*]

Parselmouth – Praat in Python, the Pythonic way

Spectrogrammes



Premiers modèles classification paralysie/Non paralysie en séparant hommes et femmes



Paramètres issus des enregistrements

HNR, Jitter et Shimmer

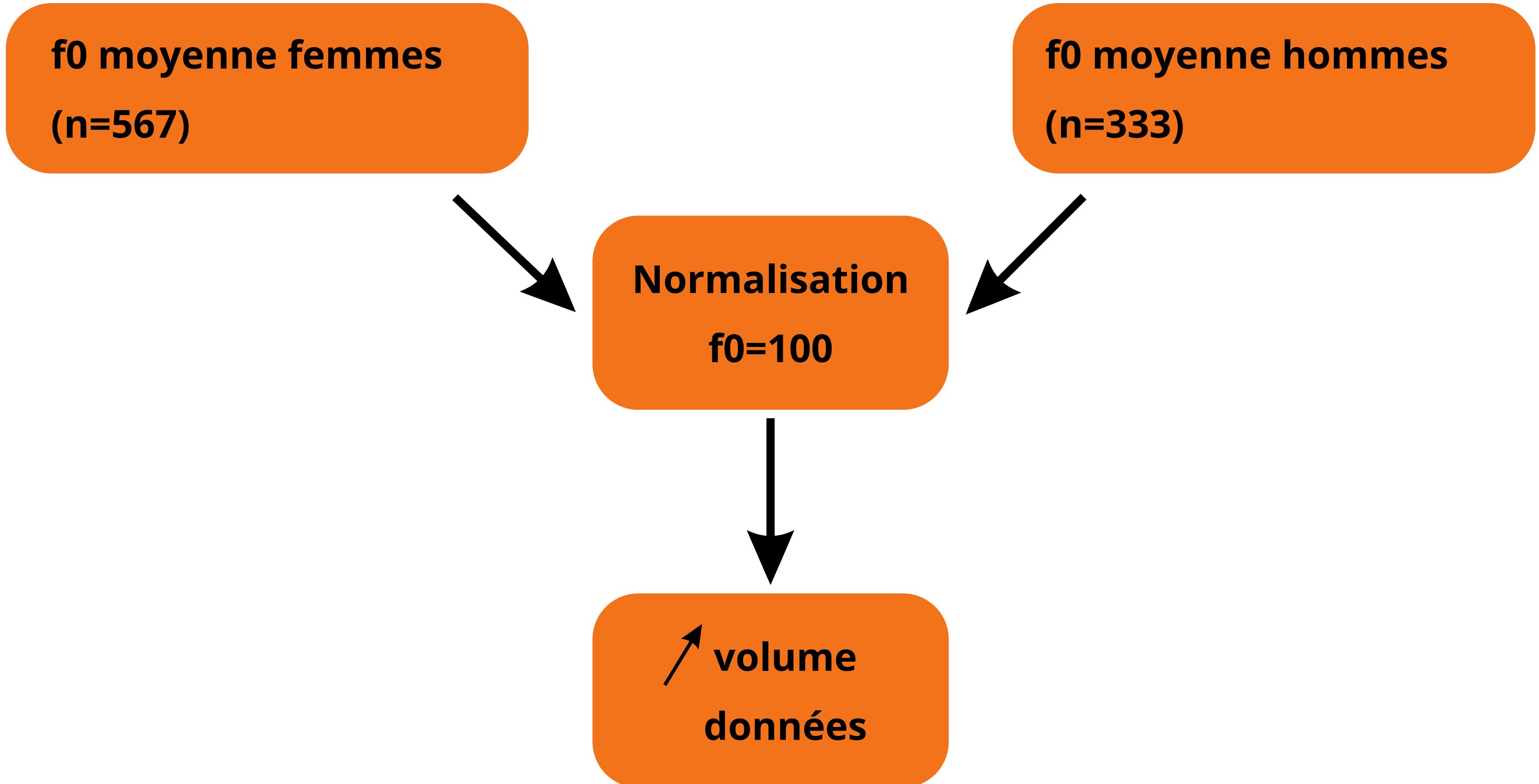


librosa

Spectrogrammes

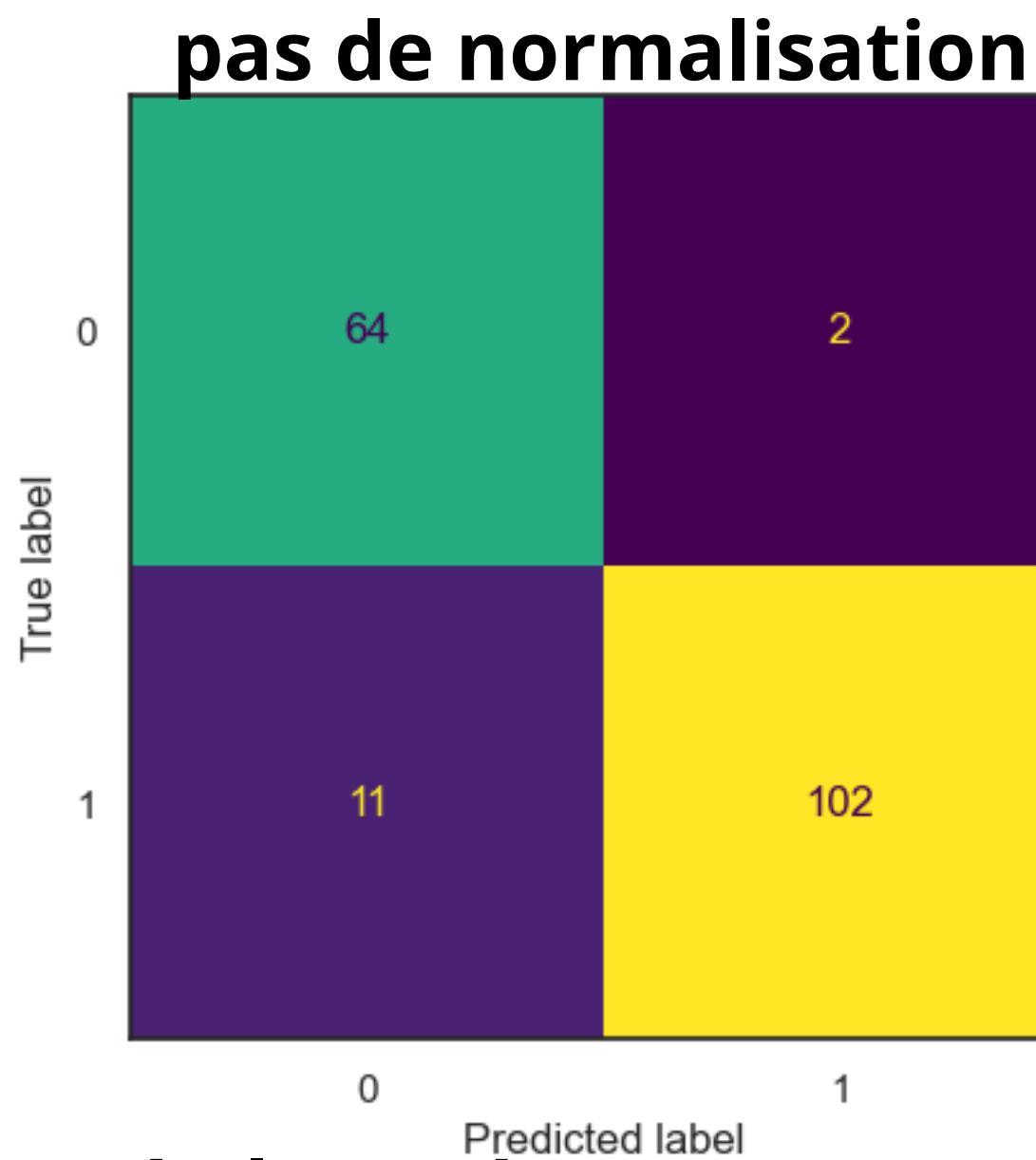
Nécessite plus de données pour modèle CNN

Normalisation f0

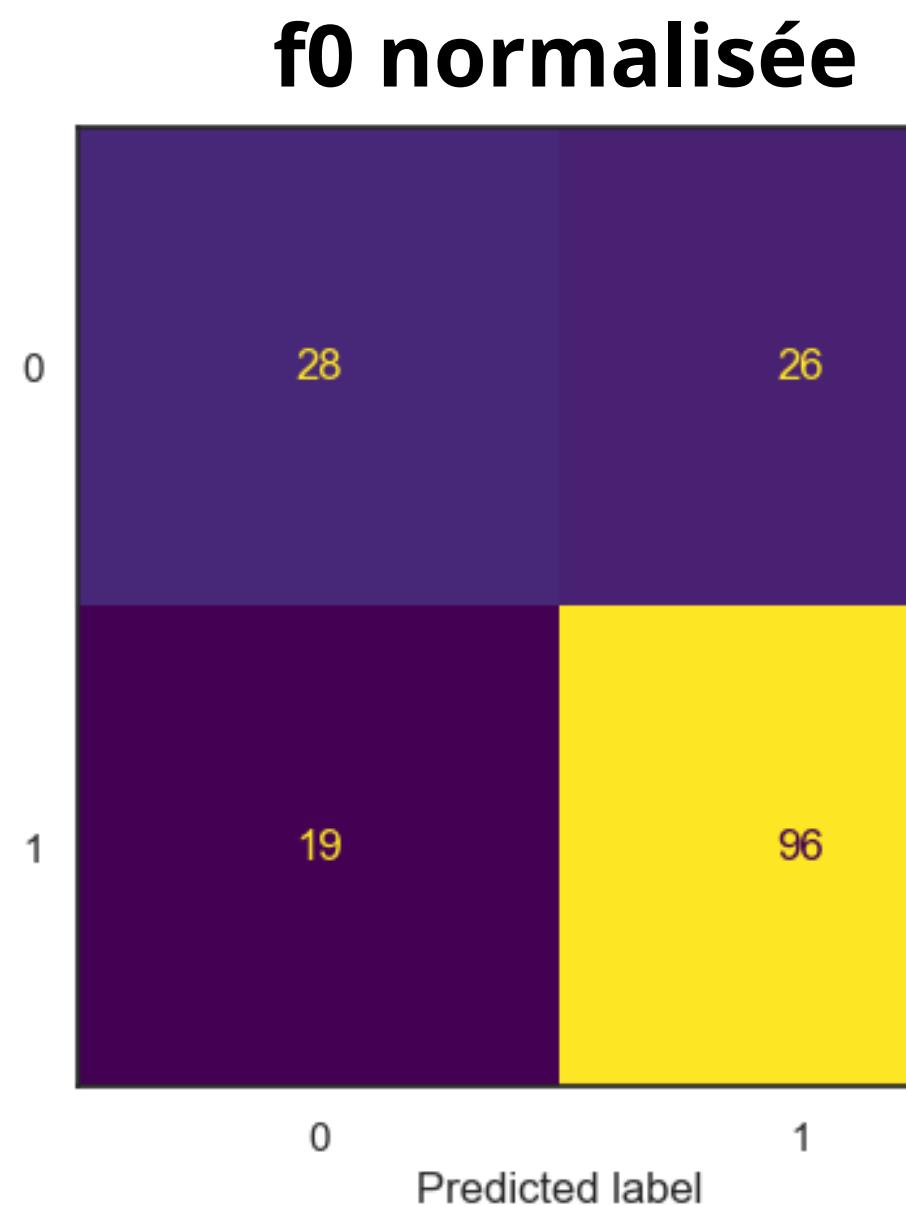


Classification Femme/Homme

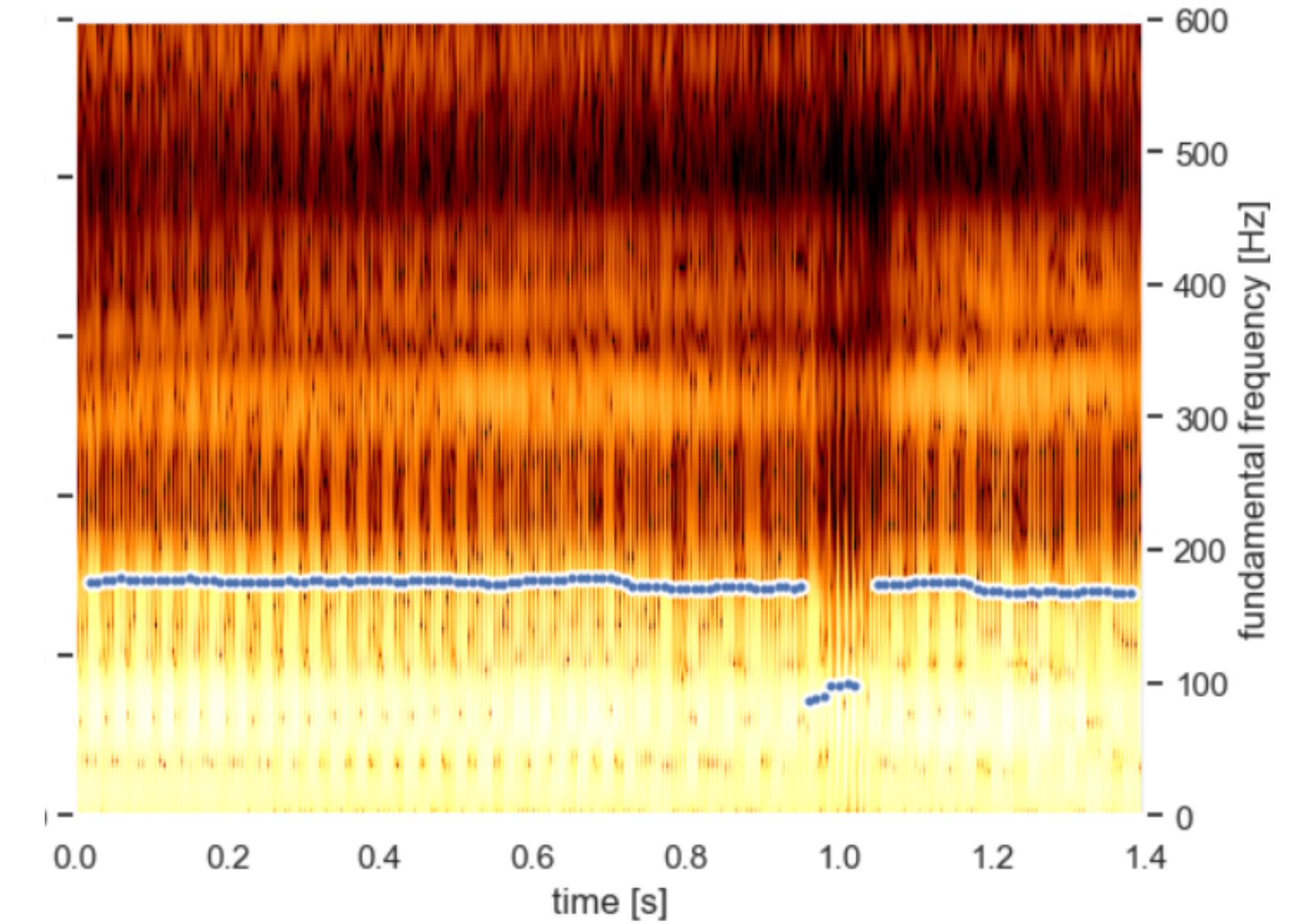
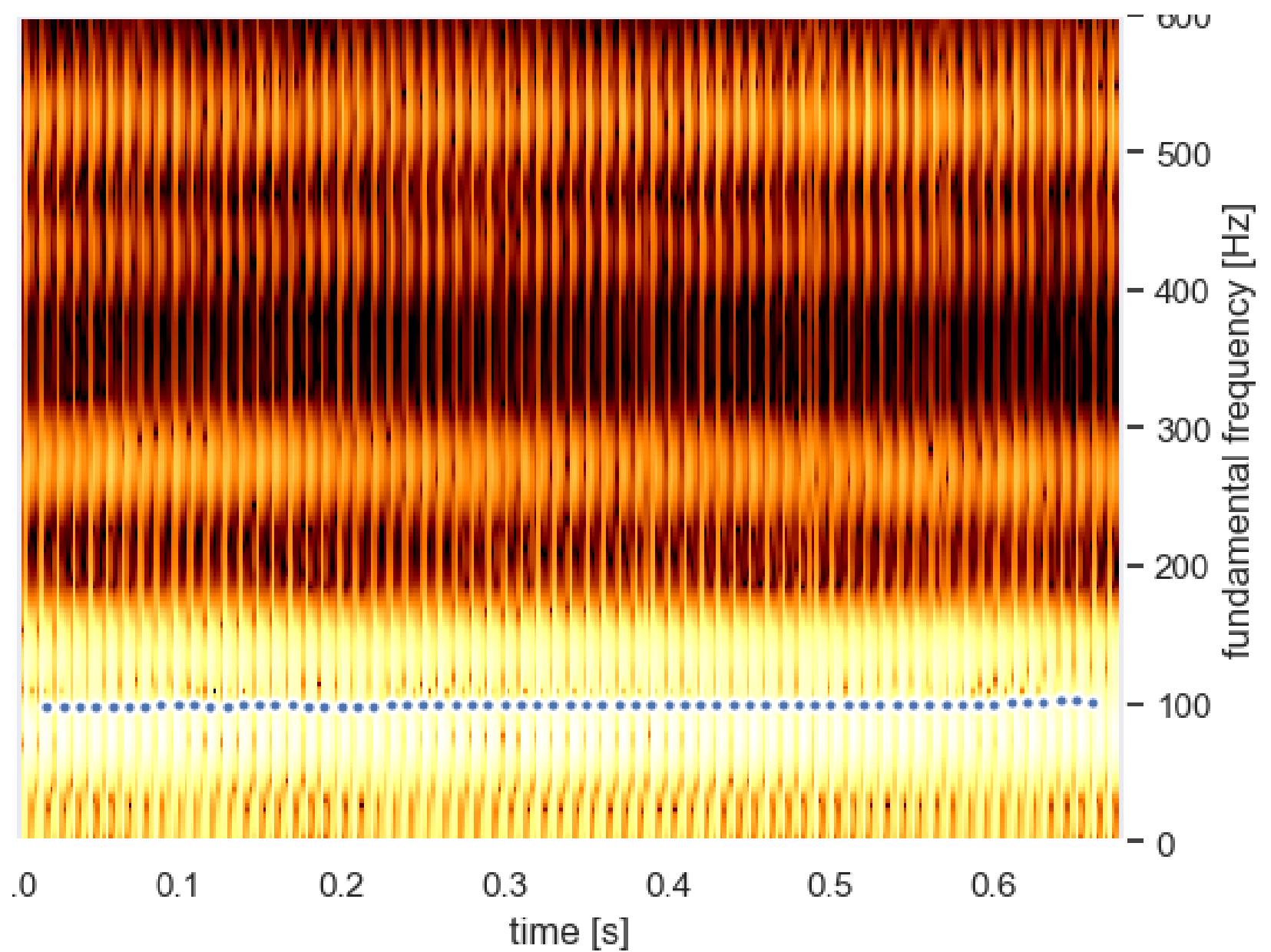
Paramètres issus
d'enregistrements
audio

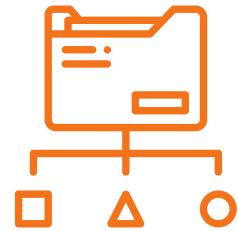


Training 80%
Test 20%

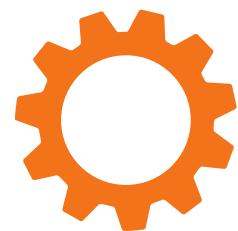


Echec de la normalisation

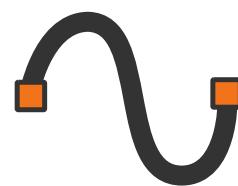




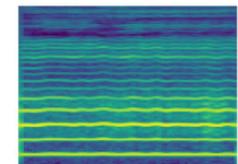
Poursuite du travail de classification + normalisation



Optimisation du protocole d'acquisitions



Etude des variations longitudinales (+normalisation)



Spectrogrammes issus du mode M ?