

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

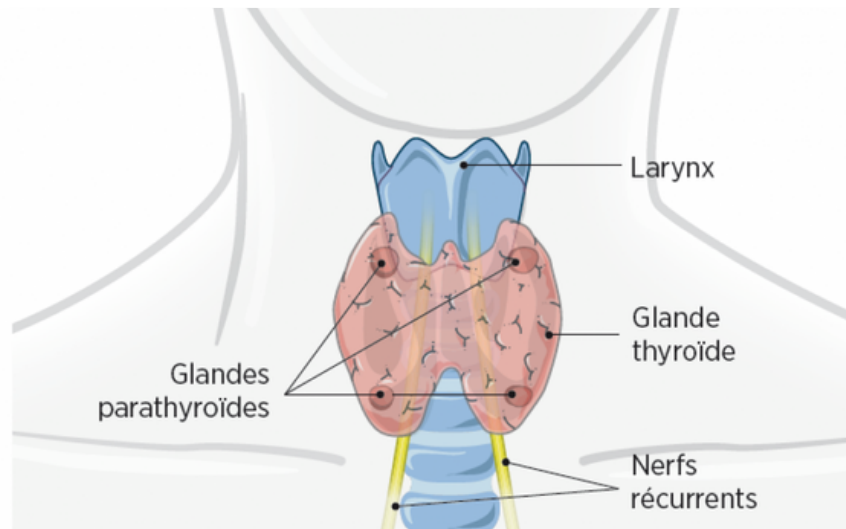
Etude du mouvement et de la vibration des cordes vocales par échographie pour permettre un suivi longitudinal de la rééducation par orthophonie de patients atteints d'une paralysie des cordes vocales, à la suite de la lésion d'un des nerfs récurrents

Opération thyroïde/parathyroïde

50 000 patients/an

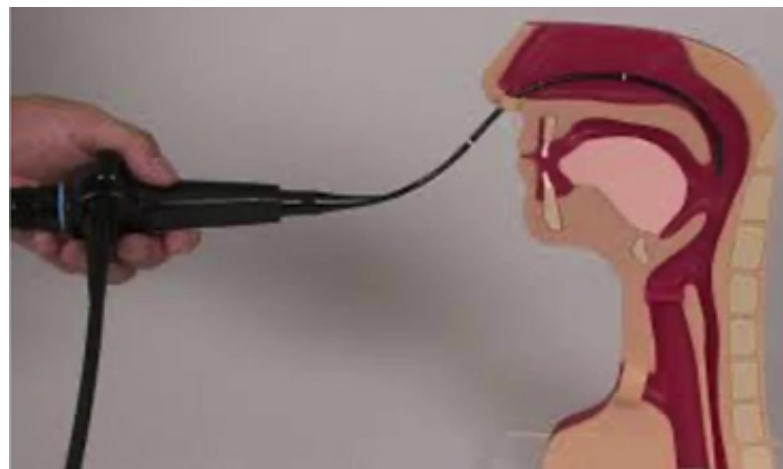
Risque de lésion des nerfs récurrents (<5% des cas)

-> Troubles déglutition, dyspnée, dysphonie



Détection des lésions

Laryngoscopie avant et après opération



Alternative non-invasive :

Échographie translaryngée dynamique



+ Enregistrement vocal simultané





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

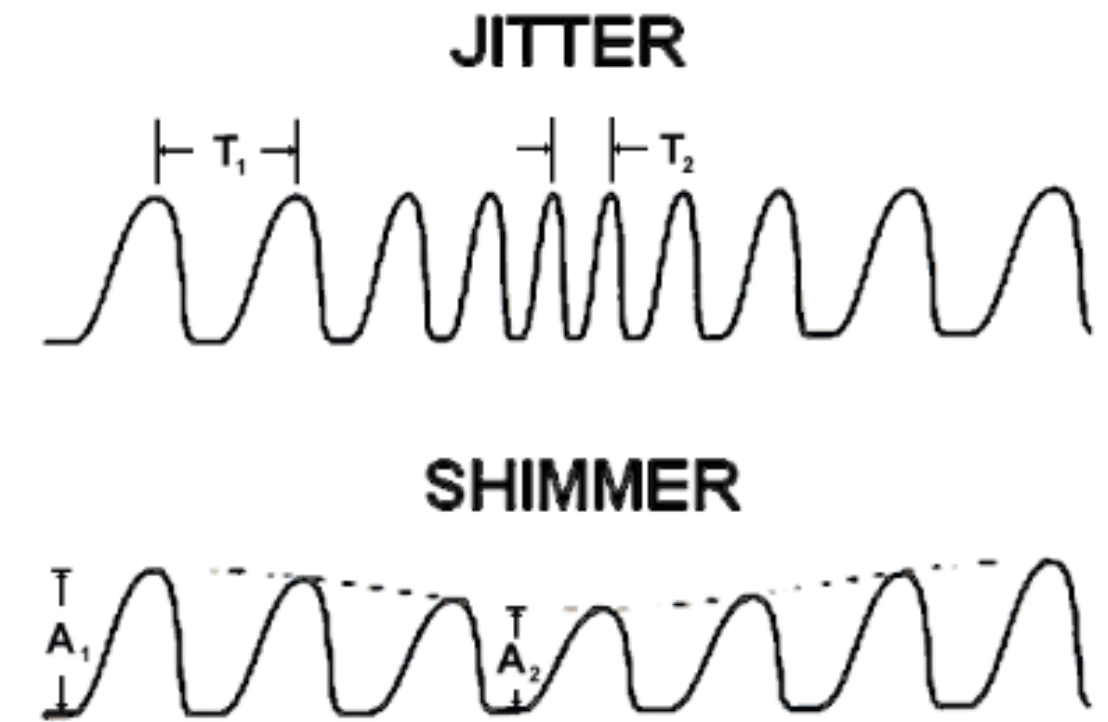


Mode M : acquisition ultrasonore sur une ligne à très haute cadence temporelle -> permet la définition d'un profil vibratoire

Variables d'intérêt en enregistrement vocal

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)

**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

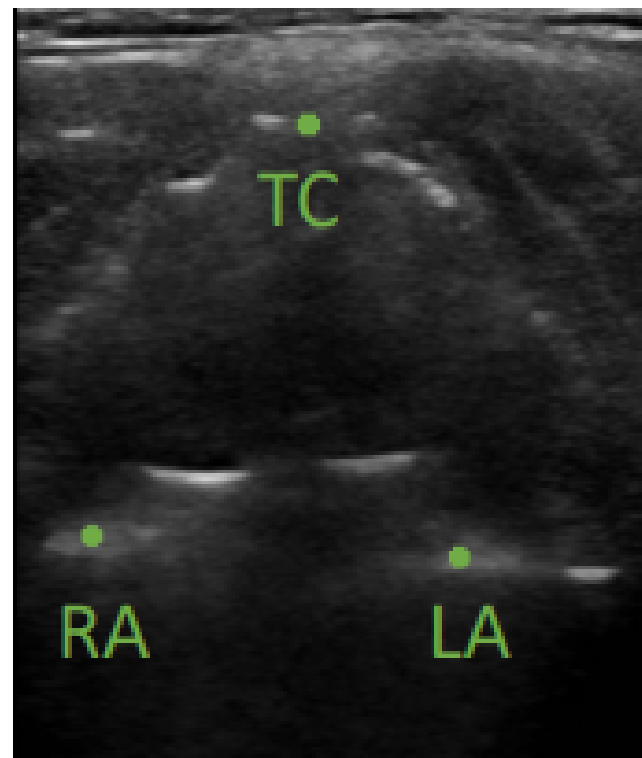
	VCP patients	Control	<i>t</i>	<i>n</i>	<i>P</i>
Mean fundamental frequency (Hz)	248.95 \pm 69.28	256.60 \pm 47.52	0.426	56	NS
Jitter local (%)	1.90 \pm 2.85	0.30 \pm 0.16	3.996	56	*
Jitter local absolute (μ s)	11,537 \pm 21125	1,227 \pm 770	3.490	56	*
Jitter rap (%)	1.07 \pm 1.53	0.17 \pm 0.01	4.183	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

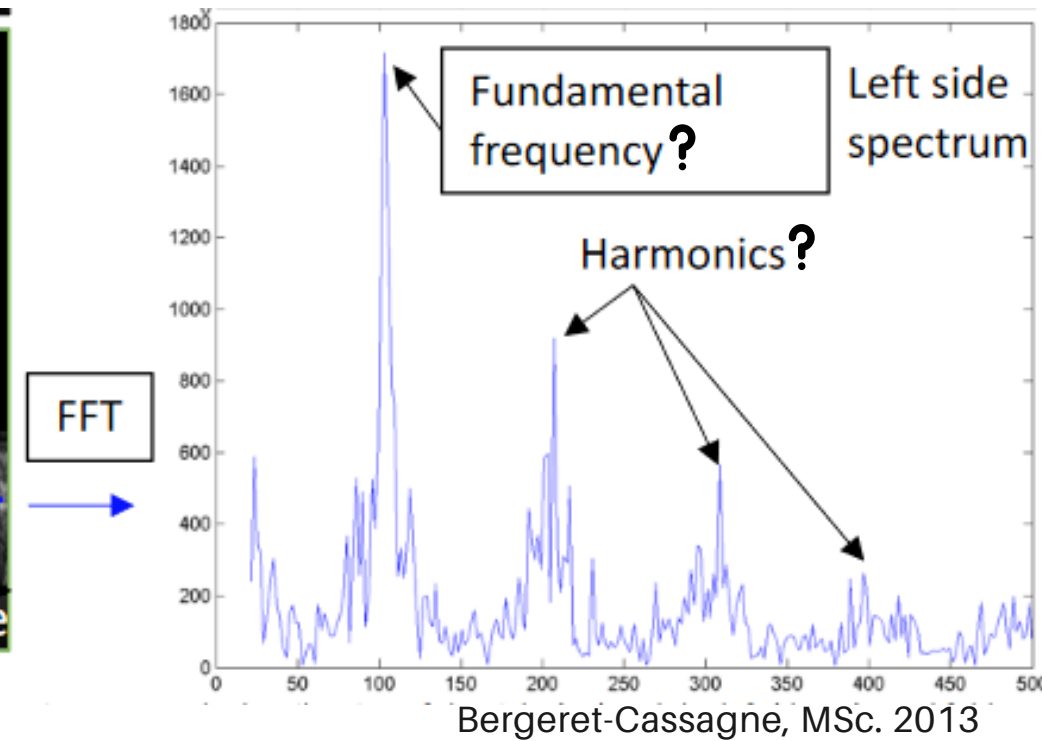
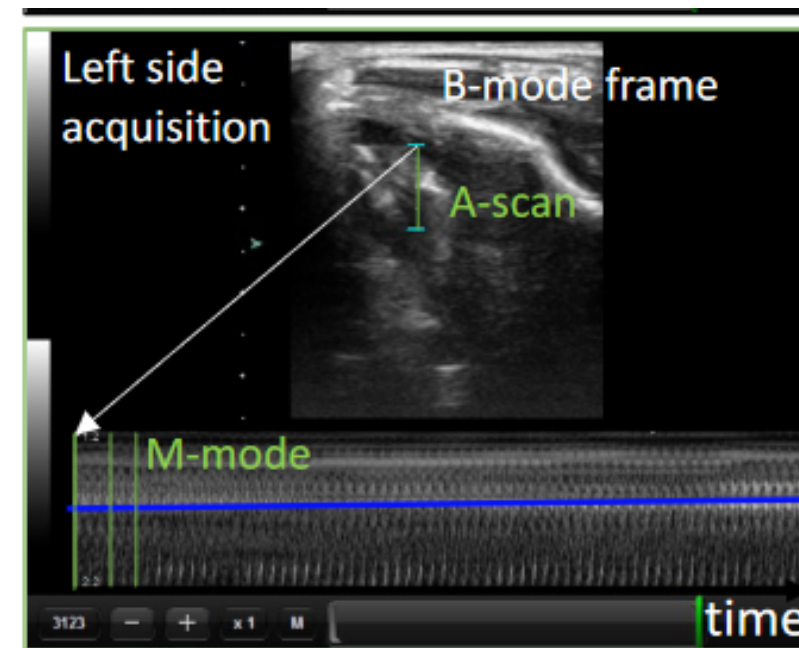
*Indicates a statistically significant difference (*P* < 0.01)

**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

non vérifié avec enregistrement audio simultané

Protocole d'acquisition :

Protocole :



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

Sujets :

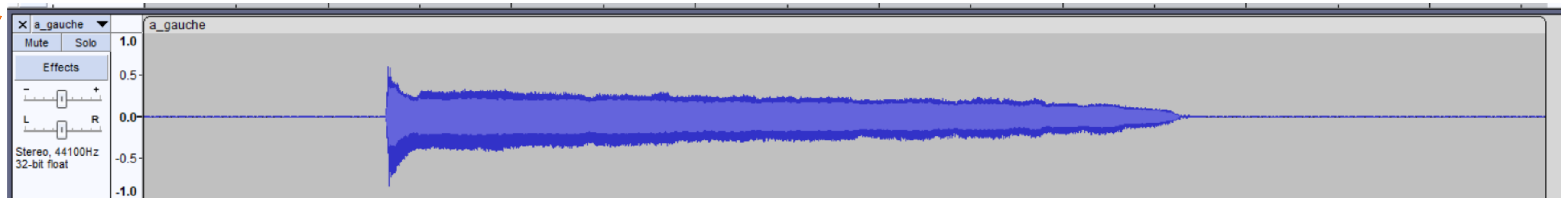
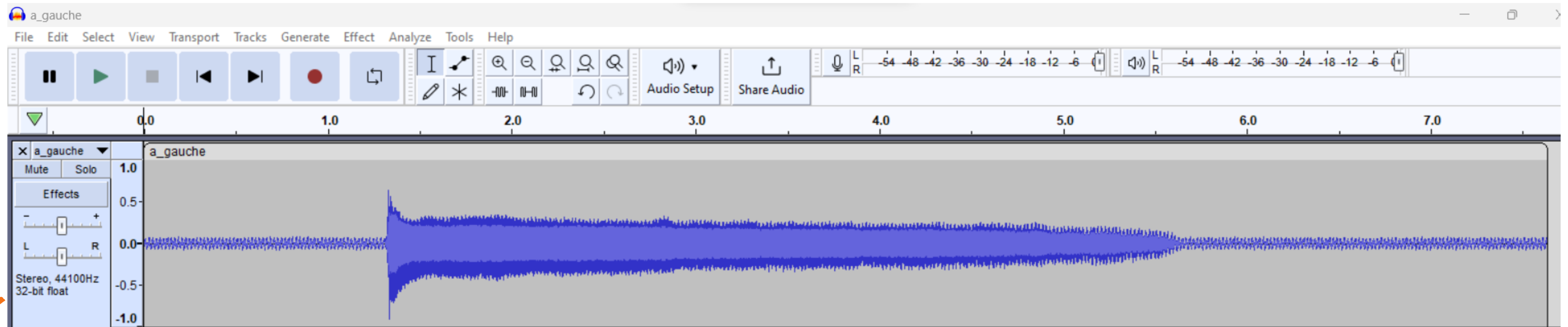


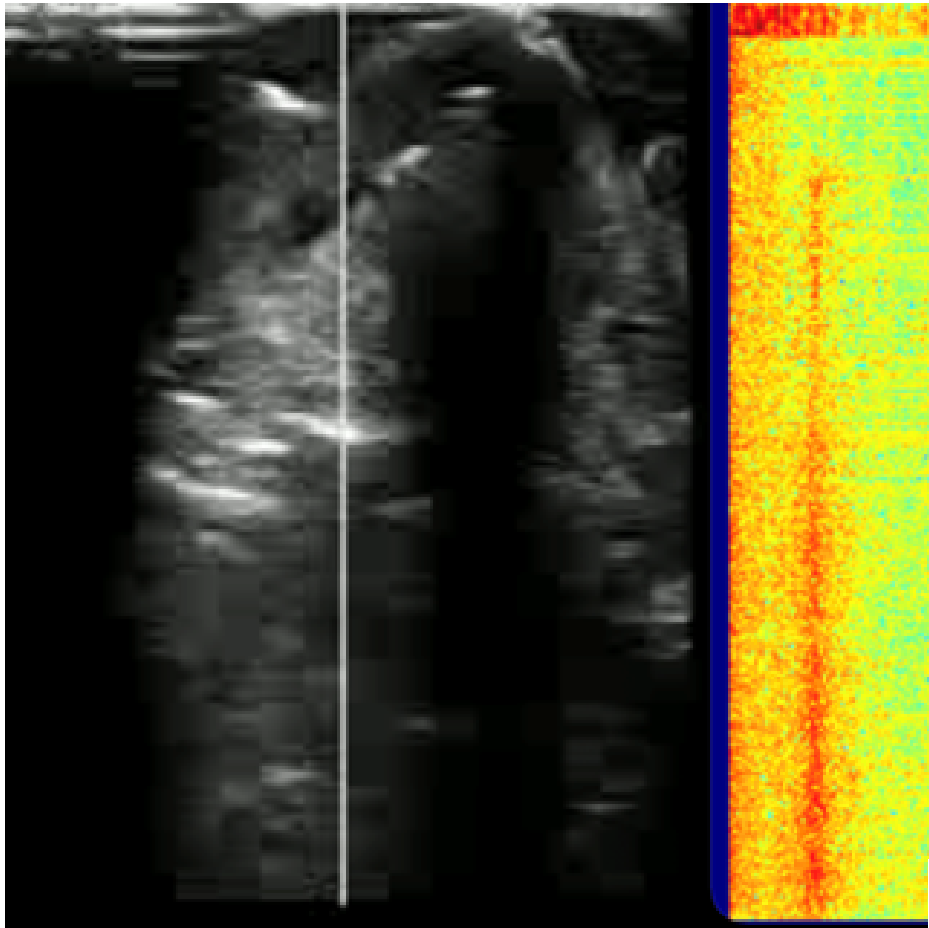
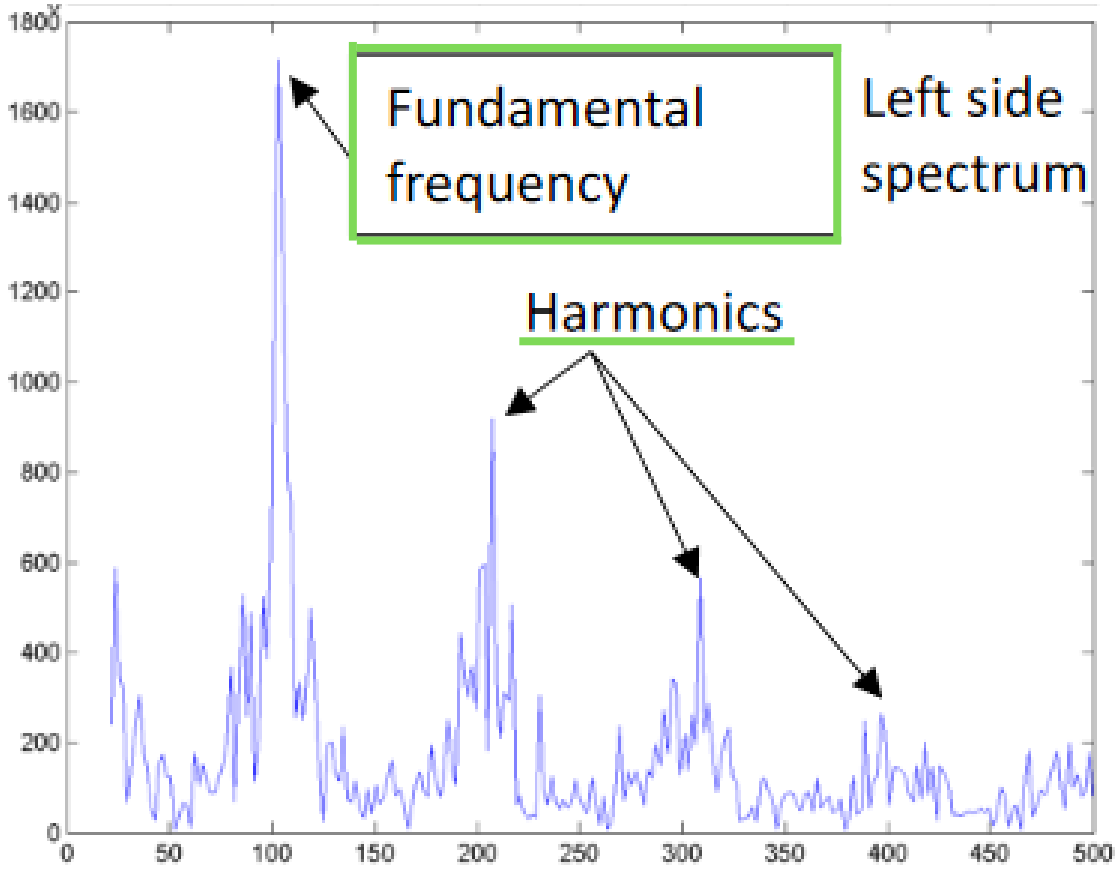
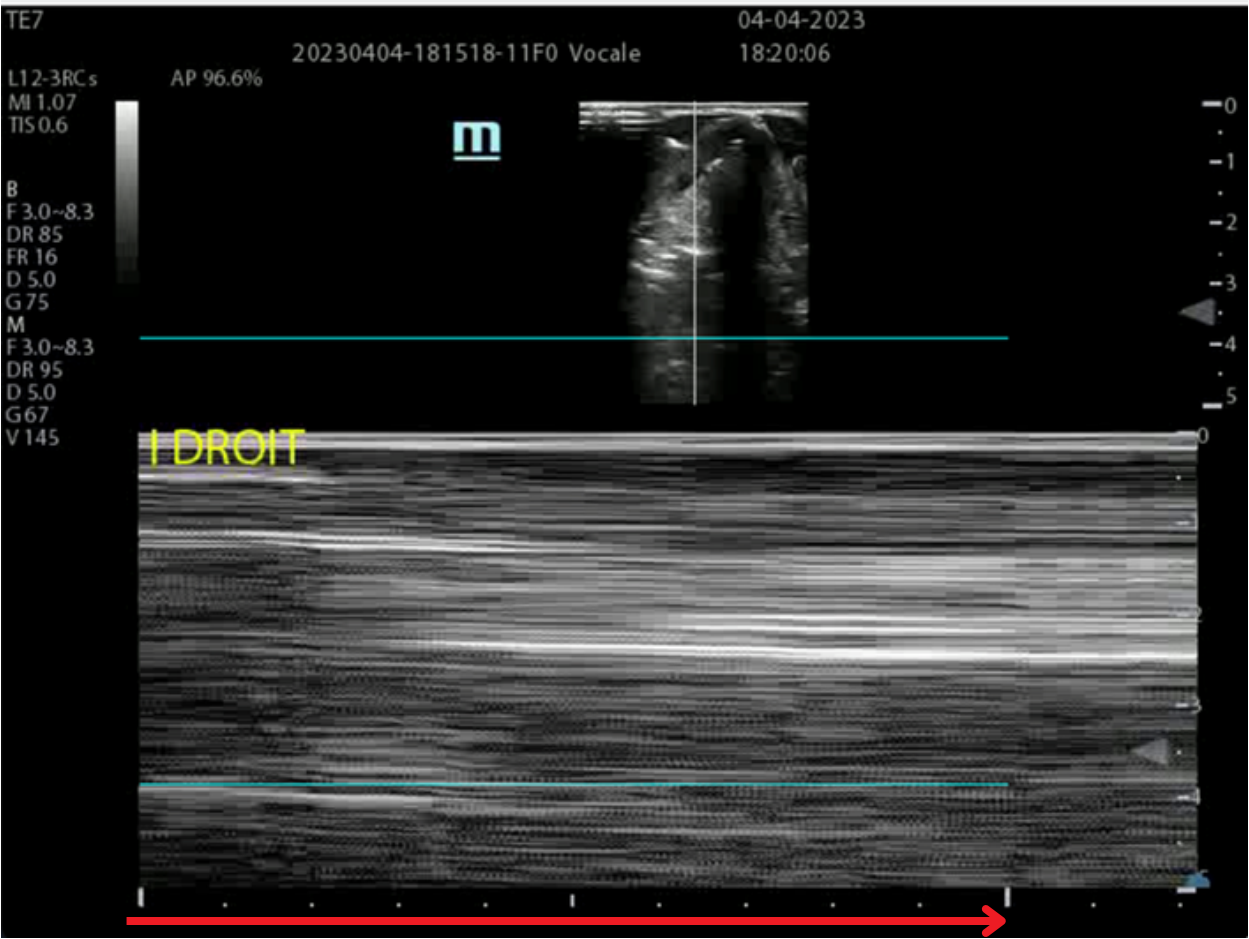
Mode d'acquisition :



mindray™

Correction du bruit de fond





500 lignes/sec
-> 250Hz

Vibration de toute la zone

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

I (droit) – Homme (F0 114 Hz)

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)

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

Massachusetts Eye and Ear Infirmary (MEEI) Voice Disorder Database

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

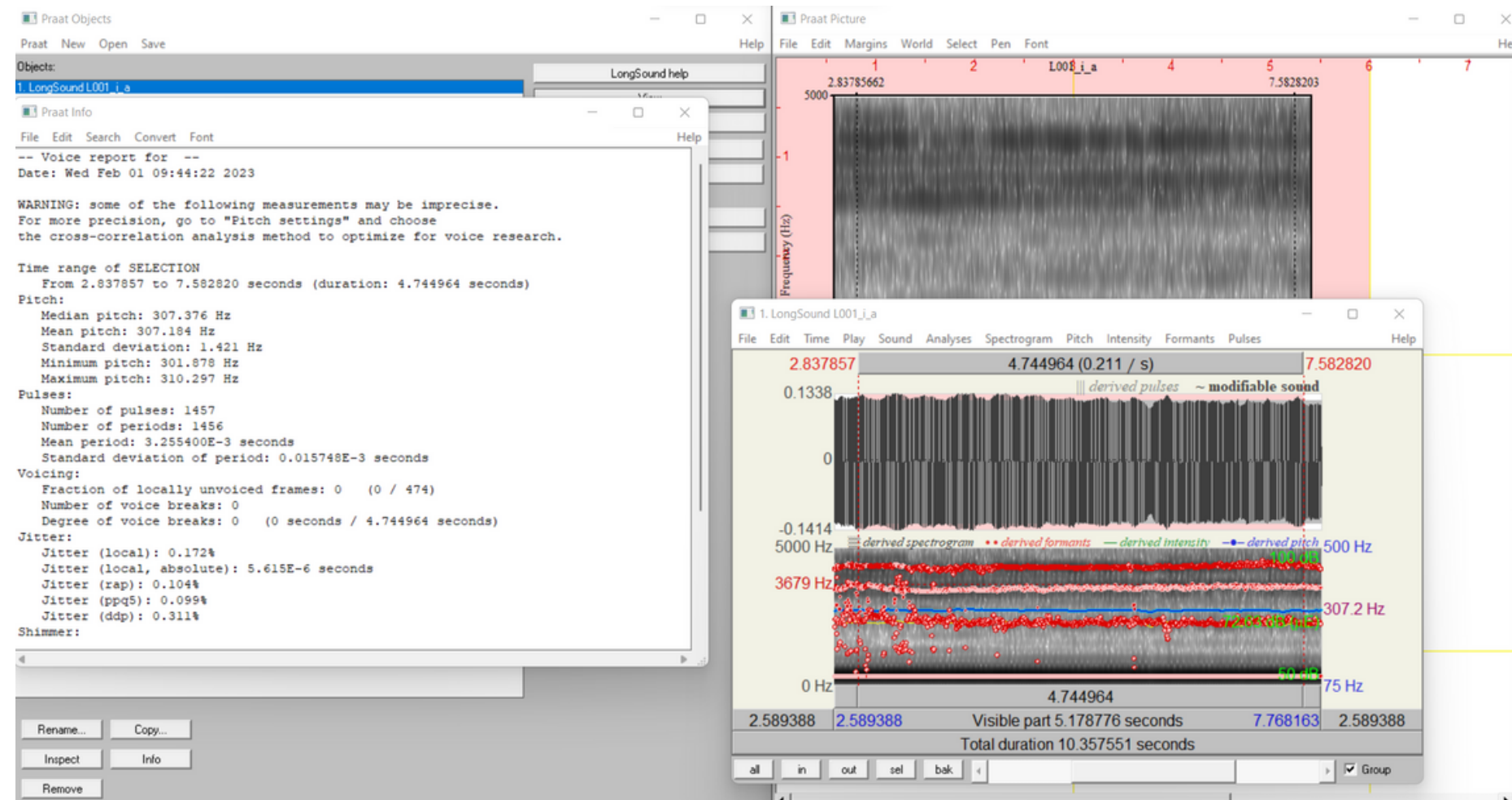
**Mais pas de variabilité
dans le temps pour
une même personne**

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

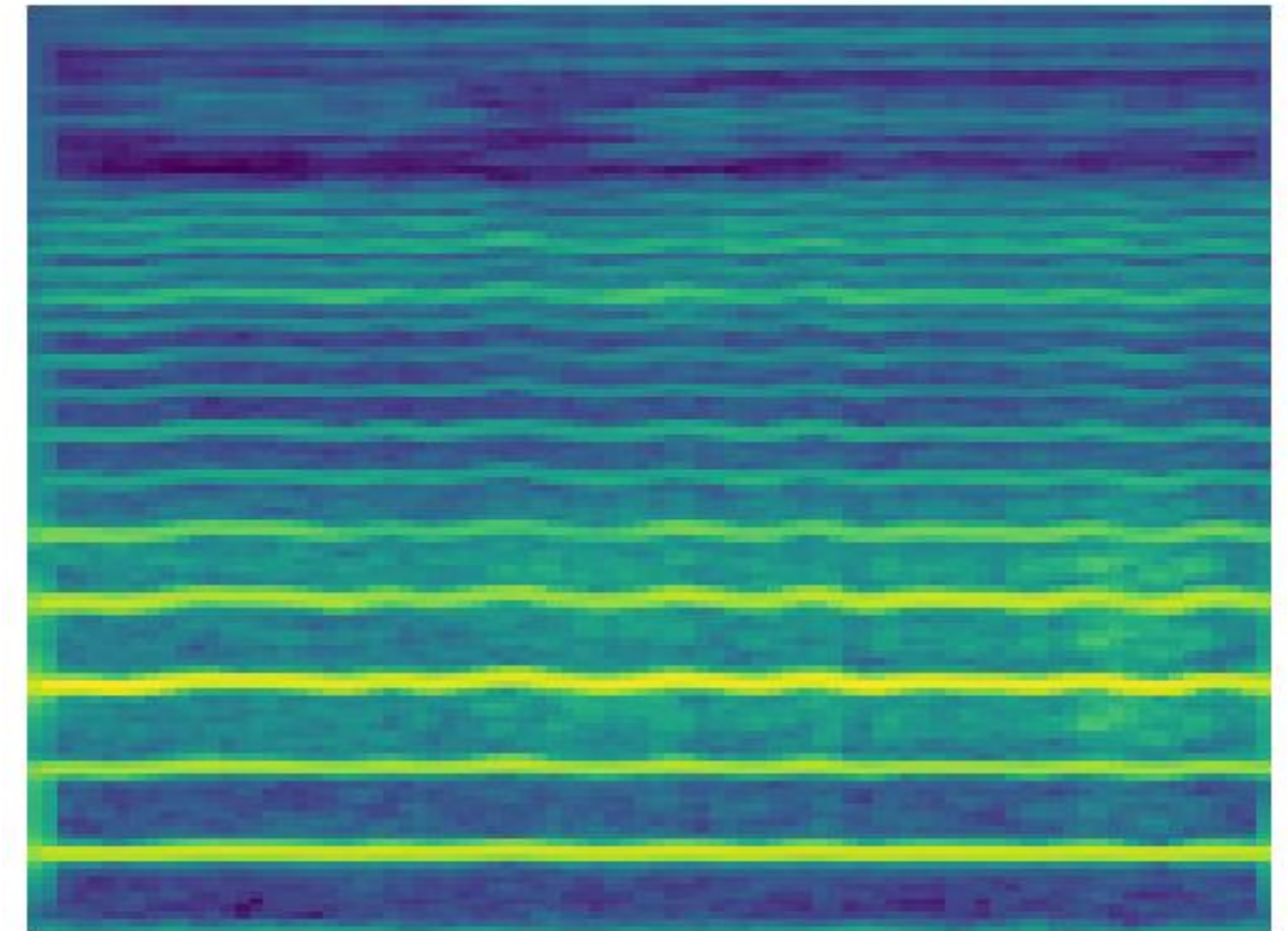
Paramètres extraits de la base de données

14 paramètres

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



Spectrogrammes



[ˈpɜː.səlˌmaʊθ]

Parselmouth – Praat in Python, the Pythonic way



Paul Boersma & [David Weenink](#) (1992–2022):

Praat: doing phonetics by computer [Computer program].

Version 6.2.06, retrieved 23 January 2022 from <https://www.praat.org>.

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



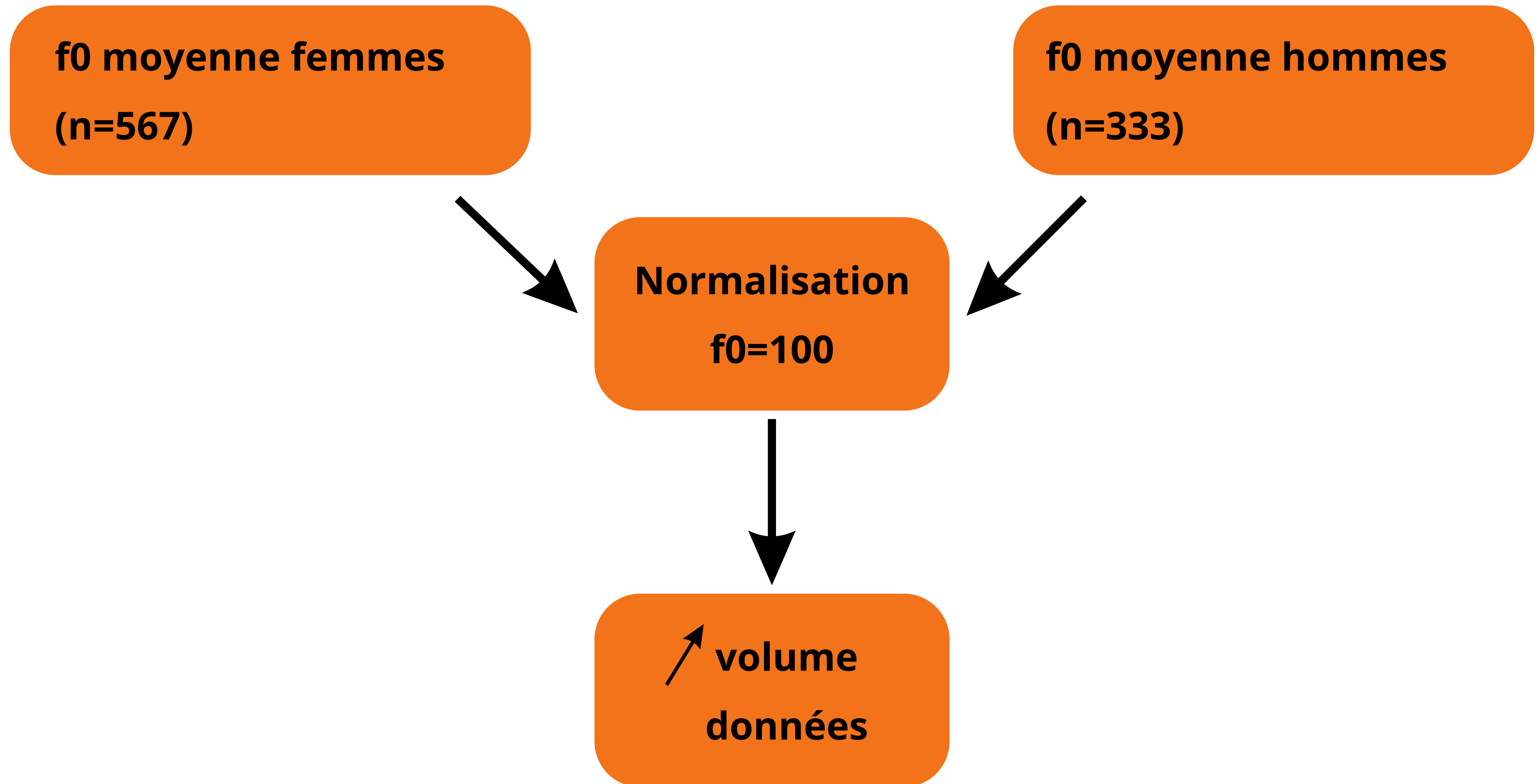
Paramètres issus des enregistrements

HNR, Jitter et Shimmer



librosa Spectrogrammes

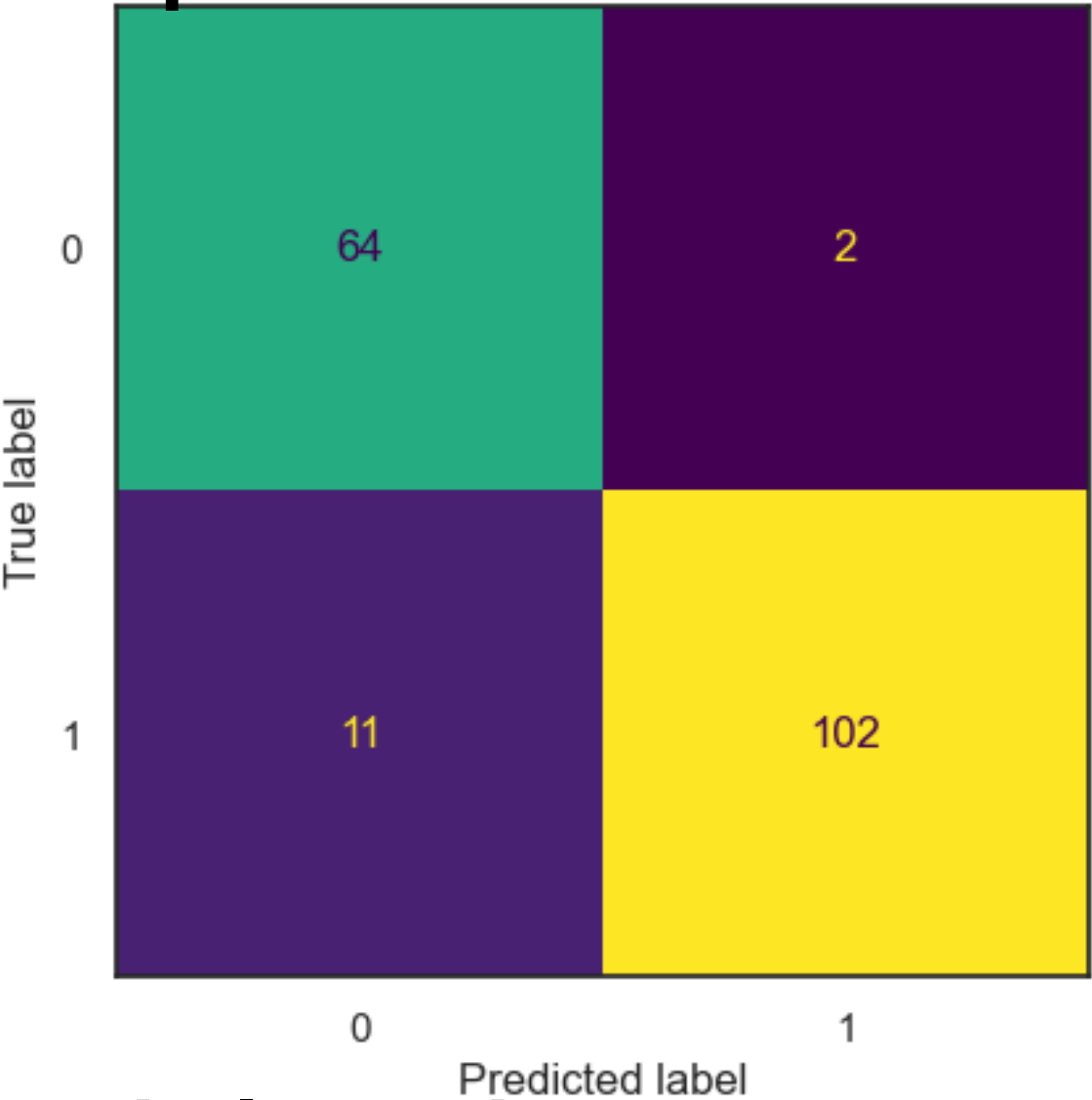
Nécessite plus de données pour modèle CNN



Paramètres issus
d'enregistrements
audio



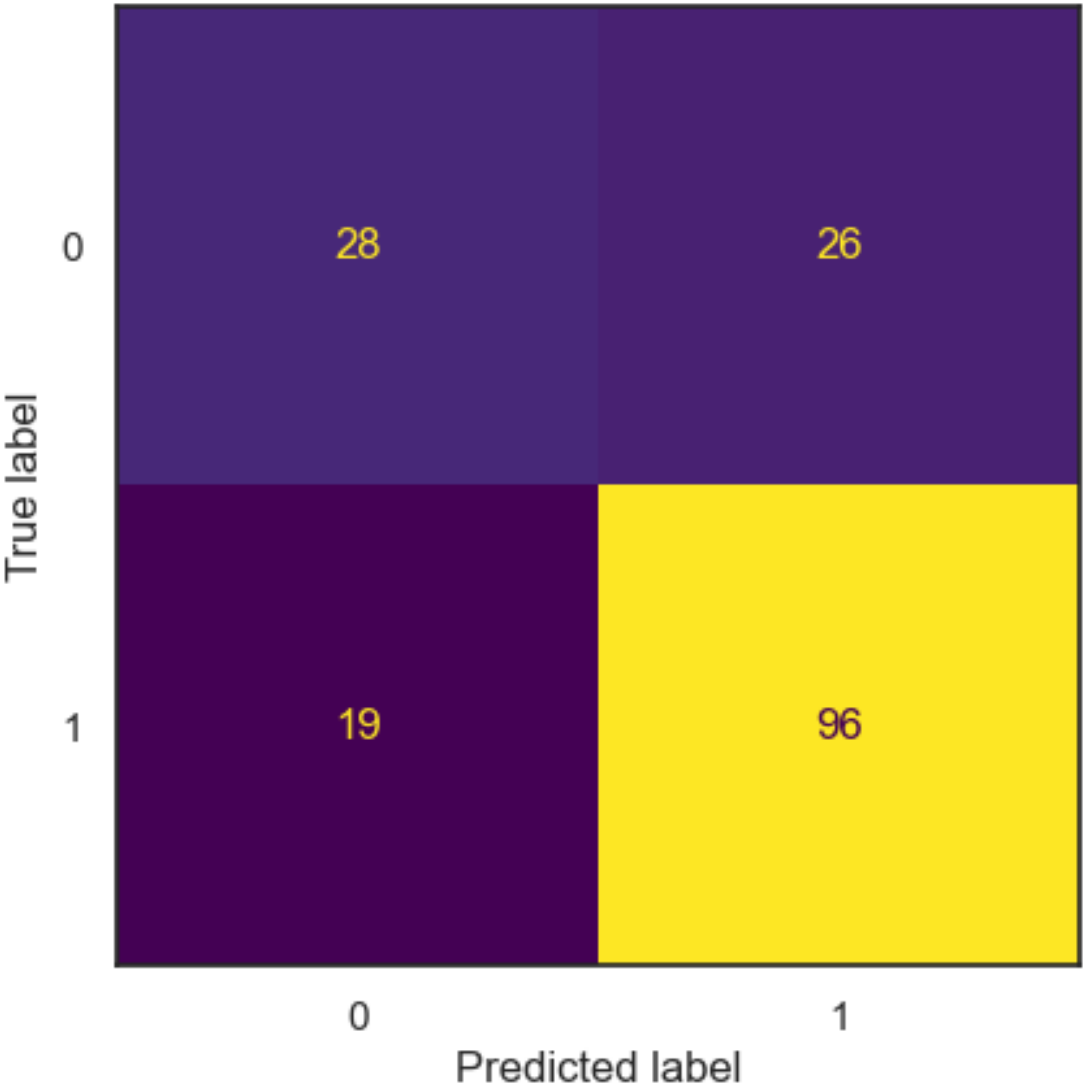
pas de normalisation



balanced accuracy : 0.93

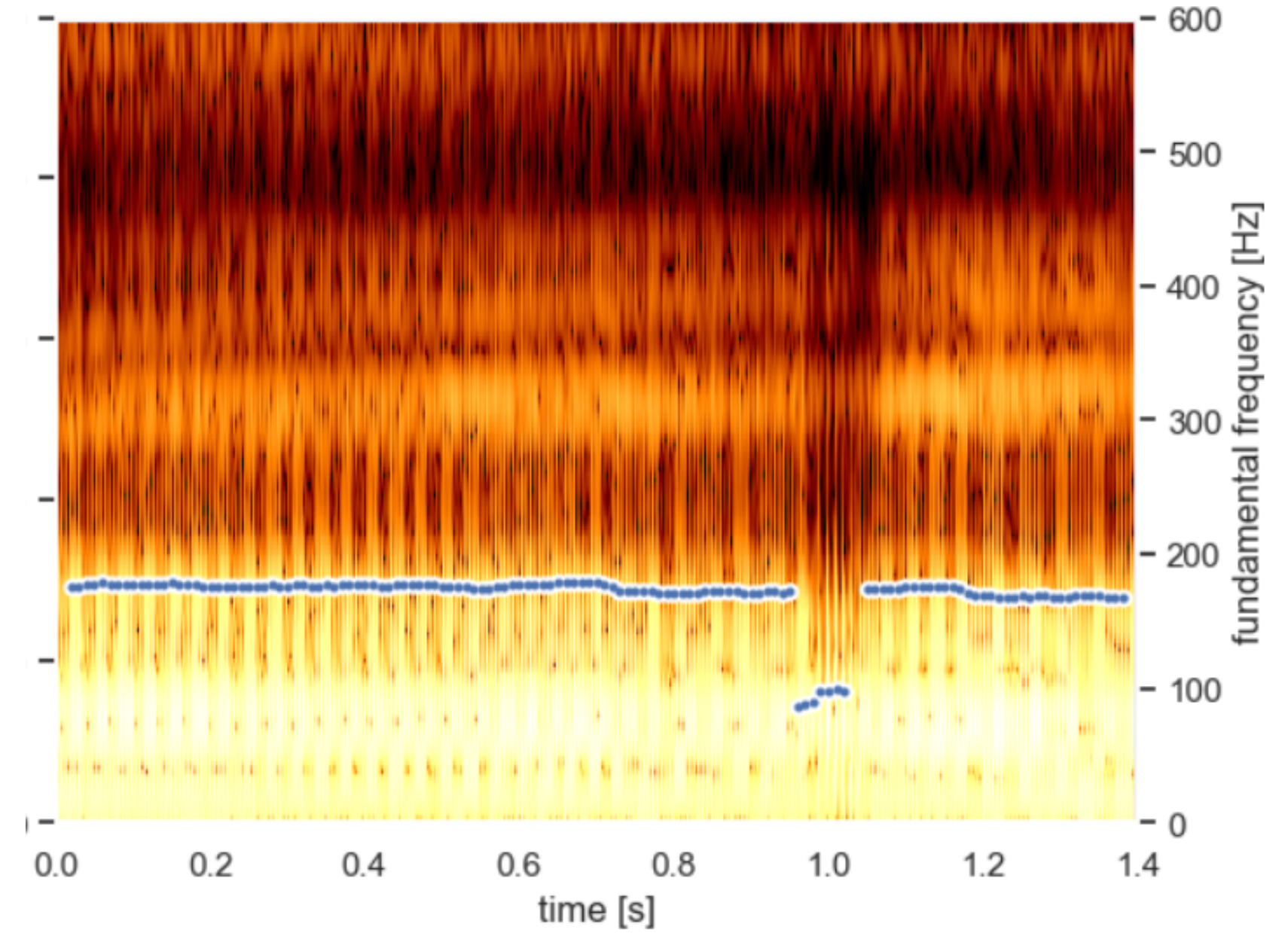
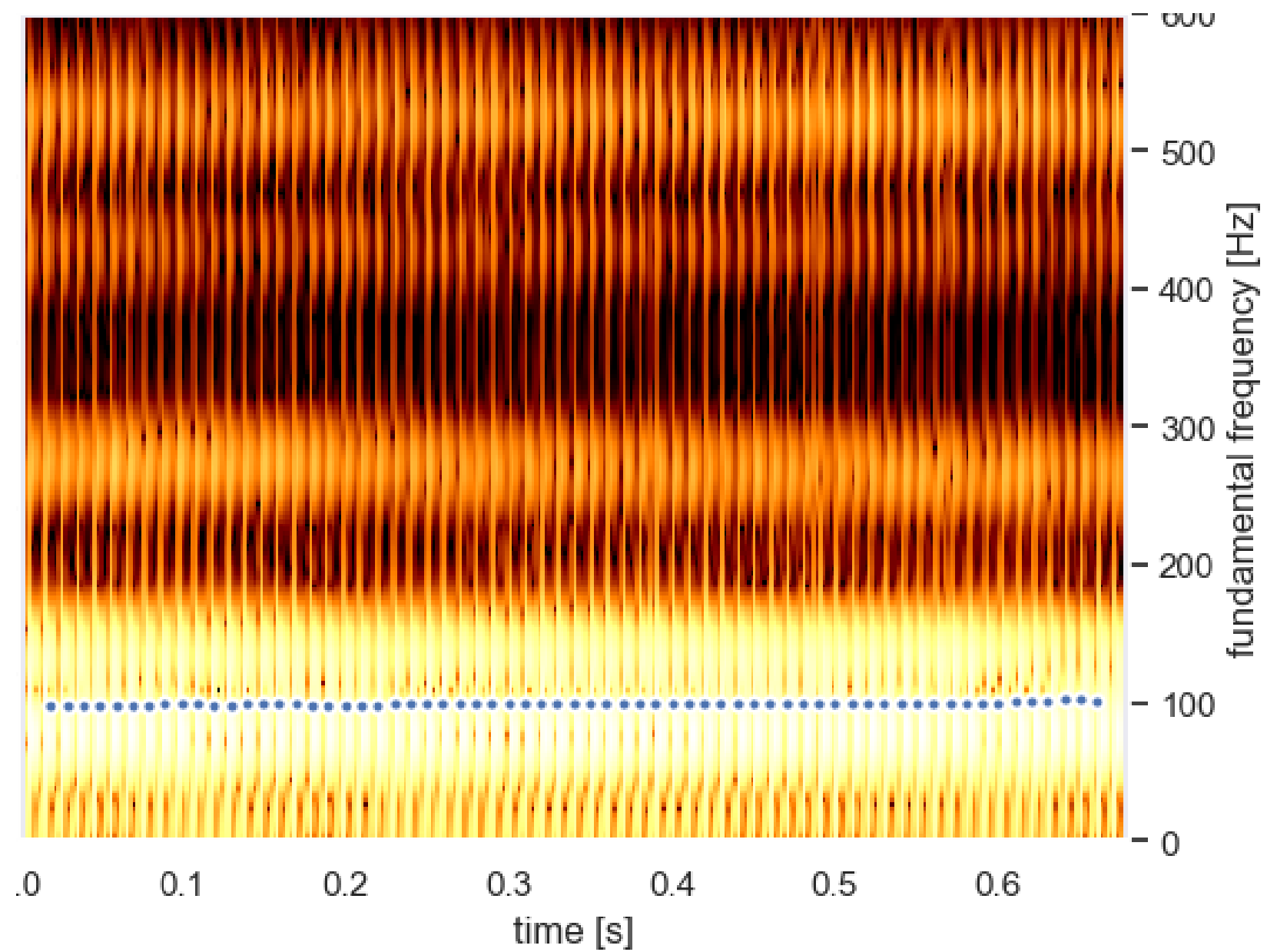
Training 80%
Test 20%

f0 normalisée



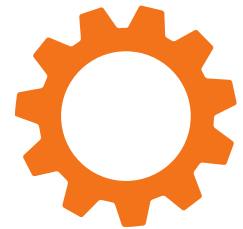
balanced accuracy : 0.67

Echec de la normalisation





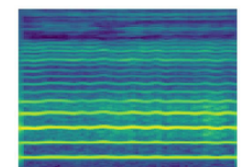
Poursuite du travail de classification + normalisation



Optimisation du protocole d'acquisitions



Etude des variations longitudinales (+normalisation)



Spectrogrammes issus du mode M ?