

Profil Vocal



Permet l'évaluation objective des dysphonies et l'aide au suivi thérapeutique des pathologies vocales.

Principe

Le sujet prononce un "a" tenu. Le manipulateur place une zone d'analyse sur une partie de la voix. A partir de cette fenêtre d'observation, le logiciel calcule des indices tels que :

- moyenne, écart type, coefficient de variation de la F0, intensité et débit d'air oral.
- instabilité de la fréquence de vibration : jitter moyen, jitter factor, jitter ratio, Relative Average Perturbation (RAP)
- instabilité de la vibration en amplitude : shimmer , Amplitude Perturbation Quotient, Shimmer factor
- rapport signal/bruit
- indice de fuite glottique (explore la présence ou absence de « fuites d'air à travers la glotte »)

Préparation

Matériel

EVA Version Aérodynamique	EVA Version Acoustique
Placer une embouchure propre sur la pièce à main. Prendre une taille adaptée au patient.	Placer le patient à 30 cm du microphone sur perchette. S'assurer qu'il ne bouge pas. Brancher la prise du microphone dans l'entrée INPUT 1-LEFT.
Tourner le commutateur de sélection d'entrée INPUT 1-LEFT sur MASK.	Tourner le commutateur de sélection d'entrée INPUT 1-LEFT sur MICRO.

Démarrage du logiciel

Lancer le logiciel SESANE en cliquant sur cette icône dans la barre des tâches de WINDOWS.



Dans SESANE, entrer les informations du patient :



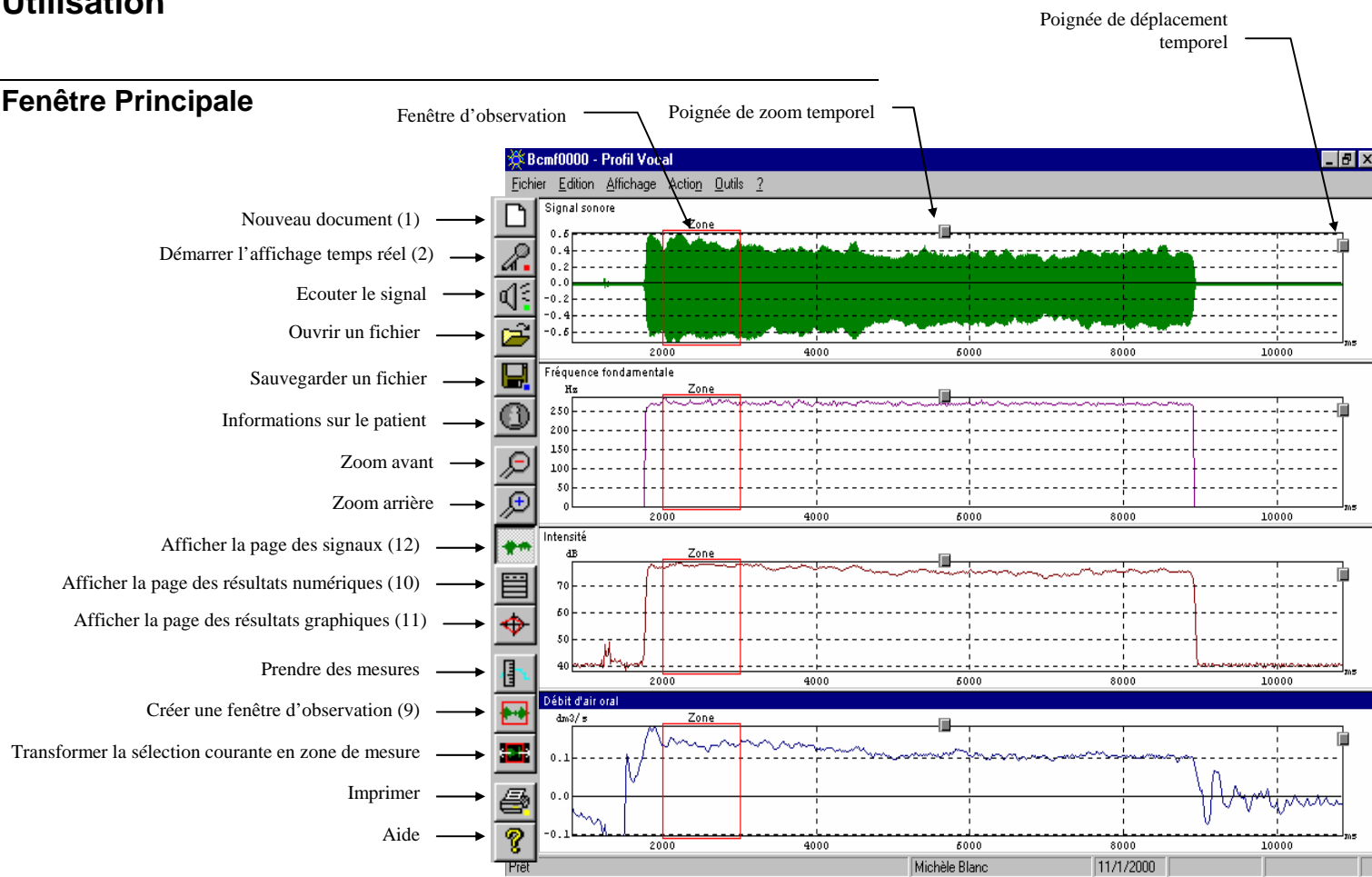
Patient Informations

Puis cliquer deux fois sur l'icône :



Utilisation

Fenêtre Principale



L'ergonomie est détaillée dans le Chapitre « Références »
 § Menus & clavier § Manipulation du signal

Protocole d'utilisation

- (1) Créer un nouveau document
- (2) Démarrer l'affichage temps réel.
la fenêtre de contrôle des enregistrements apparaît.

EVA Version Aérodynamique

Éloigner le patient de la pièce à main.

- (3) Calibrer les capteurs, attendre trois secondes. *Le niveau de débit d'air oral doit être égal à zéro*

Replacer le patient en position.

Faire un essai de « a » tenu.

- (4) Vérifier que le niveau d'entrée du signal n'atteigne pas +3 dB.

Si nécessaire, ajuster le bouton de volume de l'entrée INPUT 1-LEFT.

Un signal très faible indique peut être un mauvais positionnement du commutateur MASK - MICRO - LINE.

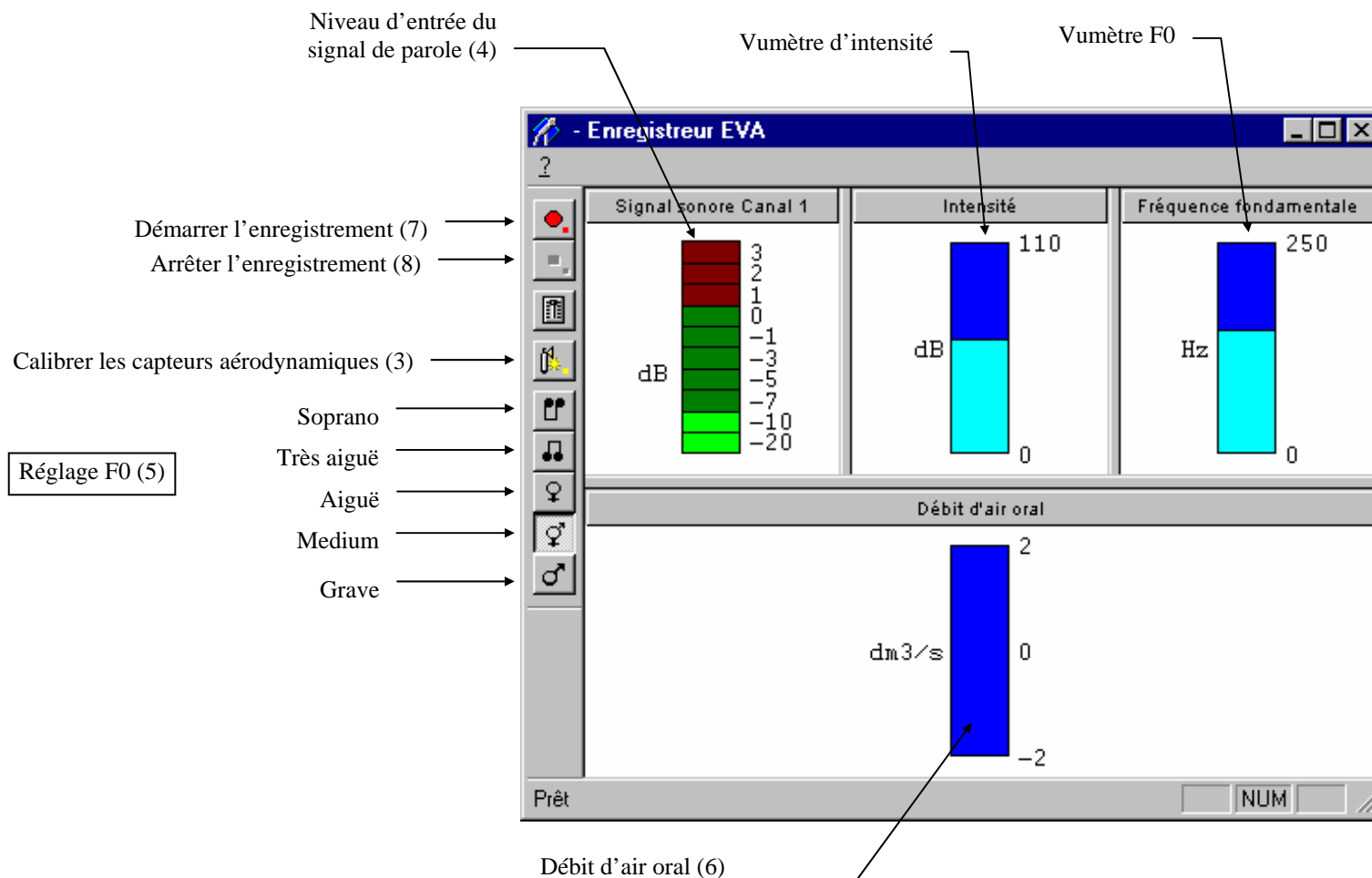
- (5) régler le registre de fréquence fondamentale utilisé en conséquence.

EVA Aérodynamique

- (6) Vérifier que le débit d'air est correctement mesuré. Si nécessaire, vérifier le bon plaquage du patient contre l'embouchure.



Fenêtre de contrôle des enregistrements



(7) Démarrer l'enregistrement.

Le patient produit un « a » tenu à hauteur confortable et usuelle.

(8) Arrêter l'enregistrement.

La fenêtre principale apparaît.

(9) Créer une fenêtre d'observation.

Un curseur de zone apparaît sur les signaux affichés.

Déplacer cette zone à votre convenance en cliquant avec la souris sur le bord gauche de la fenêtre d'observation et en déplaçant la souris tout en maintenant le bouton gauche appuyé.

Sur cette durée, des calculs sont effectués.

(10) Visualiser les résultats numériques

(11) Visualiser les résultats graphiques

Explorer au besoin d'autres portions de la production du patient.

Sauvegarder les données.

Imprimer le document.

Mesures

L'évaluation de la qualité de la voix est fondée sur les mesures effectuées à partir d'une fenêtre d'observation choisie sur le signal enregistré.

Création de la zone d'observation

Pour créer cette zone d'analyse cliquer sur l'icône :



Un curseur de zone apparaît sur les signaux affichés.

La durée de la zone est fixée. Elle peut cependant être modifiée en utilisant les Options (Menu Outils | Options) ou en appelant le menu objet Menu | Propriétés (voir plus loin).

Placement de la zone d'observation

Il existe plusieurs manières de placer cette zone :

- sur la partie la plus stable de l'émission vocale
- à un moment prédéterminé (ex : 200 ms) après une attaque de voix.

Pour la déplacer :

1. placer le pointeur de la souris près du côté gauche du curseur de zone,
2. maintenir appuyé le bouton gauche de la souris et,
3. déplacer la zone d'analyse,
4. relâcher

Edition de la zone d'observation

Vous pouvez remplacer à tout moment cette zone par une autre partie du signal enregistré. L'analyse sera alors à nouveau entièrement recalculée.

Pour définir manuellement une zone :

1. sélectionner une partie du signal (placer le pointeur de la souris au début et maintenir appuyé la touche Shift + le bouton gauche de la souris, déplacer la souris jusqu'à la fin et relâcher). Vous pouvez contrôler la longueur de votre sélection en vérifiant la barre d'état.



Durée de la sélection

2. cliquer sur l'icône de transformation de zone :



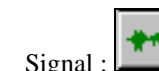
La zone d'analyse prend alors la place de la zone sélectionnée, et les statistiques sont immédiatement calculées.

Pour retourner à la zone standard, cliquer sur l'icône :



Affichage des résultats

Les résultats sont affichés sur des pages séparées : une page statistiques contenant les résultats numériques et graphiques, et une page radar résumant tous les résultats comparés à la norme. Pour se déplacer d'une page à l'autre, utiliser les icônes suivants :



Vous pouvez aussi changer la page courante

- en sélectionnant le menu « Affichage | Page xxx »
- OU en utilisant les raccourcis clavier « 1 », « 2 », « 3 »

Statistiques

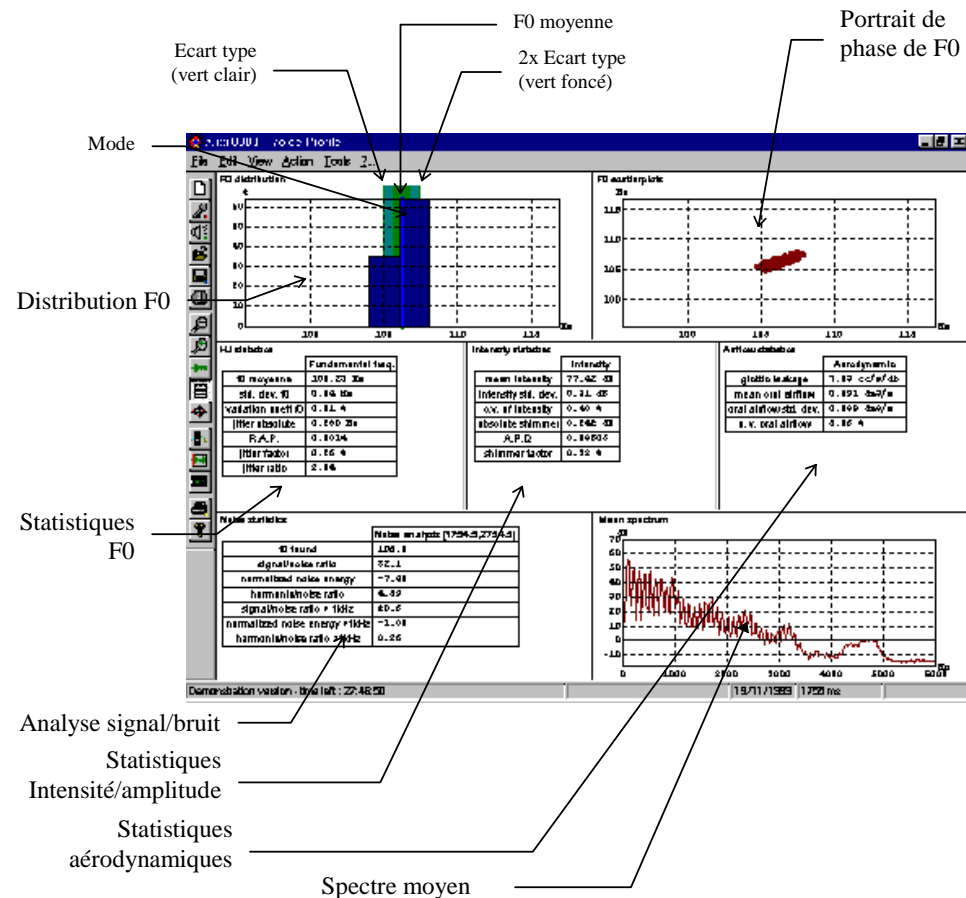


Le programme affiche la moyenne, l'écart type et le coefficient de variation en pourcentage pour chaque type de signaux enregistrés.

Différents indices d'instabilité exprimés sous diverses formes sont aussi proposés:

- le JITTER sur la Fo (explore les variations de fréquence entre cycles)
- le SHIMMER sur l'amplitude (explore les variations d'amplitude entre cycles)
- des mesures de rapport signal/bruit
- des mesures de fuite glottique en tenant compte du débit d'air oral.
- l'analyse spectrale

Pour plus de détails voir plus loin le chapitre Notes Techniques

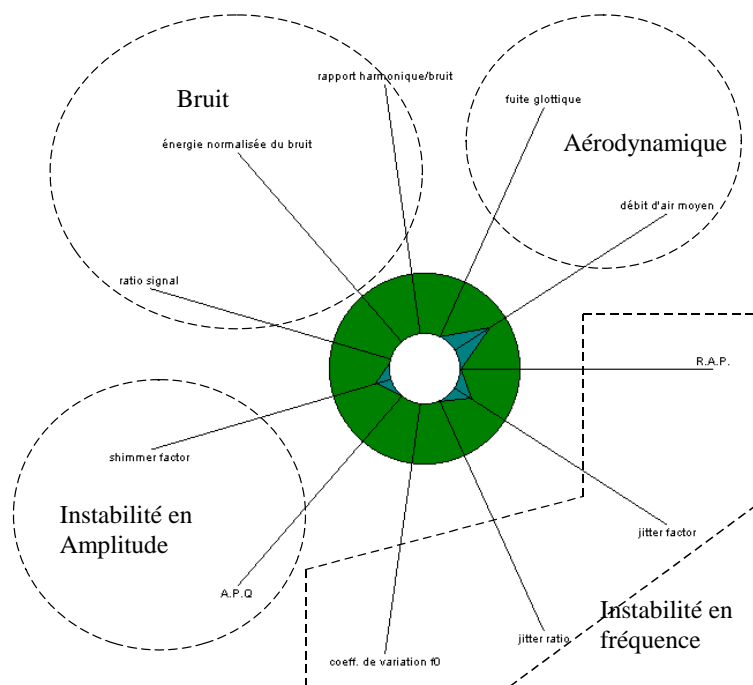


Affichage radar

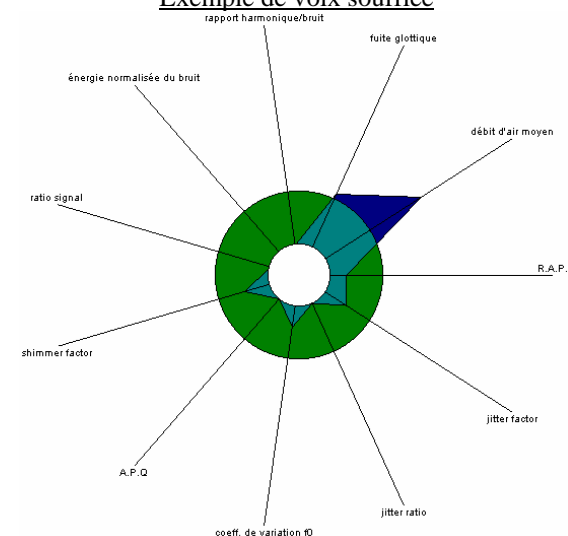


Cette représentation permet de visualiser de manière très synthétique une image qualitative des paramètres de la voix. Il s'agit d'une présentation de type radar où chaque axe explore une dimension de la voix. Le cercle intérieur représente les limites obtenues avec des patients « normaux ». Si une mesure excède cette limite, elle sortira du cercle. Les valeurs de ces limites peuvent être modifiées en utilisant les Options (Menu Outils | Options) ou en appelant le menu objet Menu | Propriétés (voir plus loin).

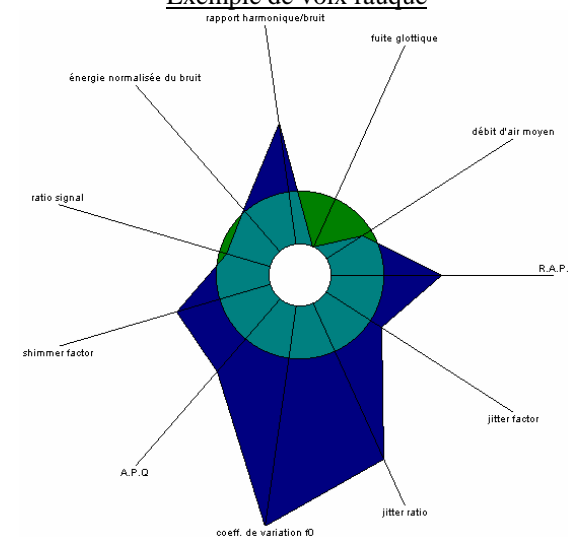
Exemple de voix normale



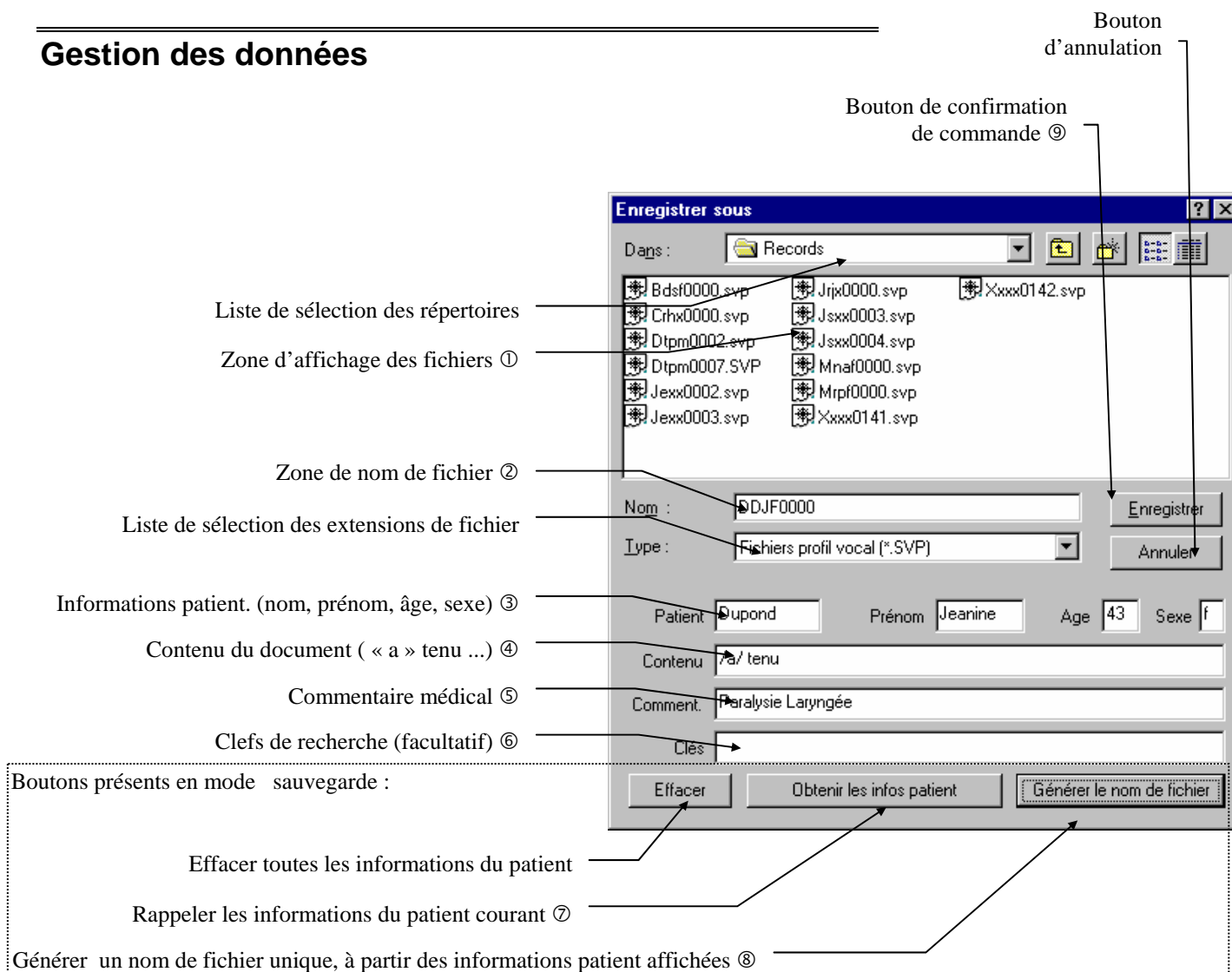
Exemple de voix soufflée



Exemple de voix rauque



Gestion des données



Sauvegarder un document

Méthode 1 : Cliquer sur ⑦. Les informations du patient apparaissent dans les champs ③, ④, ⑤, ⑥. Un nom de fichier unique est automatiquement généré en ②. Confirmer en cliquant sur ⑨.

Méthode 2 : Entrer manuellement les informations du patient dans les champs ③, ④, ⑤, ⑥. Cliquer sur ⑧. Un nom de fichier unique apparaît en ②. Confirmer la sauvegarde en cliquant sur ⑨.

Méthode 3 : Entrer manuellement les informations du patient dans les champs ③, ④, ⑤, ⑥. Entrer un nom de fichier en ①. Confirmer la sauvegarde en cliquant sur ⑨.



Ouvrir un document

Sélectionner un document en ① en cliquant une fois avec le bouton gauche de la souris. Le nom du fichier apparaît en ② avec également ses informations en ③, ④, ⑤, ⑥. Confirmer votre choix en cliquant sur ⑨.

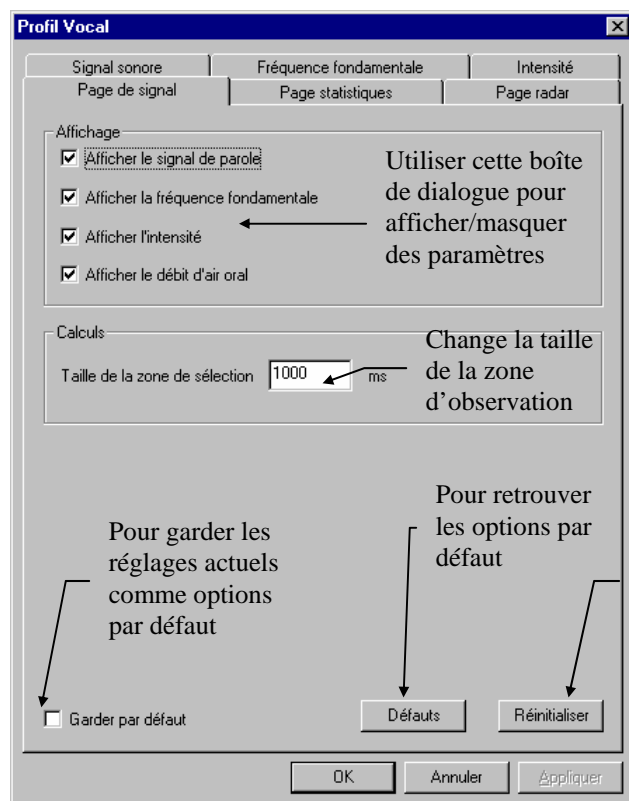


Pour obtenir les informations sur le patient

Options

Vous pouvez modifier les paramètres du programme en sélectionnant le menu « Outils | Options ou en appuyant sur la touche « O ».

Options de la page du signal



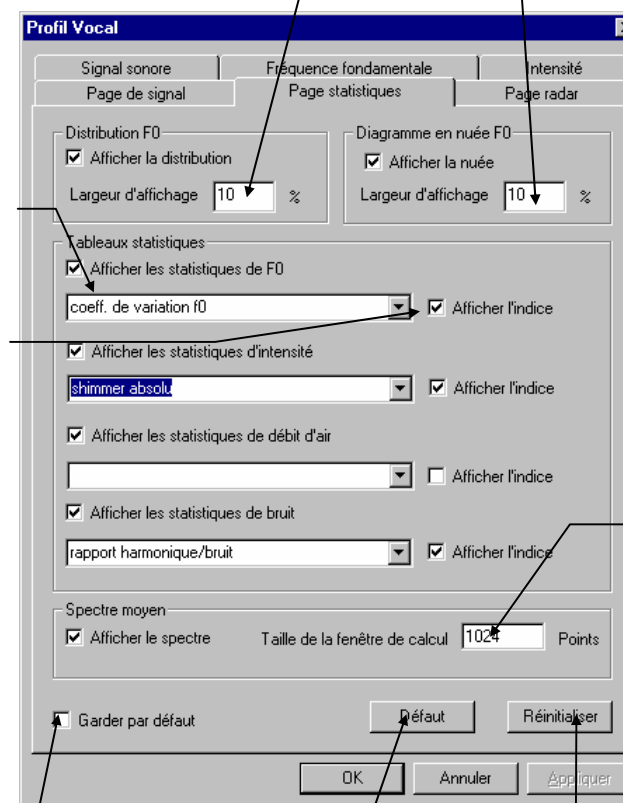
Options de la page Statistiques

Largeur d'affichage
autour de F0 moyenne

Pour modifier les paramètres
des statistiques :

① Sélectionner l'index que
vous voulez afficher / masquer

② Cocher /
Ne pas cocher l'index



Options de la page Radar

Cette boîte de dialogue modifie les valeurs normatives utilisées lors de la représentation radar. Pour cela vous devez :

① Sélectionner l'index que vous souhaitez modifier, en cliquant sur son nom.

② La norme correspondante et ses valeurs maximales affichées sont reportées dans ces champs de texte. Une fois modifiées, les nouvelles valeurs sont immédiatement mises à jour dans le tableau.

③ Vous pouvez également choisir d'afficher ou de masquer le texte de cet index dans la représentation radar en sélectionnant cette option.

Pour garder les réglages actuels comme options par défaut

Pour retrouver les options par défaut

Pour retrouver les réglages d'usine

Indice	Unité	Normalité	Maximum	Afficher
jitter absolu	Hz	0.3	4	
R.A.P.	-	0.003	0.01	X
jitter factor	%	0.99	5	X
jitter ratio	*/oo	8	15	X
coeff. de variation f0	%	1.5	4	X
shimmer absolu	dB	0.4	1.5	
A.P.Q	-	0.1	0.3	X
shimmer factor	%	0.99	5	X
ratio signal	%	70	0	X
énergie normalisée du bruit	dB	-6	0	X
rapport harmonique/bruit	dB	7.4	-10	X
fuite glottique	cm3/s/dB	4	8	X
débit d'air moyen	dm3/s	0.2	0.5	X

☐ Garder par défaut

Normalité Maximum ☒ Afficher

Notes Techniques

Fréquence Fondamentale (F0) :

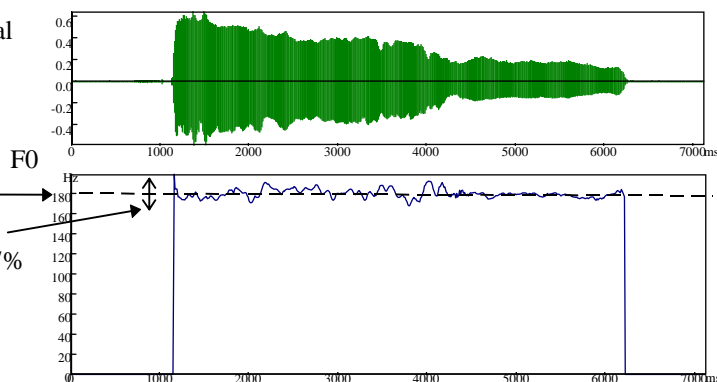
Ces statistiques explorent la fréquence de vibration des cordes vocales.

1. Moyenne de la F0 (en Hz)
2. Ecart type de la F0 (en Hz)
3. Coefficient de variation de la F0 (en %)
4. Jitter moyen (en Hz)
5. Relative Average Perturbation (sans unité)
6. Jitter factor (en %)
7. Jitter ratio (en ‰)

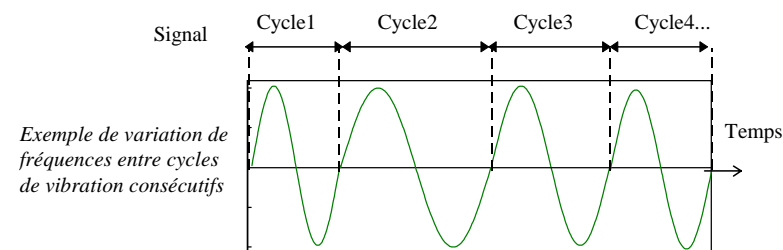
Statistiques de la f0

	Freq. Fondamentale
f0 moyenne	179.97 Hz
écart type f0	4.87 Hz
coeff. de variation f0	2.71 ‰
jitter absolu	0.677 Hz
R.A.P.	0.0015
jitter factor	0.38 ‰
jitter ratio	3.76 ‰

Signal vocal



1. La **F0 moyenne** apporte une mesure globale de la hauteur de la voix (aiguë, grave ...)
2. L'instabilité à moyen terme de la F0 se traduit par des variations de fréquence au cours du temps. Elle se mesure par l'**écart type** de la F0, qui correspond à l'ampleur en Hz des variations de F0 autour de la moyenne.
3. Le **coefficient de variation** permet de relativiser l'écart type en le comparant à la F0 moyenne. Il correspond donc à l'ampleur en % des variations de F0 par rapport à la F0 moyenne. Ainsi, à un écart type de 4.9 Hz pour une F0 moyenne de 180 Hz correspond un coefficient de variation de 2.7%, valeur importante. Le même écart type pour une F0 moyenne de 500 Hz fournit un coefficient de variation de 0.98%, valeur beaucoup plus normale. Le coefficient de variation de la F0 est donc le meilleur indice pour explorer la stabilité de la fréquence fondamentale à moyen terme. Il devient important sur des phénomènes de vibrato pathologiques, chevrottement, instabilité d'origine neurologique.
4. L'instabilité à court terme de la F0 se traduit par des variations de fréquence entre chaque cycle d'oscillation. Elle se calcule par le **JITTER absolu moyen** qui est la moyenne de la différence de F0 entre deux cycles de vibration consécutifs. Ces variations sont calculées cycle à cycle, de manière très précise.
5. Le **RAP** mesure la moyenne des variations de trois périodes consécutives rapportée à la période



moyenne du signal observé.

6. Le **JITTER factor** permet de relativiser le jitter moyen en le comparant à la F0 moyenne. Ainsi, à un jitter moyen de 0.677 Hz pour une F0 moyenne de 180 Hz correspond un jitter factor de 0.38%, valeur faible. Le même jitter moyen pour une F0 moyenne de 80 Hz fournit un jitter factor de 0.84%, valeur plus élevée. Le jitter factor est donc un meilleur indice pour explorer la stabilité de la fréquence fondamentale à court terme. Il est assez bien corrélé avec la raucité.

7. Le **JITTER ratio** mesure la moyenne des variations de période entre deux cycles de vibration consécutifs et relativise cette valeur par la période moyenne du signal observé.

Remarque : un Jitter élevé entraîne toujours un coefficient de variation important. La réciproque n'est pas vraie. En effet, de petites variations croissantes ou décroissantes de F0 entre chaque cycle ne fournira pas un jitter important mais pourra donner lieu à des variations globales importantes de F0 (exemple typique : un vibrato).

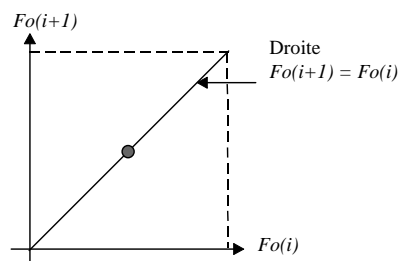
A propos du portrait de phase de la F0

Le portrait de phase de la F0 correspond à une représentation graphique en nuages de points dans laquelle les coordonnées d'un point sont :

$$x = Fo_i \text{ (} Fo \text{ du } i^{\text{ème}} \text{ cycle)}, \quad y = Fo_{i+1} \text{ (} Fo \text{ du } i+1^{\text{ème}} \text{ cycle)}$$

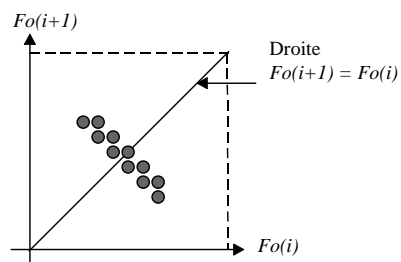
Dans le cas d'une fréquence fondamentale très stable, n'apparaît alors qu'un point sur cette représentation :

Portrait de phase avec Fo constante



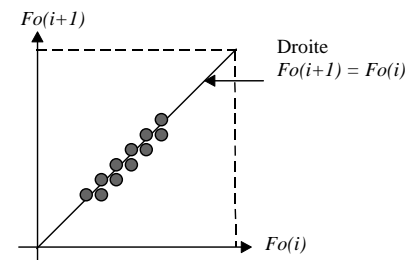
Si la fréquence fondamentale est instable à court terme (Fo_i très différent de $Fo_{i+1} \Leftrightarrow$ jitter), les points se distribuent selon une droite d'orientation en haut à gauche vers en bas à droite :

*Portrait de phase avec Fo instable à court terme
(Fo_i très différente de Fo_{i+1})*



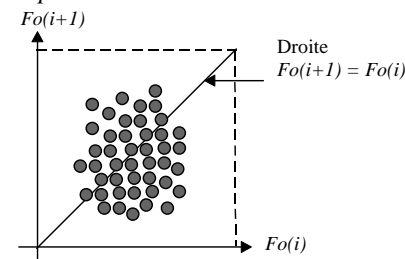
Si la fréquence fondamentale est relativement stable à court terme mais varie à long terme (\Leftrightarrow important coefficient de variation), les points se distribuent selon une droite d'orientation en bas à gauche vers en haut à droite :

Portrait de phase avec Fo instable à long terme (ex : vibrato)



Si la fréquence fondamentale n'est stable ni à court terme, ni à long terme, les points se distribuent en nuage :

Portrait de phase avec Fo instable à court et long terme



Statistiques sur l'intensité/amplitude :

Ces statistiques explorent l'amplitude et intensité du signal vocal.

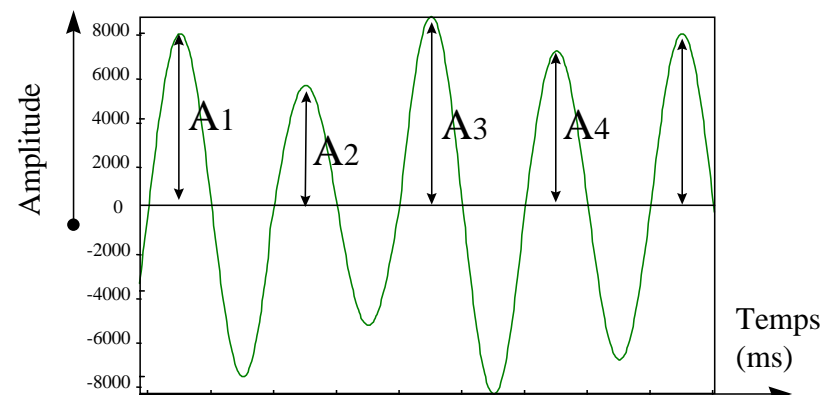
1. Intensité moyenne (en dB)
2. Ecart type de l'intensité (en dB)
3. Coefficient de variation de l'intensité (en %)
4. Shimmer moyen (en dB)
5. Average Perturbation Quotient (sans unité)
6. Shimmer factor (en %)

	Intensité
intensité moyenne	85.85 dB
écart type de l'intensité	0.55 dB
coeff. de variation de l'intensité	0.64 %
shimmer absolu	0.227 dB
A.P.Q	0.01864
shimmer factor	0.26 %

1. L'**intensité moyenne** apporte une mesure globale de la force sonore de la voix (faible, forte ...)
2. L'**écart type** de l'intensité correspond à l'ampleur en dB des variations d'intensité autour de la moyenne.
3. Le **coefficient de variation** permet de relativiser l'écart type en le comparant à l'intensité moyenne. Il correspond donc à l'ampleur en % des variations d'intensité par rapport à l'intensité moyenne.

Les mesures précédentes s'effectuent sur l'intensité calculée avec un temps d'intégration de 10 ms, durée indépendante du cycle vibratoire.

Les mesures suivantes s'effectuent sur l'amplitude de chaque cycle vibratoire.



4. L'instabilité à court terme de l'amplitude de la vibration se traduit par des variations d'amplitude entre chaque cycle d'oscillation. Elle se calcule par le **SHIMMER moyen** qui est la moyenne des rapports d'amplitudes entre deux cycles de vibration consécutifs. Ce rapport est généralement exprimé en dB. Ces variations sont calculées cycle à cycle, de manière très précise.
5. L'**APQ** mesure la moyenne des variations d'amplitude en tenant compte de 11 périodes consécutives, le tout rapporté à l'amplitude moyenne du signal observé.
6. Le **SHIMMER factor** permet de relativiser le shimmer moyen en le comparant à l'amplitude moyenne.

Remarque :

Les mesures sur l'intensité (moyenne, écart-type, coefficient de variation) s'effectuent sur la courbe d'intensité indépendamment du volume d'enregistrement.

Les mesures d'instabilité en amplitude (shimmer, APQ) s'effectuent sur l'amplitude du signal de parole. Il est donc vivement déconseillé de faire varier le volume d'entrée en cours d'enregistrement.

Statistiques du bruit

Ces statistiques explorent la présence (ou absence) de « bruits » au cours de la phonation. Ce bruit peut être dû à un écoulement turbulent causé par un mauvais accolement des cordes vocales. On parle alors de « bruit additif ». Il faut signaler qu'une vibration très instable peut être aussi mise en évidence par cette analyse : l'écart de la F0 et de ses harmoniques par rapport à la valeur moyenne est détectée comme un « bruit » de modulation. L'analyse s'effectue par des méthodes temporelles et spectrales.

Le rapport Harmonique/Bruit (HNR) se calcule à partir d'une méthode temporelle décrite dans Yumoto et al. (E.Yumoto, W.Gould, (1982) « Harmonics-to-noise ratio as an index of the degree of hoarseness », J.A.S.A, 71(6), 1544-1550) :

25 cycles consécutifs du signal voisé permettent d'établir une forme ondulatoire moyenne ; H est l'énergie de l'onde moyennée, alors que N est l'énergie moyenne de la différence entre chaque cycle vibratoire enregistré et la forme ondulatoire moyennée. Le rapport H/N est calculé régulièrement et sa valeur est convertie en dB.

Le Signal Ratio (Sr) se calcule à partir d'une méthode spectrale comme décrite par Hiraoka et al. (N. Hiraoka, Y. Kitazoe, H.Ueta, (1984), « Harmonic-intensity analysis of normal and hoarse voices », J.A.S.A, 76(6), 1648-1651) :

nous considérons que le signal vocal est la somme de deux composantes :

- une composante périodique (F0 & harmoniques)
- une composante de bruit (le reste)

La somme mathématique de ces deux composantes est considérée comme le signal complet.

SR $\text{Signal Ratio} = \text{Energie } (F0 + Hi) / \text{Energie Totale} \quad (\%)$
signal ratio est calculé sur tout le spectre.
signal ratio [f > 1kHz] est calculé sur les fréquences du spectre > 1 kHz.

L'énergie Normalisée du Bruit (NNE) se calcule à partir d'une méthode spectrale comme décrite par Kasuya et al. (H.Kasuya, S.Ogawa, K. Mashima, S.Ebihara, (1986), « Normalized noise energy as an acoustic measure to evaluate pathologic voice », J.A.S.A, 80(5), 1329-1334. Cette méthode est assez proche de la précédente excepté dans la formulation finale :

NNE Normalised Noise Energy = $10 \cdot \log [\text{Energie}(\text{Bruit}) / \text{Energie Totale}] \quad (\text{dB})$

Mesures aérodynamiques

Ces statistiques explorent la présence (ou absence) de « fuites d'air à travers la glotte » au cours de la phonation.

Fuite glottique = Débit d'air moyen rapporté à l'intensité moyenne (cm³/s)/dB

Cet indice évalue la quantité d'air nécessaire pour produire un décibel, évaluant ainsi la « perte » glottique.

Normalité

Paramètres affichés en représentation radar.

Paramètre	unité	frontière « normalité » / pathologie	limite supérieure pathologique affichée	corrélation avec l'aspect pathologique*
Jitter absolu	Hz	0.3	4	+
RAP	none	0.003	0.01	+
Jitter Factor	%	0.99	5	+
Jitter Ratio	‰	8	15	+
c.v. F0	%	1.5	4	+
Shimmer	dB	0.4	1.5	+
APQ	none	0.1	0.3	+
Shimmer factor	%	0.99	5	+
Signal Ratio	%	70	0	-
H/N ratio	dB	7.4	-10	-
NNE	dB	-6	0	+
fuite glottique	cm ³ /s/dB	4	8	+
débit d'air oral	dm ³ /s	0.2	0.5	+

* Le signe (+) de corrélation avec l'aspect pathologique signifie que plus l'indice augmente, plus il traduit un grade de pathologie élevé.

Le signe (-) de corrélation avec l'aspect pathologique signifie que plus l'indice diminue, plus il traduit un grade de pathologie élevé.

Formules Mathématiques des indices calculés

Indices de fréquence fondamentale

Moyenne	$\text{moyenne (en Hz)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N F0_i$
Ecart-type	$\text{écart-type (en Hz)} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F0_i - F0_{\text{moy}})^2}$
C.V.	$\text{coefficient de variation (en \%)} = 100 \times \frac{\text{écart type}}{\text{moyenne}}$
Perturbation Cycle à Cycle	$\text{Jitter moyen (en Hz)} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} F0_i - F0_{i+1} $
Perturbation Moyennée	<p>Relative Average Perturbation (sans unité)</p> $\text{RAP} = \frac{1}{N-2} \sum_{i=2}^{N-1} \left \frac{T0_{i-1} + T0_i + T0_{i+1}}{3} - T0_i \right $ <p style="text-align: center;">$T0_{\text{moy}}$</p>
pourcentage	$\text{Jitter factor (en \%)} = 100 \times \frac{\text{jitter moyen (Hz)}}{F0_{\text{moy}}}$
	$\text{Jitter ratio (en \%)} = 1000 \times \frac{\text{jitter moyen (ms)}}{T0_{\text{moy}}}$

Indices de l'intensité et amplitude

Moyenne	$\text{moyenne (en dB SPL)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \text{Intensité}_i$
Ecart-type	$\text{écart-type (en dB SPL)} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\text{Intensité}_i - \text{Intensité}_{\text{moy}})^2}$
C.V.	$\text{coefficient de variation (en \%)} = 100 \times \frac{\text{écart type}}{\text{moyenne}}$
Perturbation Cycle à Cycle	$\text{shimmer moyen (en dB)} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} \left 20 \cdot \log \left(\frac{A_i}{A_{i+1}} \right) \right $
Perturbation Moyennée	<p>Amplitude Perturbation Quotient</p> $\text{APQ} = \frac{\frac{1}{N-10} \sum_{i=6}^{N-5} A_{i-5} + \dots + A_i + \dots + A_{i+5} - 11 }{A_{\text{moy}}}$
pourcentage	$\text{Shimmer factor} = 100 \times \frac{\text{shimmer}}{20 \cdot \log(A_{\text{moy}})}$

Indice aérodynamique

$$\text{Fuite glottique} = \frac{DAB_{\text{moy}}}{\text{Intensité}_{\text{moy}}} \quad \text{en (cm}^3\text{/s) / dB}$$