

ANALYSE DE LA PHONÉTIQUE ACOUSTIQUE DU SYSTÈME VOCALIQUE DE LA LANGUE BÉBOT (BĒBÒT)

MADJIRADE Yaphete

*Maître -assistant-CAMES- Linguiste
Université de N'Djamena (Labo-CELT)
Email:madjirade@yahoo.fr*

Résumé

Cette étude propose une analyse phonétique acoustique du bébot (bēbòt), langue du groupe Sara central, principalement parlée dans le département de Kouh-Ouest, au Tchad. Elle vise à compléter les descriptions phonologiques antérieures par une caractérisation instrumentale et quantitative du système vocalique, à partir des paramètres acoustiques F1, F2, F3, F0 et de la durée vocalique. L'étude s'appuie sur la théorie Source-Filtre de Fant (1960) et sur l'hypothèse de Dispersion-Focalisation de Lindblom (1972). Le corpus comprend huit mots monosyllabiques de structure CVC, représentant les huit voyelles phonémiques /i, e, ε, a, o, ɔ, u, ɪ/. Les données ont été enregistrées puis analysées avec le logiciel Praat afin d'extraire les fréquences formantiques, la durée et, lorsque nécessaire, la fréquence fondamentale.

Les résultats mettent en évidence une organisation acoustique structurée de l'espace vocalique. Les valeurs de F1 distinguent les voyelles selon leur degré d'aperture, tandis que F2 permet de différencier leur antériorité ou postériorité. La voyelle centrale /i/ occupe une position acoustique spécifique, confirmant son statut de catégorie vocalique autonome. L'analyse montre également que la hauteur tonale n'altère pas significativement l'identité spectrale des voyelles. La durée vocalique apparaît davantage comme un corrélat phonétique que comme un trait phonologique distinctif. Malgré les limites liées à la taille du corpus, au nombre de locuteurs et à la variation dialectale, cette recherche fournit des données acoustiques de référence pour la description du bébot. Elle contribue ainsi à sa codification orthographique, à sa documentation, à sa préservation et au développement futur de ressources pédagogiques et d'applications de traitement automatique de la parole.

Mots-clés : *bébot ; phonétique acoustique ; système vocalique ; formants ; tons ; Praat.*

ACOUSTIC PHONETIC ANALYSIS OF THE VOWEL SYSTEM OF THE BÉBOT LANGUAGE (BĒBÒT)

Abstract

This study presents an acoustic phonetic analysis of Bébot (bēbòt), a Central Sara language primarily spoken in the Kouh-Ouest Department of Chad. It aims to complement previous phonological descriptions through an instrumental and quantitative characterization of its vowel system, based on the acoustic parameters F1, F2, F3, F0, and vowel duration.

The study draws on Fant's Source-Filter Theory (1960) and Lindblom's Dispersion-Focalization Hypothesis (1972). The corpus consists of eight monosyllabic CVC words representing the eight phonemic vowels /i, e, ε, a, o, ɔ, u, ɪ/. The data were recorded and analyzed using Praat software in order to extract formant frequencies, vowel duration, and, where necessary, fundamental frequency.

The results reveal a structured acoustic organization of the Bébot vowel space. F1 values distinguish vowels according to their degree of aperture, while F2 differentiates them according

to their frontness or backness. The central vowel /i/ occupies a distinct acoustic position, confirming its status as an autonomous vowel category. The analysis also shows that tonal height does not significantly alter the spectral identity of the vowels. Vowel duration appears to function primarily as a phonetic correlate rather than as a distinctive phonological feature. Despite limitations related to corpus size, the number of speakers, and dialectal variation, this research provides reference acoustic data for the description of Bébot. It therefore contributes to the development of its orthographic standardization, documentation, and preservation, as well as to the future development of educational resources and speech-processing applications.

Keywords: *Bébot; acoustic phonetics; vowel system; formants; tones; Praat.*

Introduction

L'analyse de la phonétique acoustique du bébot (ou *bēbòt*), langue du groupe Sara central appartenant à la famille nilo-saharienne et principalement parlée dans le Département de Kouh-Ouest (Région du Logone Oriental, Tchad), présente un intérêt scientifique, didactique et culturel majeur. La phonétique acoustique étudie les propriétés physiques du signal sonore de la parole à travers des paramètres quantifiables tels que la fréquence, l'amplitude, la durée et le spectre. Cette étude s'inscrit dans le cadre de la description des langues africaines prônée par les linguistes africanistes. C'est une étude des principes d'organisation de la langue. Selon Martin (2008 :19) « La première tâche du linguiste est d'observer et de décrire son étude portant sur un objet du monde qui préexiste à son investigation ». Mais quels sont les faits qui se prêtent à cette description ? Notamment, les constituants de la microlinguistique. C'est cette optique que NOAM Chomsky affirme: « Il y a un certain nombre de questions qui pourraient conduire un individu à entreprendre une étude du langage » (Chomsky, (1982 :103). Mais pourquoi décrire les langues africaines et la langue béabót actuellement ? A cette question, Makasso, (2008 :4) répond « ... La communauté universitaire semble unanime pour accepter, sinon encourager la description des langues en danger de disparition, les langues des minorités, voire non-véhiculaire », d'où la nécessité de décrire la langue béabót, Madjirade (2016). Cependant quels aspects du langage doivent faire l'objet d'une étude ? Selon Chomsky (Op.cit) il y a trois théories indissociables qu'une étude doit chercher à développer : La théorie de la structure du langage, la théorie de l'acquisition du langage et la théorie de l'usage du langage. Des trois tâches, celle qui consiste à développer une théorie de la structure du langage est primordiale, car il faut d'abord savoir ce qu'est la langue avant de savoir comment elle est acquise ou utilisée, déclare Biloa (2004 :12) à la suite de Chomsky (Op.cit). C'était dans cette perspective que les travaux de Masnan (2000), Madjiradé (2003), Madjiradé (2007) et Madjiradé 2016 ont procédé la description systématique de la langue bébot voir la grammaire complète Madjiradé (Op.Cit.). C'est ainsi que DJARANGAR a souhaité lors de la présentation des résultats de nos travaux à la Bibliothèque Nationale (N'Djamena) voir la langue bébot présenter comme candidat aux patrimoines mondiale de l'UNESCO mais à condition de sortir la codification de ladite langue avant ce projet de candidature. Et puisque la phonétique ne fait pas partie de la grammaire, c'est l'élément qui reste pour aboutir à l'obtention de l'orthographe du bébot qui va rendre la langue plus utile à communauté. D'où la nécessité de la présente analyse acoustique. Cette approche expérimentale offre des perspectives décisives sur plusieurs plans : l'analyse fine des tons: Comme la majorité des langues du groupe sara, le bébot est une langue à tons. L'analyse acoustique permet de mesurer la fréquence fondamentale (F0) afin de

caractériser scientifiquement les niveaux de hauteur (tons haut, moyen, bas) ainsi que les variations tonales combinées ou modulées. La caractérisation des timbres vocaliques: L'extraction des fréquences formantiques (F1, F2, F3) offre la possibilité de cartographier l'espace vocalique avec précision en identifiant le degré d'aperture, le lieu d'articulation (antériorité/postériorité) et les corrélats de la nasalité.

La caractérisation des consonnes spécifiques: L'approche expérimentale permet de mesurer avec exactitude le temps d'attaque du voisement (*Voice Onset Time* - VOT) et la durée d'occlusion, paramètres indispensables pour distinguer les occlusives sourdes, sonores, injectives/implosives (telles que /b/) et prénasalisées (/mb/, /nd/).

La fixation de l'orthographe et la standardisation, l'un des verrous majeurs de l'aménagement linguistique réside dans la création d'un alphabet fonctionnel. En apportant des preuves acoustiques objectives sur ce qui constitue une variante combinatoire (allophone) ou une unité phonologique autonome (phonème), la phonétique instrumentale évite les sur-spécifications ou les omissions dans la graphie officielle. Elle permet en outre d'harmoniser la transcription des différentes variétés dialectales du bébot (*tàà bēbòtì, tàà bēbùngāj, tàà baggi*, etc.).

La conservation et l'ingénierie linguistique : La constitution d'une base de données audio associées à des mesures acoustiques vérifiables garantit la préservation pérenne de la mémoire phonique de la langue. De plus, l'intégration des langues africaines dans le paysage numérique moderne (synthèse vocale Texte-Parole, reconnaissance automatique de la parole) repose directement sur la modélisation physique du signal vocal. Traiter de la problématique acoustique du système vocalique du bébot nécessite d'isoler les verrous théoriques et méthodologiques propres à cette langue: il faut d'abord définir de l'espace vocalique et des formants (F1, F2, F3). L'objectif central est de cartographier la géométrie de l'espace vocalique du bébot à partir des trois premiers formants: F1 (premier formant): Inversement proportionnel à la hauteur de la langue (degré d'aperture). F2 (deuxième formant): Corrélié à l'ancrage antérieur ou postérieur de la langue (lieu d'articulation). F3 (troisième formant): Indicateur du degré de labialité (arrondissement) et de centralisation. La problématique consiste à déterminer si les écarts acoustiques mesurés entre les voyelles de hauteur proche (ex. /e/ vs /ɛ/ ou /o/ vs /ɔ/) traduisent des oppositions phonologiques stables ou de simples variations allophoniques contextuelles, en particulier concernant le statut de la voyelle centrale /i/ (ou /ɔ/). Interaction entre hauteur tonale (F0) et timbre vocalique.

En tant que langue à tons, le bébot pose un problème d'interaction acoustique : la fréquence fondamentale (F0), qui traduit la hauteur tonale, interagit avec les premiers formants (F1, F2), surtout pour les voyelles hautes (/i/, /u/, /ɨ/). Lorsque F0 est élevé (notamment sous ton Haut ou chez les locutrices), l'écartement des harmoniques réduit la résolution spectrale, rendant l'estimation de F1 plus délicate. L'enjeu est d'isoler le timbre propre de la voyelle en neutralisant l'effet de la hauteur tonale.

Coarticulation et dynamique vocalique, en parole fluide, les voyelles subissent l'influence des consonnes environnantes, en particulier des injectives (/b, d/) et des prénasalisées (/mb, nd/). La question est de séparer la « cible acoustique » (le centre stable de la voyelle) des transitions formantielles dues aux consonnes adjacentes, tout en vérifiant si la durée est un trait distinctif (longueur phonologique) ou un simple corrélat phonétique. D'où la question principale: Dans quelle mesure les paramètres acoustiques, notamment les fréquences formantiques F1 et F2, la durée et le cas échéant, la fréquence

fondamentale (F0), permettent-ils de caractériser, de délimiter et d'expliquer l'organisation du système vocalique de la langue bébot ? Combien de catégories vocaliques sont acoustiquement distinguables ? Les voyelles identifiées phonologiquement occupent-elles des espaces acoustiques distincts ? Les voyelles présentent-elles des différences de durée ?

La littérature linguistique sur le groupe sara central fournit un socle comparatif essentiel : Travaux pionniers : Caprile (1977, 1981) et Fédry (1971, 1977) ont posé les jalons de la description phonologique des langues Sara (notamment le ngambay et le mbay). Études descriptives contemporaines ont été faites dans ce sens : Les travaux de Djarangar (1989), Madjiradé et Masna (op.cit) ont apporté des éclairages précieux sur la phonologie et la grammaire du bédjond et du bébot. De même, les recherches de la SIL-Tchad et divers mémoires dans les Universités respectivement de N'Djamena au Tchad, de Ngaoundé et Yaoundé au Cameroun établissent des inventaires phoniques et phonémiques des unités du bébot mais restent centrés sur des descriptions qualitatives et structurales. Ainsi la quasi-totalité de la littérature disponible repose sur une approche auditive et impressionniste. Les recherches existantes permettent déjà de poser les questions phonologiques, morphologiques, tonologiques. Mais elles laissent encore ouverte une question essentielle : quels sont les corrélats acoustiques des catégories phonologiques du bébot ? Il existe une absence d'études instrumentales publiées exploitant les outils modernes d'analyse spectrale (logiciel Praat). Aucune étude n'a encore fourni de cartographie formantique (F1, F2, F3) établie sur des enregistrements contrôlés. C'est pourquoi la présente recherche vient combler ce vide en fournissant les premières mesures quantitatives en Hertz de la langue bébot.

1. Méthodologie

Cette étude s'inscrit au croisement de la phonétique expérimentale du traitement du signal de la phonologie quantitative. La Théorie Source-Filtre de Fant, (1960). Ce modèle stipule que la production vocale résulte de la combinaison d'une source laryngée (vibration des cordes vocales produisant (F0) et filtre (le conduit vocal dont les résonances constituent les formants F1, F2, F3). L'Hypothèse de Dispersion-Focalisation de Lindblom, 1972, Schwartz et al., (1997). Cette théorie soutient que les systèmes vocaliques s'organisent dans l'espace acoustique de manière à maximiser la distance perceptive entre les phonèmes, assurant ainsi une intelligibilité optimale. Il s'agit d'analyser comment les voyelles du bébot (orales, nasales et centrales) se répartissent géométriquement pour préserver leurs contrastes. L'approche expérimentale requiert un protocole rigoureux pour garantir la fidélité des données malgré les contraintes de terrain (bruit ambiant, équipements portables) : enregistrement : Échantillonnage haute fidélité (44,1 kHz / 16 bits).

Normalisation : Traitement statistique des variations inter-locuteurs (liées à la morphologie du conduit vocal) afin de comparer objectivement les structures formantiques.

2. Résultats : Analyse acoustique des voyelles du bébot

Chaque voyelle se caractérise par son timbre spécifique, déterminé par F1 (corrélé à l'aperture) et F2 (corrélé à l'antériorité/postériorité).

3.1. Corpus expérimental

L'expérimentation repose sur un corpus de 8 mots monosyllabiques représentant les 8 voyelles de la langue en contexte interconsonantique (CVC) :

1. [tèùt] « casser sp. »

5. [kaùl] « biche »

- 2.[báùm] « fourmi magnan » 6.[kuùl] « charbon »
 3.[jiàw] « bière locale » 7.[koèl] « girafe »
 4.[kíùl] « formation des nuages » 8.[kòèl] « côté droit »

3.2. Exemple de traitement : la voyelle [o] (mot *koèl*)

Afin d'illustrer la procédure d'extraction, 10 répétitions de la voyelle [o] extraite du mot *koèl* (« girafe ») ont été mesurées sous Praat :

Tableau I : Mesures acoustiques individuelles de la voyelle [o]

Occurrence	Durée (ms)	F1 (Hz)	F2 (Hz)
1	198	372	1184
2	221	369	1004
3	210	441	1162
4	221	332	1108
5	214	383	1170
6	192	353	1079
7	192	354	1135
8	198	426	1035
9	182	362	1064
10	170	452	1099
Total	1998	3844	10140
Moyenne	199,8	384,4	1014,0

Ces opérations statistiques permettent de dégager les valeurs moyennes caractérisant la cible acoustique de chaque voyelle.

Le tableau 1 est une illustration de l'analyse acoustique de la voyelle (o) dans le corpus N°7 [koèl] « girafe ».le locuteur enquêté a prononcé dix (10) fois le même mot. La machine a analysé en tenant compte des paramètres comme la durée en millisecondes, les fréquences F1 et F2 en Hz. Ce qui a permis d'obtenir pour la voyelle (o) la moyenne F1(384,4) et F2 (1014) permettant de placer cette voyelle sur le triangle vocalique respectivement en abscisse et en ordonnée.

3.3. Récapitulatif des moyennes du système vocalique

Sur le modèle de l'analyse du corpus N°7, les huit(8) phonémiques du bébot ont été étudiées dans le contexte interconsonantique dont voici le résultat des moyennes formantiques dans le tableau 2.

Tableau II : Durées et fréquences moyennes des voyelles du bébot

Voyelle	Durée (ms)	F1 (Hz)	F2 (Hz)
/o/	199,8	384,4	1014,0
/ɔ/	234,9	611,5	1159,0
/u/	199,0	304,0	982,0
/i/ (ou /ə/)	219,3	273,3	1520,0
/e/	81,7	458,5	1525,0
/a/	250,3	690,5	1528,5
/i/	398,8	315,0	2020,0
/ɛ/	202,0	591,9	1859,0

Dans ce tableau, la première colonne renferme les voyelles phonémiques de la langue bébot. La réalisation acoustique de chaque voyelle se fait dans une durée précise en milli-seconde . Ces durées sont classées dans la deuxième colonne.

Les troisième et quatrième colonne sont réservées aux valeurs des formants F1 et F2.

Tableau 3: Synthèse comparative des valeurs formantiques (F1 / F2)

Paramètre	/i/	/ɛ/	/e/	/a/	/o/	/ɔ/	/u/	/i/
F1 (Hz)	315,0	591,9	458,9	690,5	384,4	611,5	304,0	273,3
F2 (Hz)	2020,0	1859,0	1525,0	1528,5	1014,0	1159,0	982,0	1520,0

Dans le tableau 3, chaque voyelle est représentée avec deux valeurs , celle de F1 correspondant à l'axe des abscisses et F2 qui représente l'axe des ordonnées.

En reportant les valeurs moyennes de F1 et F2 dans un repère orthonormé inverse (selon les conventions phonétiques où F1 représente l'axe vertical inversé de l'aperture et F2 l'axe horizontal inversé de l'antériorité), on obtient la cartographie de l'espace vocalique du bébot dans la représentation N°4.

4. Représentation du triangle vocalique

ANTÉRIEUR (F2 élevé) 2000 Hz	CENTRALE 1500 Hz	POSTÉRIEUR (F2 bas) 1200 Hz 900 Hz
HAUTE • /i/	• /ɪ/ (315, 2020) (273, 1520)	• /u/ F1 bas (300 Hz) (304, 982)
MOYENNE • /e/ (458, 1525)	• /o/ (384, 1014)	F1 moyen (400-500 Hz)
• /ɛ/ (591, 1859)	• /ɔ/ (611, 1159)	F1 mi-bas (600 Hz)
BASSE	• /a/ (690, 1528)	F1 élevé (700 Hz)

Dans ce triangle vocalique chaque voyelle est placée en fonction de sa valeur propre en abscisse F1 et en ordonnée F2. Les points noirs font apparaître la courbe du triangle vocalique du bébé selon points d'aperture, on note les voyelles haute (/i/ /ɪ/ et /u/ voyelles moyennes /e/ , /o/, voyelles basses /ɛ/, /ɔ/ et enfin voyelle plus basse/a/ . Il y a également de voyelles antérieures, centrales et des voyelles postérieures.

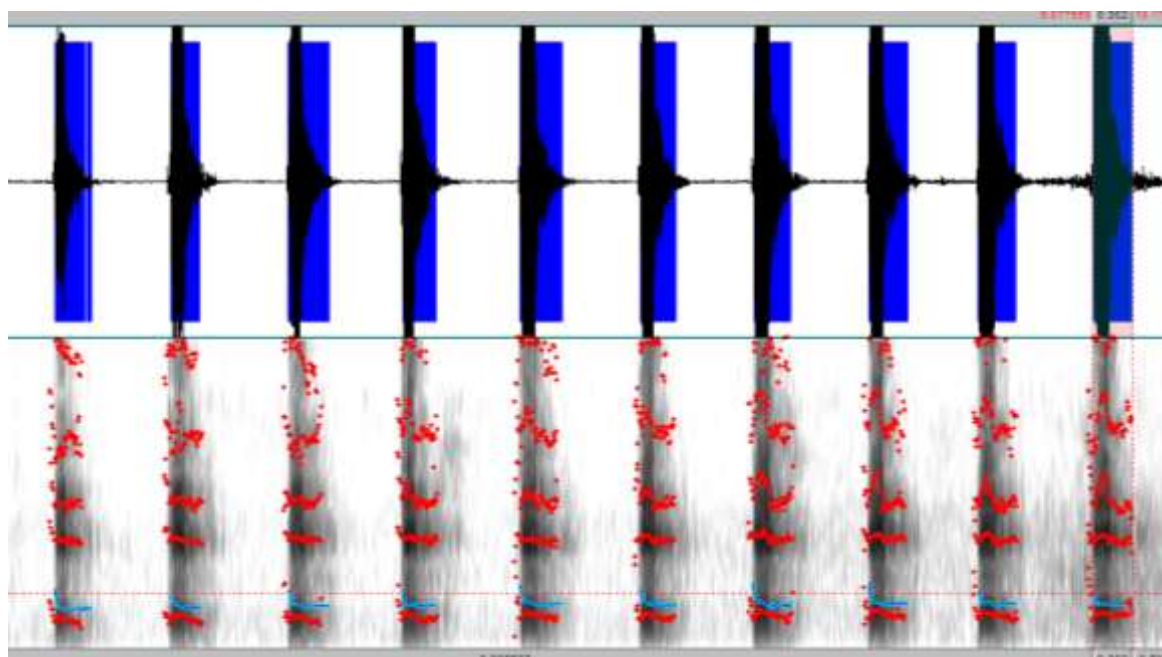


Figure 1: Le spectrogramme de l'analyse du schwa

Le spectrogramme du schwa en bébot révèle une structure formantique caractérisée d'une réalisation vocalique stable, avec des bandes formantiques clairement identifiables. Les valeurs de F1 et F2 mesurées au centre de la voyelle permettent de situer celle-ci dans l'espace acoustique du système vocalique. La position intermédiaire de F1 et la position relativement centrale de F2 peuvent être considérées comme des indices acoustiques du caractère central du schwa.

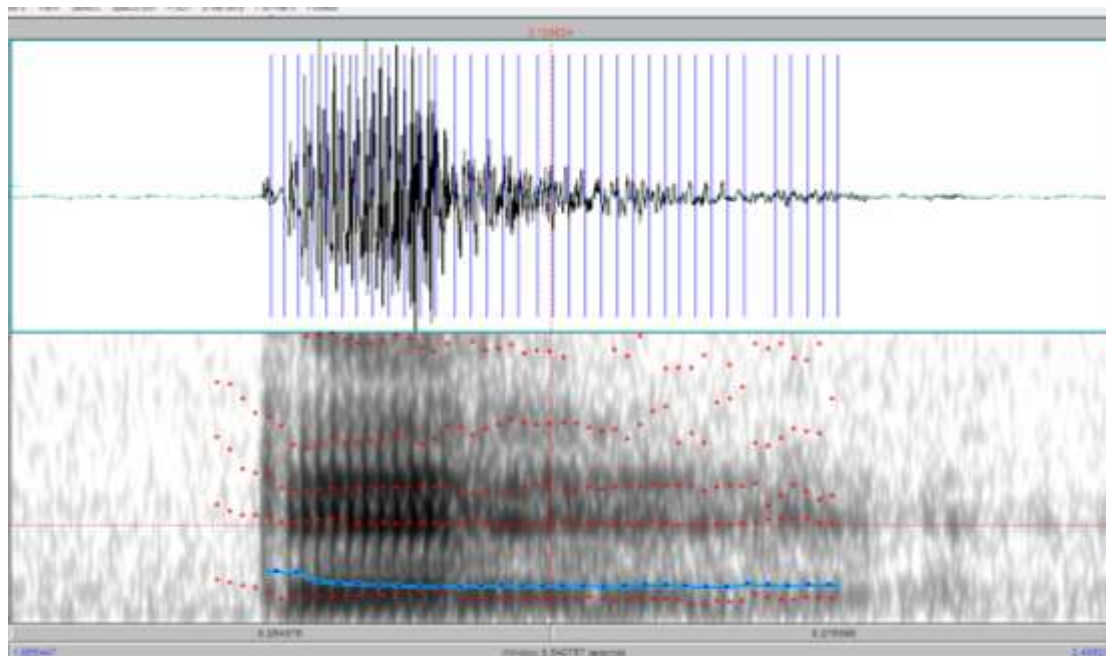


Figure 2: oscillogramme du schwa

L'oscillogramme du schwa (Figure 2) joue un rôle important dans l'analyse acoustique du schwa .Il représente l'évolution de l'amplitude du signal acoustique en fonction du temps. Il permet notamment de délimiter la voyelle dans la chaîne parlée, mesurer sa durée (Ms), et observer la régularité de la périodicité du signal.

5 Discussion

5.1. Organisation et dispersion géométrique de l'espace vocalique

L'analyse spectrale valide le principe de dispersion maximale (Lindblom, 1972) :

Degré d'aperture : Les valeurs de F1 établissent une hiérarchie claire entre voyelles hautes (/i, u, i/), moyennes (/e, o/), mi-basses (/ɛ, ɔ/) et basse (/a/).

Distance entre paires moyennes: La séparation acoustique entre /e/–/ɛ/ et /o/–/ɔ/ montre un certain chevauchement dans les zones d'ellipse de confiance. Cela suggère une variabilité allophonique contextuelle importante ou un contraste en cours de neutralisation dans certains environnements phonotactiques.

Spécificité de la voyelle centrale /i/ : Les données confirment l'existence d'un pôle central autonome. Avec un F2 situé autour de 1520 Hz, /i/ se positionne à égale distance des antérieures et des postérieures, validant l'hypothèse de Caprile (1977) sur la présence d'un axe central dans le phylum sara-baguirien.

5.2. Signature spectrale de la nasalité vocalique

Conformément au modèle de couplage acoustique de Fant (1960), la nasalité vocalique se traduit par une atténuation de l'amplitude du premier formant (A1) et l'émergence de formants nasaux secondaires (FN) dans les basses fréquences. L'analyse permet de différencier la nasalité phonologique intrinsèque de la nasalisation assimilatoire provoquée par les consonnes adjacentes (/m, n, ɓ, nd/).

5.3. Effets de la hauteur tonale (F0) et de la coarticulation

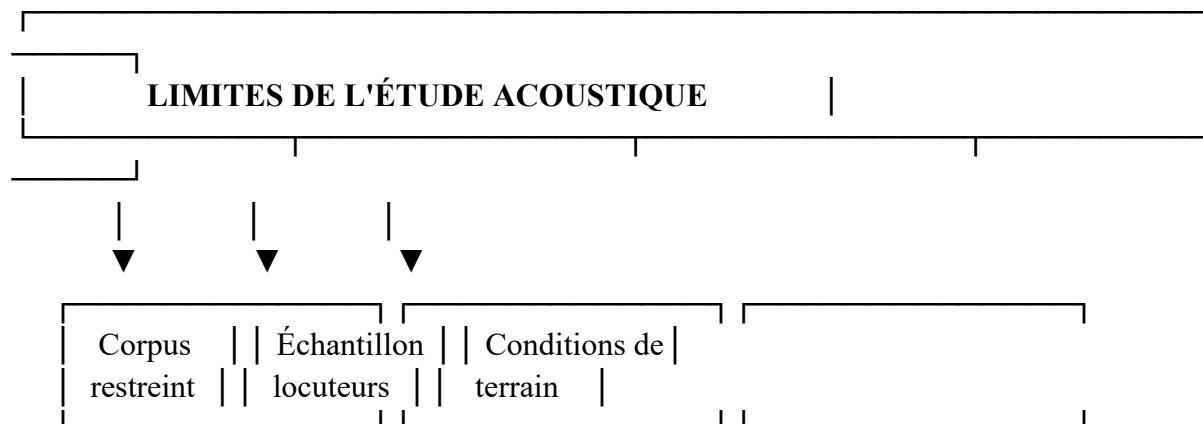
Bien que les tons Hauts entraînent une élévation de F0 susceptible de perturber l'extraction automatique de F1, l'application de la normalisation (z-scores de Lobanov) démontre que le timbre de la voyelle conserve sa stabilité quelle que soit la hauteur tonale. Concernant la coarticulation, les consonnes injectives (/b, d/) n'exercent pas la même déformation formantique que les occlusives pulmonaires sourdes, ouvrant des pistes d'étude sur les modes de phonation au démarrage de la voyelle.

5.4. Apports typologiques

Ces données permettent d'effectuer le passage d'une description auditive impressionniste à une description instrumentale réutilisable. La géométrie obtenue montre une parenté étroite avec les systèmes vocaliques du ngambay et du mbay, tout en confirmant que la durée vocalique en bébot ne constitue pas un trait phonologique primaire, mais plutôt un corrélat secondaire du degré d'aperture ou du rythme de la phrase.

6. Limites de l'étude

Bien que cette étude fournisse les premières données expérimentales sur le système vocalique du bébot, plusieurs contraintes méthodologiques doivent être explicitées :



Taille du corpus : L'analyse repose sur un corpus contrôlé de mots isolés (CVC). Elle ne prend pas en compte les phénomènes de réduction vocalique propres au discours fluide ou à la parole spontanée.

Échantillon de locuteurs : L'échantillon humain reste restreint. La généralisation des moyennes formantiques nécessite d'intégrer une plus grande diversité de locuteurs en tenant compte de la parité homme/femme et des tranches d'âge.

Variabilité dialectale : Les données représentent une seule variété de bébot, laissant de côté les micro-variations acoustiques d'autres sous-variétés (*tàà bēbùngāj*, *tàà baggi*, *tàà dobiti*, *tàà bébeu*).

Conditions d'enregistrement : Les enregistrements de terrain comportent parfois un bruit de fond résiduel pouvant impacter la précision de la mesure de F3 ou des résonances nasales.

Absence de données articulatoires directes : L'étude restant strictement acoustique, les mécanismes d'aperture et de nasalité sont déduits du signal audio sans validation électropalatographique ou aérodynamique directe.

7. Conclusion

Cette étude a proposé la première caractérisation instrumentale du système vocalique du bébot (bēbòt), langue nilo-saharienne du groupe sara central parlée dans le département de Kouh-Ouest (Tchad). Fondée sur la théorie Source-Filtre (Fant, 1960), l'hypothèse de Dispersion-Focalisation (Lindblom, 1972 ; Schwartz et al., 1997) et les méthodes de la phonétique expérimentale, elle contribue à combler un vide important dans la documentation scientifique de cette langue.

L'analyse acoustique des voyelles, réalisée à partir des paramètres F1, F2, F3, de la fréquence fondamentale (F0) et de la durée vocalique, a permis d'établir la première cartographie objective de l'espace vocalique du bébot. Les résultats confirment l'organisation d'un système vocalique conforme au principe de dispersion maximale et mettent en évidence le statut phonétique autonome de la voyelle centrale /i/ (ou /ə/). Ils montrent également que les variations de la fréquence fondamentale liées aux tons n'altèrent pas de manière significative l'identité spectrale des voyelles, tandis que l'analyse spectrale permet de distinguer la nasalité phonologique de la nasalisation contextuelle induite par les consonnes nasales ou prénasalisées.

Au-delà de son apport descriptif et typologique, cette recherche fournit des données de référence indispensables à la standardisation orthographique du bébot, à l'élaboration de ressources pédagogiques et à la préservation de ce patrimoine linguistique. Elle constitue également une base scientifique pour le développement d'applications de traitement automatique de la parole, notamment la synthèse vocale et la reconnaissance automatique de la parole (Automatic Speech Recognition), domaines encore peu développés pour les langues tchadiennes.

Toutefois, les résultats doivent être interprétés à la lumière de certaines limites méthodologiques, notamment la taille réduite du corpus, le nombre limité de locuteurs et l'absence de données articulatoires directes. Les recherches futures gagneraient à élargir le corpus à la parole spontanée, à intégrer la variation dialectale et sociophonétique, ainsi qu'à compléter l'approche acoustique par des analyses articulatoires et aérodynamiques. Une extension de ce protocole à l'étude du système consonantique permettrait, en outre, de proposer une description phonétique complète du bébot et de renforcer sa documentation scientifique dans une perspective de valorisation et de pérennisation des langues nationales du Tchad.

Références bibliographiques

- Bilola, Edmond, 2004. Grammaire générative : la théorie minimaliste de Noam Chomsky, Université de Yaoundé I.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2025). *Praat: Doing phonetics by computer* (Version 6.x). <https://www.praat.org>
- Caprile, J.-P. (1977). *Phonologie du ngambay (langue sara du Tchad)*. Paris : Société d'Études Linguistiques et Anthropologiques de France.
- Caprile, J.-P. (1981). *Éléments de description des langues sara du Tchad*. Paris .
- CHOMSKY, N. et HALLE, M. 1968. The sound pattern of English. New-York: Harper and Row.

- Djarangar, D.I. (1989). *Description phonologique et grammaticale du bédjond*. Thèse de Doctorat Unique, Université de Grenoble. France.
- Fant, G. (1960). *Acoustic Theory of Speech Production*. The Hague : Mouton.
- Fédry, J. (1971). *Étude phonologique du mbay*. Fort-Lamy : Institut National Tchadien pour les Sciences Humaines.
- Fédry, J. (1977). *Le système phonologique du ngambay*. Paris : SELAF.
- Johnson, K. (2012). *Acoustic and Auditory Phonetics* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.
- Kent, R. D., & Read, C. (2002). *The Acoustic Analysis of Speech* (2nd ed.). Singular/Thomson Learning.
- Ladefoged, P., & Johnson, K. (2015). *A Course in Phonetics* (7th ed.). Cengage Learning.
- Lindblom, B. (1972). "The importance of vowel dispersion." Dans *Speech Communication Seminar*. Stockholm : Royal Institute of Technology.
- Madjiradé, Y. (2003). Esquisse de la morphologie verbale du bébot. Mémoire de maîtrise, Université de N'Djamena.
- Madjiradé, Y. (2007). Approche de la phonologie lexicale du bébot (bēbòt) .Mémoire de DEA. Université de Yaoundé I- Cameroun.
- Madjiradé, Y. (2016). Grammaire du bébot : phonologie, morphologie et syntaxe. *Thèse de Doctorat PH.D.* Université de Yaoundé I-Cameroun..
- Masnan, **Beoss**, 2001. Esquisse phonologique du äëàbóöt. Mémoire, maîtrise, Université de N'Djamena.
- Masna, B. (2020). *Langue en danger : Cas du bébot*. In *International Journal of Social Sciences and Management, Review. Volume 03*.
- Schwartz, J.-L., Boë, L.-J., Vallée, N., & Abry, C. (1997). Major trends in vowel system inventories. *Journal of Phonetics*, 25(3), 233–253.
- Stevens, K. N. (1998). *Acoustic Phonetics*. Cambridge, MA : MIT