

Propriétés acoustiques de l'harmonie vocalique en twi : le cas des voyelles nasales

Kofi Adu Manyah

Institut de Phonétique de Strasbourg
LILPA EA 1339 Composante Parole & Cognition
Université Marc Bloch, 22 rue Descartes, BP 80010, 67084 Strasbourg, France
Tél : +33 (03)88 41 73 64 – Fax : +33 (03)88 41 73 69
email: manyah@umb.u-strasbg.fr – <http://misha1.u-strasbg.fr/IPS>

ABSTRACT

This paper investigates acoustic properties of the Twi nasal vowel counterparts of the oral vowels /i/ vs /ɪ/ and /u/ vs /ʊ/ investigated in a previous study of ATR vowel harmony. Acoustic measurements are carried out to investigate for differences between vowel quality in the 2 groups. The evidence from our acoustic data, confirming results obtained for the oral vowels, is the tendency for advanced vowels [+ATR] to have lower F1 values, higher F2 and F3 values than the unadvanced vowels [-ATR].

1. INTRODUCTION

Cette recherche prolonge un précédent travail acoustique, sur l'harmonie vocalique et ATR des oppositions /i/ vs /ɪ/ et /u/ vs /ʊ/ [2]. Nous avons proposé d'examiner, dans l'étude préliminaire, quelques aspects acoustiques des contrastes vocaliques [ATR], à savoir les structures formantiques des oppositions des voyelles orales /i/ vs. /ɪ/ et /u/ vs. /ʊ/ et leurs durées. Les résultats des oppositions des voyelles nasales /ĩ/ vs. /ĩ̃/, et /ũ/ vs. /ũ̃/ sont présentés dans cet article.

L'harmonie vocalique ATR en akan ou twi a fait l'objet de diverses analyses [8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17]. Le twi, une langue à quantité et à deux tons ponctuels, est parlé par les Asante du Ghana. La population asante parle le twi, d'où l'appellation asante twi utilisée par certains ; le twi fait partie des langues akan. Les langues akan englobent les populations du Ghana qui parlent le twi dans la région Asante et dans certaines parties des régions 'Eastern', 'Western', 'Central', 'Volta' et 'Brong Ahafo' : à savoir les Asante, les Akyem, les Kwawu, les Akuapem, les Wassa, les Twifu, les Assin, les Gomoa et les Fante. L'asante appartiendrait au sous-groupe kwa (Niger-Congo) du groupe nigéro-kordofanien, de la grande famille négro-égyptien : Obenga [15]. Pour certains linguistes, les langues akan couvrent une région ouest africaine plus vaste, s'étendant de la région Sud-Est de la Côte d'Ivoire jusqu'à la région du Volta du Ghana. En résumé, clarifions que dire akan simplement, sans d'autres précisions, impliquerait que l'on admette le choix d'interprétations diverses et que l'on ne tienne pas compte d'un paramètre majeur de notre étude, c'est-à-dire la spécificité de la langue twi des Asante, par rapport aux autres langues akan. Pour notre travail expérimental sur les propriétés acoustiques de l'harmonie vocalique et

ATR en twi, nous avons choisi des natifs de la région asante parlant twi.

Précisons également qu'à notre connaissance aucune étude, ou très peu d'études [16], sur l'harmonie vocalique concernant ces langues n'a abordé la classe phonologique des nasales et les 2 groupes phonologiques bref et long.

Les 9 voyelles orales twi, dont 5 ont des homologues nasales /ĩ, ɪ̃, ă, ũ et ũ̃/, sont divisées en deux séries : une position avancée de la racine de la langue (*Advanced Tongue Root position* [ATR]) pour un groupe de voyelles et une position moins avancée pour l'autre. Le premier groupe [+ATR], est réalisé avec une position abaissée du larynx, donnant un pharynx moins contracté, et le deuxième groupe [-ATR], est produit avec une position élevée du larynx, aboutissant à une cavité pharyngale plus contractée [10, 11, 14].

Groupe 1 : [+ATR]

Groupe 2 : [-ATR]

i	u		ɪ	ʊ
e	o		ɛ	ɔ
a		↔	a	

La voyelle /a/ est la seule exception en ce sens qu'elle peut figurer dans les 2 cas (cf. schéma ci-dessus). Bien que la voyelle /a/ appartienne phonétiquement au groupe [-ATR], elle n'a pas d'équivalent dans le groupe [+ATR] avec laquelle elle contraste.

Il existe des cas progressifs mais l'harmonie vocalique est essentiellement régressive en twi. Dans le cas de syllabes successives, plus précisément dans une séquence polysyllabique, lorsque la deuxième syllabe contient une voyelle fermée, la voyelle ouverte de la première syllabe est remplacée par la voyelle fermée correspondante. Les 2 types d'assimilation, simple dans le cas des mots dissyllabiques, et complexe, dans le cas des mots trisyllabiques, ont été aussi évoqués dans l'étude précédente [2].

Nous proposons d'examiner, dans cette deuxième étude, quelques aspects acoustiques des contrastes vocaliques [ATR], à savoir les structures formantiques des oppositions nasales /ĩ/ vs. /ĩ̃/ et /ũ/ vs. /ũ̃/ et leurs durées.

2. MÉTHODE

Les locuteurs étaient deux adultes masculins de langue maternelle twi, sans antécédent pathologique du conduit vocal et possédant une audition normale. Le corpus était constitué des mots monosyllabiques, comportant des oppositions brèves et longues, dans des environnements consonantiques C1VC2 où C1 est /p/, /k/ ou /t/ et C2 est /k/. Les paires minimales ont été insérées dans une phrase

porteuse. Les phrases ont été ensuite transcrites sur des fiches et présentées en ordre aléatoire. Chaque phrase a été répétée au moins 10 fois par les deux locuteurs. Les enregistrements acoustiques ont été réalisés, en vitesse d'élocution normale, dans une chambre insonorisée, stockés numériquement et analysés. Dans un premier temps, des mesures de durées ont été prélevées pour la voyelle cible et la consonne post-vocalique C2, le /k/, ce qui nous permet d'obtenir 3 intervalles : la durée vocalique; la durée consonantique et la durée totale V+C. Nous avons procédé à un traitement statistique classique à l'ensemble des données. Ainsi, nous disposons de moyennes, écart-type et *t* de Student ($p \leq 0.01$). Dans un deuxième temps, nous avons procédé à une analyse de formants par le biais de l'éditeur de signal Praat™. Pour chaque séquence de contraste phonémique, 3 mesures de 4 valeurs formantiques (F1, F2, F3, F4) ont été prélevées : au début, au milieu et à la fin des réalisations vocaliques. À partir des valeurs brutes ainsi obtenues, nous avons pu calculer une moyenne pour les valeurs formantiques de chaque réalisation vocalique et ensuite calculer une moyenne pour les 10 répétitions pour chaque locuteur.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les figures ci-dessous (figure 1, figure 2, figure 3 et figure 4) montrent la tendance générale de nos résultats les plus significatifs, à savoir, les valeurs formantiques des voyelles pour chaque contraste. Comme pour nos résultats des voyelles orales, l'analyse des valeurs absolues montre que les valeurs formantiques donnent des indications quant à la réalisation des oppositions d'harmonie des voyelles nasales.

3.1 Opposition /ĩ/ vs. /i/

Pour le premier locuteur, les résultats des analyses acoustiques montrent que les voyelles nasales avancées [+ATR] longues ont des valeurs formantiques F1 moins élevées que leurs homologues non-avancées [-ATR]. Ces résultats vont dans le sens de ceux que nous avons obtenus pour les voyelles orales correspondantes. En revanche, dans la catégorie des brèves les voyelles nasales avancées ont des valeurs formantiques F1 plus élevées que leurs homologues non-avancées.

Pour le deuxième locuteur, les résultats montrent que les voyelles nasales avancées [+ATR] ont des valeurs formantiques F1 moins élevées que leurs homologues non-avancées [-ATR] dans les deux classes. Signalons cependant que ces différences ne sont pas toujours très nettes, restant parfois à un état de tendance. Dans la catégorie des longues, la voyelle nasale avancée /ĩ/ a une valeur moyenne pour F1 de 255 Hz (61 Hz). Son homologue non-avancée /i/ possède une valeur moyenne de 401 Hz (26 Hz – les écarts types sont entre parenthèses). Les résultats de ce locuteur vont dans le sens des résultats obtenus pour les voyelles orales.

À l'inverse des valeurs formantiques du F1, les valeurs de F2 des voyelles avancées sont plus élevées que celles des voyelles non-avancées. Encore une fois, il serait plus prudent de parler de tendances dans certains cas.

Pour le premier locuteur, les valeurs formantiques de F3 dans cette catégorie sont plus hautes pour la voyelle avancée /ĩ/ brève que la voyelle non-avancée /i/. Les valeurs de la voyelle non-avancée sont plus élevées que celles de la voyelle avancée dans la série des longues. Pour le deuxième sujet, contrairement au premier sujet, c'est plutôt le F3 de la voyelle non-avancée /i/ qui est plus haut dans la catégorie des brèves. Dans le groupe des longues, les valeurs de F3 de la voyelle avancée sont plus élevées que celles de la voyelle non-avancée.

Nos données temporelles [1], [4], [5], [6], montrent que les durées vocaliques des deux groupes sont comparables pour les deux locuteurs (cf. table 1).

Table 1 : durées des oppositions /ĩ/ vs. /i/ pour les deux locuteurs (ms)

Locuteur 1 +ATR	-ATR
ĩ bref = 113 (14)	ĩ bref = 107 (16)
ĩ long = 279 (23)	ĩ long = 308 (34)
Locuteur 2 +ATR	-ATR
ĩ bref = 87 (09)	ĩ bref = 78 (10)
ĩ long = 195 (25)	ĩ long = 186 (17)

3.2 Opposition /ũ/ vs. /ū/

L'analyse des valeurs spectrales dans ce contexte présente une tendance plus cohérente que celle observée pour l'opposition précédente. En effet, les voyelles avancées [+ATR] ont des valeurs formantiques F1 moins élevées que leurs homologues non-avancées [-ATR], dans les deux catégories. Les figures 1 et 2 montrent que la voyelle avancée /ũ/ brève affiche une valeur moyenne pour F1 de 232 Hz (37 Hz) pour le locuteur 1. Son homologue non-avancée /ū/ a une valeur moyenne de 330 Hz (57 Hz). Dans la catégorie des longues la voyelle avancée /ũ/ révèle une valeur moyenne pour F1 de 239 Hz (25 Hz). Son homologue non-avancée /ū/ affiche une valeur moyenne de 281 Hz (66 Hz). Les valeurs correspondantes pour le locuteur 2 sont de 251 Hz (37 Hz) pour /ũ/ brève et 352 Hz (83 Hz) pour /ū/ brève. Dans la catégorie des longues, les résultats obtenus pour le deuxième sujet indiquent une moyenne de 259 Hz (37 Hz) et 386 Hz (63 Hz) pour /ũ/ et /ū/ respectivement (cf. figure 4).

Dans ce contexte, et contrairement aux valeurs formantiques F1, les valeurs de F2 des voyelles avancées ont tendance à être plus élevées que celles de leurs homologues non-avancées. La voyelle avancée /ũ/ brève indique une valeur moyenne pour F2 de 1667 Hz (497 Hz) pour le premier locuteur (cf. figure 1). Son homologue non-avancée montre une valeur moyenne pour F2 de 1262 Hz (86 Hz). Dans la catégorie des longues, la voyelle avancée /ũ/ a une valeur moyenne de F2 de 1552 Hz (371 Hz) pour le sujet 1. Son homologue non-avancée /ū/ affiche une valeur moyenne de 1278 Hz (129 Hz). Les valeurs correspondantes pour le locuteur 2 sont de 1431 Hz (303 Hz) et 1391 Hz (177 Hz) respectivement (cf. figure 4).

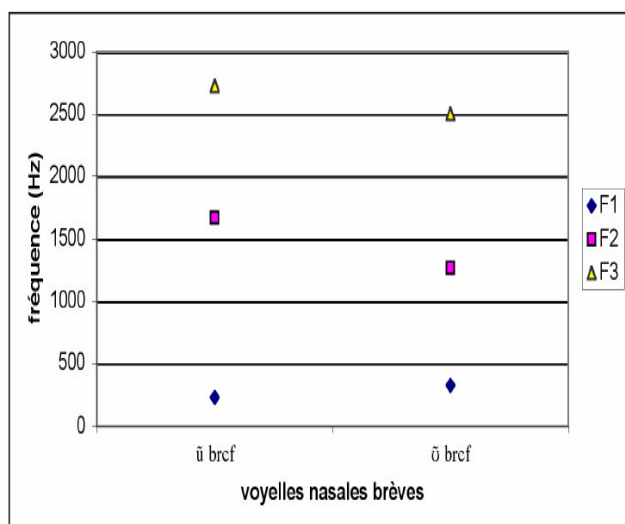


Figure 1 : Valeurs formantiques des oppositions +ATR /u/ nasal bref vs -ATR /u/ nasal bref pour le locuteur 1

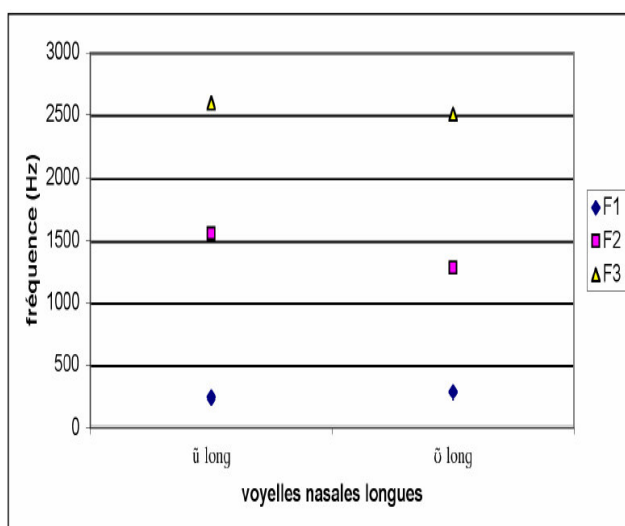


Figure 2 : Valeurs formantiques des oppositions +ATR /u/ nasal long vs -ATR /u/ nasal long pour le locuteur 1

Les valeurs formantiques de F3 dans cette catégorie montrent des valeurs plus hautes pour la voyelle avancée que pour son homologue non-avancée quel que soit le sujet. Les figures 1 et 2 montrent que, s'agissant du premier locuteur, la voyelle non-avancée /õ/ possède une valeur moyenne inférieure de 2500 Hz (62 Hz) et une valeur moyenne supérieure de 2724 Hz (492 Hz) pour la voyelle avancée /ũ/ brève. Les valeurs correspondantes pour le locuteur 2 sont de 2353 Hz (53 Hz) et 2431 Hz (193 Hz) pour /õ/ et /ũ/ respectivement.

Dans la série des longues, les valeurs formantiques de F3 confirment la tendance observée dans la série des brèves. La voyelle avancée /ũ/ longue affiche une valeur moyenne de 2591 Hz (300 Hz) et la voyelle non-avancée /õ/ affiche une valeur moyenne de 2505 Hz (112 Hz) pour le premier sujet.

Les valeurs correspondantes pour le deuxième sujet sont de 2476 Hz (194) pour la voyelle avancée et 2394 Hz (81 Hz) pour la voyelle non-avancée (cf. figure 4).

Dans cette catégorie, comme dans la catégorie précédente, les durées des deux groupes de voyelles sont comparables (cf. table 2).

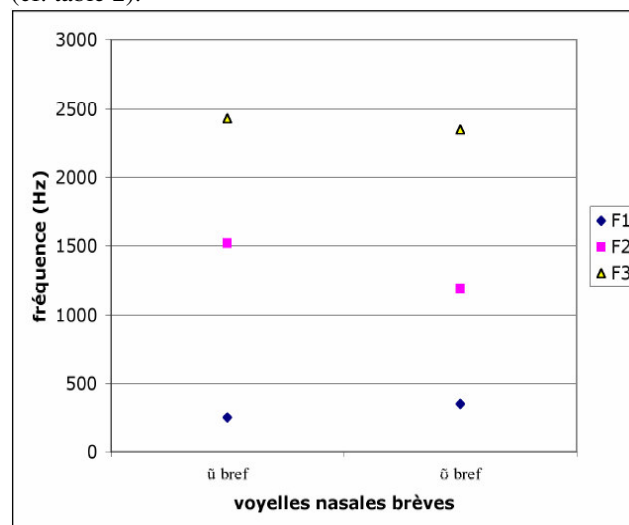


Figure 3 : Valeurs formantiques des oppositions +ATR /u/ nasal bref vs -ATR /u/ nasal bref pour le locuteur 2

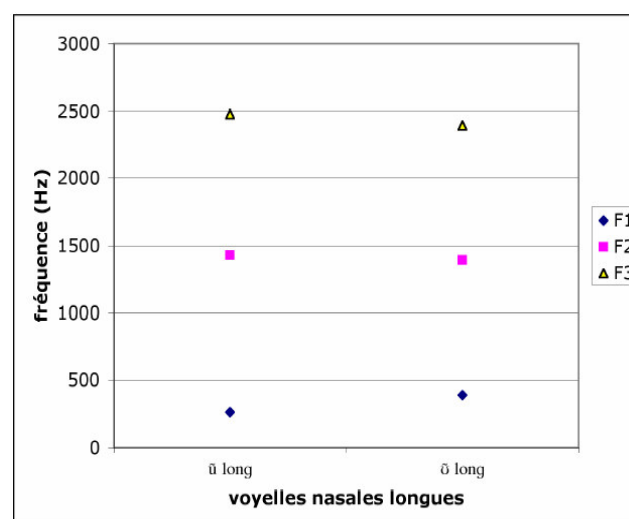


Figure 4 : Valeurs formantiques des oppositions +ATR /u/ nasal long vs -ATR /u/ nasal long pour le locuteur 2

Table 2 : durées des oppositions /ũ/ vs. /õ/ pour les deux locuteurs (ms)

Locuteur 1 +ATR	-ATR
ũ bref = 146 (24)	õ bref = 127 (14)
ũ long = 293 (36)	õ long = 300 (36)
Locuteur 2 +ATR	-ATR
ũ bref = 87 (13)	õ bref = 106 (15)
ũ long = 198 (38)	õ long = 179 (22)

4. CONCLUSION

L'analyse des données acoustiques des voyelles nasales a montré que les valeurs formantiques des voyelles pouvaient permettre la distinction des classes, même si la distinction reste au niveau de tendances dans de nombreux cas. Contrairement aux résultats de l'opposition /ĩ/ vs. /i/, les résultats des voyelles nasales /ũ/

et /ũ/ vont dans le sens des observations faites sur les voyelles orales. Il semble tout de même que c'est l'effet global des différences de valeurs formantiques qui reflète mieux les contrastes.

Sachant que F3 donne des indications sur la formation d'une cavité labiale, sur la projection et à l'arrondissement des lèvres, ou la protrusion, que F2 indique la position avant/arrière de la masse linguale et F1 renseigne sur le degré d'aperture c'est-à-dire, la distance entre la voûte palatine et le dos de la langue et sur la position du larynx : Calliope [7], nous pouvons faire les observations suivantes.

La catégorie [+ATR] a, en général, des valeurs formantiques de F1 plus basses (ce qui pourrait être révélateur d'une augmentation de la cavité pharyngale par rapport à la classe [-ATR]), un deuxième formant plus haut et un F3 et un F4 plus hauts que ceux de la classe [-ATR].

La comparaison de la structure formantique des deux classes indique une structure relativement plus compacte pour la classe [-ATR] par rapport à son homologue [+ATR], avec un F1 élevé et un F2 relativement plus bas pour le [-ATR] par rapport au [+ATR] (F1 plus faible et F2 plus élevé).

La comparaison de la structure du F3 des deux classes pourrait indiquer une structure relativement plus arrondie, plus protruse pour la classe [+ATR] par rapport à son homologue [-ATR], en ce qui concerne la classe des voyelles postérieures /ũ/ et /õ/. Cela pourrait contribuer à clarifier des observations sur l'harmonie vocalique ATR en twi. Dans une étude sur 1 sujet Asante et 3 sujets Akyem, Lindau [14] suggère que les différences entre les F3 sont négligeables, et conclut que F1, ayant plus d'intensité, est le corrélat acoustique le plus important de l'harmonie vocalique c'est-à-dire, de la position de la racine de la langue. On peut penser que dans cette étude l'accent était mis sur les changements intervenant à l'intérieur de la cavité buccale plutôt que sur ceux liés à une modification de la cavité labiale.

Les résultats acoustiques ont montré que, pour les deux locuteurs, les durées vocaliques sont comparables dans le groupe [+ATR] et le groupe [-ATR].

La suite de ce travail sur l'harmonie vocalique et le trait ATR consistera à vérifier les formants pour les contrastes /e/ vs. /ɛ/, /o/ vs. /ɔ/. Nous procéderons aussi à une étude articulatoire de ce phénomène phonologique qui nous livrera de véritables informations, quant à la configuration du conduit vocal lors de la production de ces contrastes.

Remerciements : Je remercie R. Sock pour ses remarques et suggestions. Cette recherche a été partiellement financée par le Programme ACI –TTT 2003-2006 du Ministère de la Recherche et des Nouvelles Technologies attribué à l'Institut de Phonétique de Strasbourg, LILPA EA 1339 Composante Parole & Cognition, Université Marc Bloch.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] K. Adu Manyah. Quantité et qualité vocaliques en twi : le cas des voyelles nasales. *XVèmes Rencontres Linguistiques en Pays Rhénan*, Université Marc Bloch Strasbourg 2, pp. 9-30, 2005
- [2] K. Adu Manyah. Harmonie vocalique et ATR en twi : aperçu phonologique et étude acoustique préliminaire. *XXVèmes Journées d'Étude sur la Parole (JEP) de l'AFCP*, Fès, Maroc, 2004.
- [3] K. Adu Manyah. *Étude contrastive du système phonologique en akan (twi) et du système phonologique en français en vue d'une application didactique*. Lille, Diffusion ANRT, 2004.
- [4] K. Adu Manyah. Vowel quantity contrasts in Twi. *15th International Congress of Phonetic Sciences*, Barcelona, pp. 3185-3188, 2003.
- [5] K. Adu Manyah. *Introduction à la phonétique et à la phonologie africaines. Les sons de tous les jours : le cas akan (TWI)*. Paris, l'Harmattan, 2002.
- [6] K. Adu Manyah & R. Sock. La quantité vocalique en twi. Quelques considérations phonologiques et analyses acoustiques préliminaires. *XXIVèmes Journées d'Étude sur la Parole (JEP) de l'AFCP*, Nancy, pp. 41-44, 2002.
- [7] Calliope. *La parole et son traitement automatique*. Paris, Masson, Collection Technique et Scientifique des Communications, 1989.
- [8] G. N. Clements. Akan vowel harmony: a nonlinear analysis. *Harvard Journal of Phonology*, No. 2 pp. 108-177, 1981.
- [9] F. A. Dolphyne. *The Akan (Twi-Fante) Language. Its Sound Systems and Tonal Structure*. Accra, Ghana Universities Press, 1988.
- [10] S. Hess. Assimilatory effects in a vowel harmony system: an acoustic analysis of advanced tongue root in Akan. *Journal of Phonetics*, No. 20 pp. 475-492, 1992.
- [11] S. Hess. Acoustic characteristics of the vowel harmony feature and vowel raising in Akan. *UCLA Working Papers in Phonetics*, No. 68 pp. 58-72, 1987.
- [12] P. Ladefoged & I. Maddieson. *The Sounds of the World's Language*. Oxford UK, Cambridge USA, Blackwell Publishers, 1996.
- [13] M. Lindau-Webb. Tongue mechanisms in Akan and Luo. *UCLA Working Papers in Phonetics*, No. 68 pp. 46-57, 1987.
- [14] M. Lindau. The feature expanded. *Journal of Phonetics*, No. 7 pp. 163-176, 1979.
- [15] T. Obenga. *Origine Commune de l'Égyptien Ancien, du Copte et des Langues Négro-Africaines Modernes. Introduction à la linguistique historique africaine*, Paris, L'Harmattan, 1993.
- [16] C. Painter. Pitch control and pharynx width in Twi: an electromyographic study. *Phonetica*, Vol. 33, pp. 334-352, 1987.
- [17] J. M. Stewart. Tongue Root Position in Akan Vowel Harmony. *Phonetica*, Vol. 16, No. 4 pp. 185-204, 1967.

