

ESPACE VOCALIQUE ET STRUCTURATION PERCEPTUELLE :  
APPLICATION AU SWAHILI'

Jean-Marie HOMBERT et Gilbert PUECH

Les langues sur lesquelles on **dispose** de **données** phonétiques expérimentales sont **en** nombre très restreint. Cette situation est inévitable si la **collecte** des données elles-mêmes doit **se** faire dans un laboratoire de phonétique. Il est donc important de mettre au point des procédures expérimentales adaptées **au** terrain. **Nous** proposons dans cette communication un protocole d'enquête **permettant** de construire **l'espace** vocalique d'un locuteur à partir de **sa** structuration de l'espace **perceptuel**.

1. **Caractéristiques** des **stimuli** synthétiques

Un jeu de 53 voyelles synthétiques a été réalisé **en** laboratoire. **Ces** voyelles ont une durée de 250 ms et une mélodie légèrement descendante (de 120 à 110 Hz). L'espace formantique est couvert de la manière suivante : le **1er** formant varie entre 250 et 750 Hz **avec** un pas de 100 Hz ; l'incrément du **2ème** formant est de 200 Ha dans un intervalle compris entre 650 et 2350 Ha ; **une** série arrondie et **une** série non-arrondie, pour **les voyelles d'avant** et pour les voyelles d'arrière, ont été synthétisées en faisant varier **le 3ème formant** (voir fig. 1 et tableau 1).

-----  
1 Le texte de cette contribution **repose** pour l'essentiel **sur une** communication présentée **au Xe Congrès** International des Sciences Phonétiques, Utrecht, Août 1983.

L'espace vocalique retenu est trapézoïdal, ce qui signifie que les valeurs correspondant aux "coins" inférieurs du carré précédemment défini ont été écartées. De plus, pour ne pas allonger abusivement la durée du test, nous avons éliminé quelques combinaisons formantiques de la zone centrale dans la mesure où ces combinaisons ne paraissaient pas essentielles.

## 2. Analyse phonologique préliminaire

On procède d'abord à une analyse du système paradigmatique de la langue étudiée. Dans le cas du swahili parlé par les quatre sujets testés (deux hommes et deux femmes parlant le dialecte de Zanzibar), on a, sous l'accent, un système de 5 voyelles, sans opposition de longueur : i, e, a, o, u. On choisit un ensemble de formes qui illustrent les oppositions dégagées en s'assurant qu'elles conviennent bien pour le dialecte testé. On donne la préférence à des paires minimales de structure syllabique simple si possible. Dans le cas du dialecte swahili de Zanzibar, on a pris les mots suivants :

tita	gerbe
teta	médire
(ma)tata	problèmes
tota	immerge?
tuta	butte

Les mots retenus pour illustrer l'ensemble des oppositions du système sont disposés dans un tableau qui comprend en outre une case vide (figure 2.).

## 3. Tâche des sujets

On familiarise d'abord les sujets avec l'opération qui consiste à isoler une syllabe ou une voyelle dans un mot quelconque. On les entraîne alors à isoler la syllabe puis la voyelle pertinente dans les mots choisis pour l'expérience :

Pour [tita] les locuteurs doivent extraire [ti] puis [i],  
pour {tata} ils doivent extraire [ta] puis [a], etc.

Les sujets écoutent **alors** la **bande** et doivent, après **présenta-**  
**tion** de chaque stimulus, pointer sur la **case** correspondant à la  
voyelle dont ils jugent **que** le **stimulus** est **une** réalisation  
acceptable ; sinon, Ils pointent **sur** la **case vide** : ils pro-  
cèdent ainsi à un découpage de **l'espace** vocalique en fonction de  
leur organisation perceptuelle.

#### 4. **Compte-rendu et analyse de résultats**

Les figures 3 à 6 présentent **les** résultats. Les stimuli  
identifiés quatre fois **sur** cinq **au** moins comme **une** voyelle  
déterminée ont été regroupés pour constituer une aire de disper-  
sion perceptuelle. Corrélativement, les stimuli qui, **quatre** fois  
sur cinq au moins, ont été jugés **comme** en dehors du système ont  
été regroupés dans **une** aire hachurée.

En observant les figures 3 à 6 on **constate** :

- a) qu'un même stimulus peut appartenir pour **un** locuteur  
à **l'aire** perceptuelle **d'une** voyelle du système et  
faire partie de l'aire hors-système pour un autre  
**locuteur**.
- b) qu'un **même** stimulus peut appartenir pour un locuteur  
à **l'aire** **perceptuelle d'une** voyelle et à l'aire  
perceptuelle d'une autre voyelle pour **un** autre  
**locuteur**.

Ainsi, par exemple, les stimuli 31, 24, 26, 19, 32 et 36 **sont**  
**compris** dans l'aire **recouverte** par [e] pour le **sujet** S1 et **sont**  
jugés hors-système par S3. Le **stimulus** 30 appartient à **l'aire**  
[o] pour le sujet S2, et à l'aire **d'exclusion** pour le sujet S1.  
Le stimulus 16 appartient à l'aire de [u] pour S2 et de [o] pour  
S4. Le stimulus 29 appartient à l'aire de [a] pour S1 et à  
l'aire de [o] pour S2, S3 et S4.

## 5. Implications

Toute **transcription** phonétique suppose implicitement que l'espace **vocalique** entre langues différentes et, à l'intérieur d'une même langue, entre locuteurs différents soit comparable. Or on sait bien qu'en termes acoustiques les voyelles identifiées et transcrites identiquement peuvent présenter des écarts importants pour la valeur de leurs **formants**. D'où un problème de comparaison entre voyelles **acoustiquement** différentes et **perceptuellement** identiques.

Une première approche consiste à rendre homothétiques les espaces **acoustiques** de voyelles en définissant des points **d'ancrage** : points **extrêmes** de chaque espace considéré ou centre de gravité de ce même espace. On trouvera dans **Nearey (1977)**, **Gertsman (1968)**, **Disner (1980, 1983)** des études approfondies qui illustrent cette démarche appelée "normalisation".

L'approche que **nous** proposons est différente puisque la normalisation est opérée par les  **Sujets eux-mêmes**. Elles consistent en effet à utiliser le filtre **perceptuel** des locuteurs/**allocutaires** pour définir des aires pertinentes pour le système, **sans** faire appel à des paramètres dont on sait qu'ils dépendent en partie de facteurs physiologiques indépendants.

On a ainsi mis **en évidence** le fait que, pour un même système, des locuteurs pouvaient avoir des aires **perceptuelles** qui se chevauchent. Le résultat est d'une grande importance pour comprendre comment **en synchronie** un équilibre **se** maintient entre différents parlars d'une même langue, et comment en diachronie les changements phonétiques peuvent s'implémenter. En ce qui concerne la variation, le modèle explicité dans **Puech (1983)** part d'une distinction entre **compétence** de production et compétence de réception. Le fait qu'un même stimulus puisse être assigné à des voyelles différentes par **différents** locuteurs **montre** bien que tous les locuteurs **n'organisent** pas leur perception **de la même façon**.

Dans le modèle développé par **Hombert** (1984) une des **origines possibles** des changements phonétiques est le décalage qui peut exister entre le codage de certains locuteurs qui visent **une** cible X et le décodage opéré par d'autres allocutaires qui interprètent le son **perçu** comme Y. L'application au **swahili** de la méthode exposée ici met en évidence la réalité d'un tel décalage et à **ce** titre confirme la fécondité de l'hypothèse **évoquée précédemment**.

#### REFERENCES

- DISNER S.F. 1980. Evaluation of vowel normalisation procedures, Journal of the Acoustical Society of America 67(1), pp.253-261.
- DISNER S.F. 1983. Vowel quality : the relation between universal and language specific Factors, UCLA Working Papers in Phonetics 58, 158 p.
- GERSTMAN L.H. 1968. Classification of self-normalized vowels, IEEE Transactions Audio-Electroacoustics AU-16, p.78-80.
- HOMBERT J.M. 1979. Universals of vowel systems : the case of centralized vowels, Proceedings of the 9th International Congress of Phonetic Sciences, vol 2, Copenhagen, pp. 27-32.
- HOMBERT J.H. 1984. Phonétique expérimentale et diachronie : application à la tonogénèse, Th. Doctorat d'Etat, Aix-en-Provence, Université de Provence.
- NEAREY 1977. Phonetic feature systems for vowels, Unpublished doctoral dissertation, University of Connecticut.
- PUECH G. 1983. Un fragment de phonologie polylectale, in Principes de grammaire polylectale par A. Berrendonner, fi. Le Guern et G. Puech, Lyon, P.U.L. pp. 161-231.

des stimuli	F1	F2	F3	N° des stimuli	F1	F2	F3
1	250	2350	3100	28	550	1050	2500
2	250	2150	3100	29	550	850	2500
3	250	1950	2900	30	550	650	2500
4	250	1750	2900	31	650	1950	2900
5	250	1500	2500	32	650	1750	2900
6	250	1250	2500	33	650	1500	2500
7	250	1050	2500	34	650	1050	2500
8	250	850	2300	35	650	850	2500
9	250	650	2300	36	750	1950	2900
10	350	2350	3100	37	750	1750	2500
11	350	2150	3100	38	750	1500	2500
12	350	1950	2900	39	750	1250	2500
13	350	1500	2500	40	750	1050	2500
14	350	1050	2500	41	750	850	2500
15	350	850	2300	42	250	1950	2300
16	350	650	2300	43	350	1950	2300
17	450	2150	3100	44	450	1750	2300
18	450	1950	2900	45	550	1750	2300
19	450	1750	2900	46	650	1500	2300
20	450	1500	2500	47	750	1500	2300
21	450	1050	2500	48	250	850	2700
22	450	850	2500	49	350	850	2700
23	450	650	2500	50	450	850	2700
24	550	2150	3100	51	550	850	2700
25	550	1950	2900	52	650	850	2700
26	550	1750	2900	53	750	850	2700
27	550	1500	2500				

bleau 1 - Valeurs des formants F1, F2 et F3 pour les 53 stimuli synthétiques (les stimuli 42 à 47 représentent les voyelles antérieures arrondies, les stimuli 48 à 53 représentent les voyelles postérieures non arrondies).

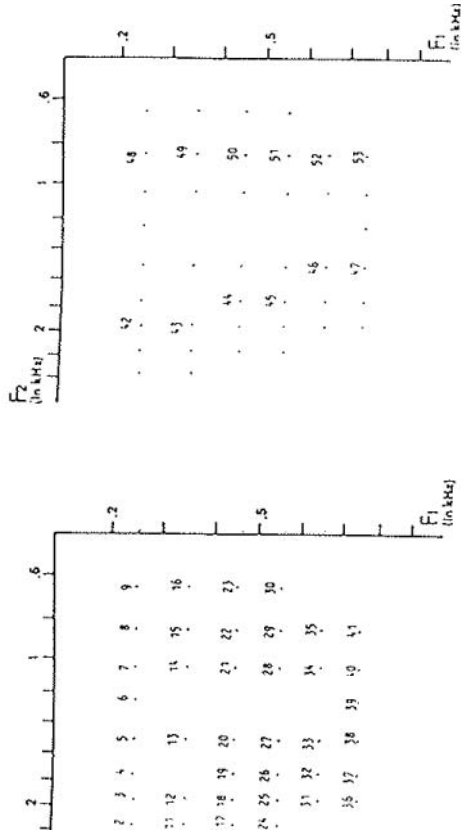


Fig. 1 - Distribution des stimuli synthétiques (voir tableau 1 pour les valeurs de F<sub>3</sub> des stimuli 42 à 53).

tita	teta	ma-tata
tota	tuta	

Figure 2. : Choix proposés aux sujets



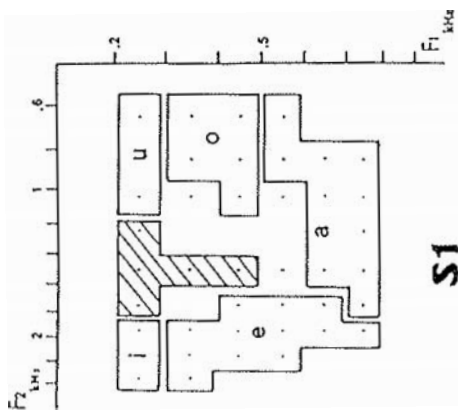


Figure 3 - Découpage perceptuel du locuteur S1 (les stimuli 42 à 53 ne sont pas inclus dans cette représentation)

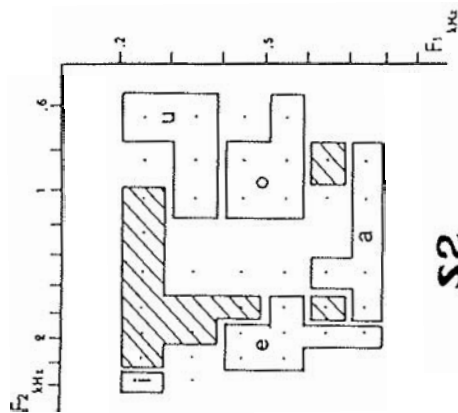
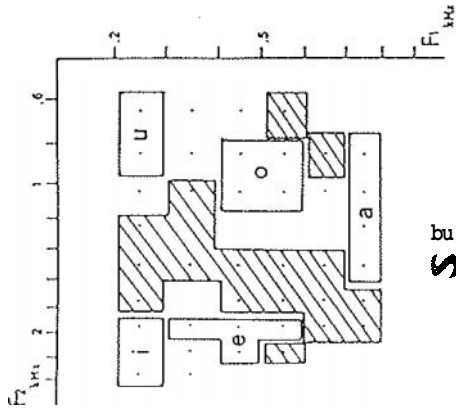
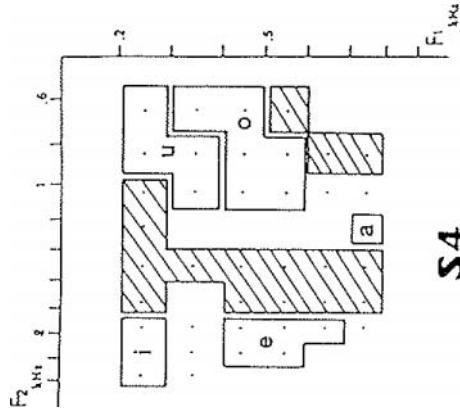


Figure 4 - Découpage perceptuel du locuteur S2 (les stimuli 42 à 53 ne sont pas inclus dans cette représentation)



**S**  
bu)

Découpage perçu de l'éd  
locuteur S1  
(les stimuli 42 à 53 n  
sont pas inclus dans  
cette représentation)



**S**  
4

Figure 6 - Découpage perceptuel du  
locuteur S4  
(les stimuli 42 à 53 ne  
sont pas inclus dans  
cette représentation)