

TENDANCES UNIVERSELLES ET STABILITÉ DES SYSTÈMES VOCALIQUES

N. Vallée, L.J. Boë et J.L. Schwartz

Institut de la Communication Parlée, URA CNRS n° 368
INPG/ENSERG - Université STENDHAL,
Domaine Universitaire, BP 25X, 38040 Grenoble cedex, France

ABSTRACT

This paper deals with a study of the structure of vowel systems in two respects: ① Our observations of certain aspects of vowel systems using the entire database of 317 language descriptions [4] lead us to confirm or refine certain tendencies and regularities in vowel systems; ② We have used a predictive model [7] of the 3 dimensional $F_1/F_2/F_3$ space to test our hypothesis that if a system is more frequent in the inventory, it is an acoustically "stable" system. This research extends Lindblom's work about the predictive models of the organisation of the vowel space and the explanations of language universals.

INTRODUCTION

On dispose aujourd'hui d'inventaires phonologiques des langues du monde relativement importants. Ces matériaux offrent la possibilité de tester de nouvelles typologies et propositions de tendances de développement des systèmes vocaliques, nourrissant ainsi la discussion sur les modèles de prédiction dans un espace de représentation. Ces modèles tentent d'expliquer l'organisation des unités à l'intérieur des systèmes, et par la même, la présence d'universaux dans les langues. C'est pour les systèmes vocaliques que ces modèles ont été le plus développés.

Dans un premier temps, nous présentons les points essentiels qui ressortent de notre typologie des systèmes vocaliques [8], établie à partir de la base de données UPSID (UCLA Phonological Segment Inventory Database) qui réunit la description phonologique de 317 langues du monde [4]. Nous avons pris la totalité de la base en excluant toute classification a priori pour repostuler ou confirmer certaines tendances universelles dans la fréquence d'occurrences des systèmes et des voyelles ainsi que dans l'organisation

des 220 types de systèmes vocaliques relevés dans l'ensemble de la base.

La deuxième étape a consisté à tester, à partir de cette typologie, la "stabilité acoustique" - dans un sens qui sera précisé - des systèmes vocaliques les plus fréquents, avec un modèle de prédiction dans l'espace 3-D $F_1/F_2/F_3$ [7]. Ce modèle intègre le principe de dispersion maximale de Liljencrants & Lindblom (1972) [2] (L&L) et le complète par un critère de focalisation introduit par le biais de plans attracteurs ($F_1=F_2$, $F_2=F_3$, $F_3=F_4$), ainsi qu'une pondération du second formant effectif F_2 .

1. STRUCTURE DES SYSTÈMES VOCALIQUES DE LANGUES NATURELLES

1.1. Taille et occupation de l'espace

Les systèmes décrits dans UPSID possèdent de 3 à 24 voyelles. Le classement de la base nous a permis d'en extraire 220 types. Nous avons relevé dans l'inventaire une très nette dominance des systèmes à 5 voyelles (23% des langues). Les systèmes qui possèdent de 3 à 10 voyelles représentent 80% de l'échantillon et sont donc très largement majoritaires. Les systèmes les plus fréquents possèdent une large dispersion dans l'espace articulatoire traditionnel décrit par les axes d'aperture et de lieu d'articulation. Ils sont composés de voyelles que l'on retrouve quelle que soit la taille du système.

Nous avons pu mettre en évidence une différence très nette de tendance entre les types : 9 représente le maximum de timbres vocaliques distincts que peut présenter un système. En effet, ceux qui ont un nombre élevé de voyelles ne développent pas de nouveaux timbres, mais ajoutent une complexité articulatoire à ces segments de base, en leur additionnant d'autres dimensions telles

que la longueur, la nasalité, la pharyngalité — ainsi : /a/, /a¹/, /aⁿ/.

En limitant leur nombre de timbres vocaliques, on peut dire que les langues naturelles fonctionnent sur un principe de contraste pour un nombre d'unités déterminées. Cependant, il s'agit d'un contraste "suffisant" (et non pas maximal, cf [4] p.16) : l'apparition de nouvelles dimensions s'effectue surtout à partir de 10 voyelles, quand l'espace des timbres est donc trop encombré.

1.2. Organisation de l'espace

Nous allons décrire par 10 règles comment les timbres s'organisent en série (sur les traits [antérieur], [central], [postérieur] / [arrondi], [non arrondi]).

1.2.1. Organisation horizontale / verticale

① les degrés d'aperture sont plus nombreux que les distinctions antéro-postérieures — la tendance générale dans les systèmes vocaliques est de 3 à 5 degrés de distinction par l'aperture et de 3 distinctions sur l'axe antéro-postérieur, et ceci quelle que soit la taille des systèmes. On peut même affirmer en général que :

①' le nombre de degrés d'aperture est supérieur ou égal au nombre de séries — avec cependant le contre-exemple notable du système /i a u/.

1.2.2. Comparaison des séries

• Dans un système donné :

② le nombre de voyelles périphériques est supérieur au nombre de voyelles intérieures — 100% des langues possèdent des voyelles périphériques et 44% des voyelles intérieures.

③ le nombre de voyelles antérieures non arrondies /i, e, 'e', ε, æ, a/ est plus grand ou égal au nombre de voyelles postérieures arrondies /o, p, o, 'o', o, ω, u/ (91% des cas).

• Dans les langues :

④ les voyelles périphériques : /i, e, 'e', ε, æ, a, o, 'o', o, ω, u/ sont plus fréquentes que les voyelles intérieures (avec /i, a, u/ proches des 100% d'occurrences).

⑤ les centrales non arrondies /ä, i, ə, 'ə', ə, w/ sont plus fréquentes que les antérieures arrondies /y, r, ø, 'ø', œ/.

⑥ les postérieures non arrondies /u, w, r, r', ʌ/ sont plus fréquentes que les centrales arrondies /u, y, ø, 'ø/.

⑦ les centrales non arrondies ont une occurrence plus forte que les centrales arrondies.

1.2.3. Organisation dans les séries

⑧ les voyelles antérieures arrondies apparaissent :

- par série — les séries d'antérieures arrondies de 2 phonèmes apparaissent dans les systèmes ayant au moins 7 voyelles, celles de 3 ou 4 phonèmes apparaissent dans les systèmes à 16 et 19 voyelles,

- toujours avec les voyelles antérieures non arrondies de même aperture,

- presque toujours avec les voyelles postérieures arrondies de même aperture,

- selon l'ordre de fréquence décroissante : /y/ > /ø/ > /œ/ > /v/ > /ø'./

⑨ les voyelles postérieures non arrondies figurent :

- généralement seules dans leur catégorie — les séries attestées contiennent au plus 3 voyelles,

- selon l'ordre de fréquence suivant : /u/ > /u'./ > /v/ > /v'./ > /ʌ/

- souvent sans la voyelle postérieure périphérique de même aperture (ce qui justifie l'essentiel des cas de disparition de /u/ remplacé par /u'./).

⑩ les voyelles centrales s'organisent :

- plus régulièrement sur l'axe haut/bas que sur l'opposition arrondi/non arrondi,

- jamais en série sans la présence d'une voyelle centrale haute

- et dans ce cas avec une voyelle périphérique haute.

2. ÉTUDE DE LA STABILITÉ ACOUSTIQUE DES SYSTÈMES VOCALIQUES

2.1. Utilisation d'un modèle de prédiction

Schwartz & al. [7] se proposent d'améliorer 2 résultats obtenus par L&L [2] contraires aux données de la base UPSID :

- la prolifération des voyelles hautes entre [i] et [u], peu compatible avec les règles ① et ①' ;

- l'impossibilité de prédire une série antérieure arrondie sans une série postérieure non arrondie ou centrale "équilibrante" au sens de la théorie de la dispersion.

Dans un espace 3-D $F_1/F_2/F_3$, le modèle de Schwartz & al. reprend de L&L la minimisation des distances intervoyelles comme fonction de l'énergie des systèmes :

$$E_0 = \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} \frac{1}{d_{ij}^2} \rightarrow \text{minimisée}$$

où d_{ij} est la distance formantique pondérée entre 2 voyelles i et j :

$$d_{ij} = \left[(F_{1i} - F_{1j})^2 + \lambda (F_{2i} - F_{2j})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

λ est le coefficient pondérateur des formants élevés ($\lambda \leq 1$). Un poids plus important de F_1 dans le calcul des

