

HAUTEURS SPÉCIFIQUES, TYPES CONSONANTIQUES ET TONS STATIQUES EN THAI

René GSELL

Université de la Sorbonne Nouvelle

Cet article élaboré en 1978 est dédié au Professeur HAUDRICOURT à qui je dois ma formation en linguistique du Sud-Est Asiatique et qui m'a encouragé dans mes recherches, et maintes fois, aidé de ses conseils. Ce travail illustre par des données expérimentales empruntées du Thai standard le problème des transphonologisations et ouvre quelques perspectives sur l'évolution actuelle du système tonal de cette langue.

Le colloque de 1973 "Consonant Types and Tone" organisé à l'Université de Southern California par Larry M. HYMAN et les publications du Tone Seminar de U.C.L.A. (*Studies on Tones from the UCLA Tone Project*, 1974, Working Papers in Phonetics, 27 et *Studies on Production and Perception of Tones*, 1976, id. 33) ont attiré à nouveau l'attention des spécialistes sur le fonctionnement des tons et sur les contraintes "intrinsèques" imposées par l'environnement phonétique segmental aux réalisations tonales. L'ensemble de ces variations intrinsèques de F_0 dues aux phénomènes de "hauteur spécifique" vocalique ou consonantique souvent appelé "micro-mélodie" ou "mélodie articulatoire"¹ a été moins souvent étudié dans les langues à tons que dans les langues à intonation; pourtant l'incidence des "coarticulations" mélodiques segmentales sur les

traits suprasegmentaux n'y est pas négligeable, ainsi que l'ont montré les recherches d'Abramson (1974a) et de Gandour (1974) sur le thai standard, de Hombert (1974a) sur le yoruba, de Howie (1974) sur le mandarin, de Lehiste (1970) sur le serbo-croate et de Löffquist (1975) sur le suédois.

Aussi a-t-il paru intéressant, en partant des principes méthodologiques et des conclusions de l'article de Hombert (1976a) d'entreprendre une série d'études sur le comportement des tons en thai standard² en fonction des hauteurs spécifiques vocaliques et consonantiques. La présente étude, destinée surtout à défricher le terrain, se limite à traiter trois problèmes:

1. F₀ intrinsèque (hauteur spécifique) des neuf voyelles longues et des neuf voyelles brèves aux trois tons statiques: haut, moyen, bas. Le traitement des deux tons mélodiques: montant et descendant sera étudié ultérieurement³.

2. F₀ intrinsèque des consonnes d'après les modifications apportées au ton moyen par les différents types consonantiques.

3. Variations dynamiques contextuelles des trois tons statiques en fonction des trois classes d'occlusives.

1. Hauteur vocalique: F₀ intrinsèque des voyelles.

L'analyse porte sur les neuf voyelles brèves: i - e - ε - ʊ - ɤ - a - u - o - ɔ et les neuf voyelles longues: i: - e: - ε: - ʊ: - ɤ: - a: - u: - o: - ɔ: dans des monosyllabes aux trois tons statiques:

les brèves dans des structures $/C_1Vn/$ et les longues dans les types $/C_1V:/$, en raison des contraintes syllabiques qui régissent la distribution des tons ($/CV/$ n'existe pas et dans $/C_1VC_2/$ où C_2 est une occlusive: $/p, t, k, ?/$ le ton moyen est exclu), et du fait d'autre part que $/-n/$ ne modifie pratiquement pas le F_0 de la voyelle précédente (C_1, k ou kh). Enfin on a utilisé autant que possible des mots réels fournis par le *Dictionnaire de l'Académie Royale* ($/phót\bar{c}ānā:núkr\bar{o}m$ $chābāprā:tchābāndittājāsāphā:/$), Bangkok, 1950. Les monosyllabes ont été insérés dans la phrase-cadre: $/ph\bar{u}:t khām wā: ___ s\acute{ı}?:$ "dites le mot $___$ s'il vous plaît. Les phrases ont été enregistrées par deux sujets masculins en chambre sourde et traitées au détecteur de mélodie développé par B. Gautheron et R. Gsell. Les mesures ont été faites directement en $1/4$ de tons et, le cas échéant, converties en Hz^4 . Les mesures ont été faites à 100 ms. après le V.O.T. pour les brèves et à 200 ms. après le V.O.T. pour les longues, dans le cas présent la durée des brèves varie de 110-150 ms. et celle des longues de 250-400 ms., chiffres assez voisins de ceux d'Abramson⁵. On peut estimer qu'à cette distance l'effet perturbateur de l'initiale ne se fait plus sentir.

1.1.

La figure 1. illustre les valeurs moyennes de F_0 de chacune des voyelles aux trois tons statiques; chaque point représente la moyenne de 16 mesures (2 consonnes x 2 locuteurs x 4 répétitions). Nous n'ignorons pas que la valeur moyenne est ici sujet à caution; le mode ou la médiane en éliminant les valeurs extrêmes ou aberrantes seraient certainement plus proche de la perception. Néanmoins on a retenu la moyenne pour avoir des points de comparaison avec les travaux cités plus haut⁶.

Tableau des Hauteurs Spécifiques moyennes en Hz correspondant à la Fig.1.

Voyelles Brèves

	i	e	ε	a	ɔ	o	u	ɯ	y
T. Haut	140,59	134,63	135,6	131,73	131,73	128,92	141,6	142,63	137,57
T. Moyen	132,7	124,34	122,56	119,07	122,56	115,73	127,99	132,70	126,15
T. Bas	124,25	117,36	112,40	114,02	114,9	110,79	119,07	124,34	114,02

Voyelles Longues

	i:	e:	ε:	a:	ɔ:	o:	u:	ɯ:	y:
T. Haut	136,58	133,66	127,01	124,34	127,07	123,45	133,60	137,57	133,66
T. Moyen	124,34	119,94	115,73	117,36	113,20	112,4	119,07	121,68	119,14
T. Bas	110,79	109,18	104,55	104,55	102,36	102,36	106,8	108,4	107,57

Ces valeurs donnent une estimation de l'amplitude des variations de $F_{\bullet}$: $\Delta F_{\bullet} = F_{\bullet \text{ max}} - F_{\bullet \text{ min}}$, amplitude absolue et $\frac{F_{\bullet \text{ max}}}{F_{\bullet \text{ min}}} = \text{amplitude relative}$.

	ΔF	$\frac{F_{\bullet \text{ max}}}{F_{\bullet \text{ min}}}$		ΔF	$\frac{F_{\bullet \text{ max}}}{F_{\bullet \text{ min}}}$	
Ton Haut	16	1,10	10%	13	1,10	10%
Ton Moyen	17	1,14	14%	12	1,10	10%
Ton Bas	14	1,13	13,3%	8	1,07	7%

Les valeurs relatives sont sensiblement égales à celles de I.

Lehiste pour les voyelles anglaises (I. LEHISTE, 1970, p.68) :

$$\frac{F_o}{F_o} \frac{i}{a} = 1,12 ; \frac{F_o}{F_o} \frac{u}{a} = 1,12 ; \frac{F_o}{F_o} \frac{i}{æ} \text{ et supérieures à celles}$$

que le même auteur a données pour le serbo-croate, langue à plusieurs types d'accents (ou de tons), *ibidem*, p.72:

Accent	Bref descendant	Bref montant	Long descendant	Long montant
$\frac{F_o \text{ max}}{F_o \text{ min}} =$	1,06	1,07	1,06	1,06

Elles sont supérieures au seuil différentiel de fréquence fondamentale $\frac{\Delta F}{F}$ qui en thai est compris entre 3,3 % et 4,1 % ⁷. Ce seuil a été établi par Abramson à l'aide de la parole synthétique à partir de tests de perception qui ont montré que dans la gamme comprise entre 120 et 150 Hz, une différence de ± 5 Hz modifie l'identification phonologique d'un ton (par exemple Ton Moyen + 5Hz $\rightarrow$ Ton Haut, Ton Moyen - 5Hz $\rightarrow$ Ton Bas, etc.). L'écart relatif maximal constaté en vaut donc de 2 à 3 fois le seuil différentiel; il est donc huatemment significatif. D'autre part en comparant nos résultats avec le diagramme de J.M. Hombert (1976a) du F_o intrinsèque des voyelles yoruba aux trois tons statiques, on peut constater que seules les voyelles longues attestent une faible compression des écarts au Ton Bas.

1.2.

Si l'on examine l'aspect général des diagrammes de la fig. 1, on peut constater que l'évolution de F_0 intrinsèque est en gros parallèle à celle de l'aperture et que les diagrammes de fréquence ressemblent à des diagrammes articulatoires, ce qui a été souvent dit (cf. Références). Cependant une différence est significative: les voyelles labialisées ont une F_0 souvent notablement plus basse que les voyelles non-labialisées d'aperture et de point d'articulation à peu près identiques.

	Voyelles Brèves		Voyelles Longues	
	ɯ/u	ʏ/o	ɯ:/u:	ʏ:/o:
Ton Haut	0,7 %	6,7 %	2,9 %	12,3 %
Ton Moyen	6,7 %	9,0 %	2,1 %	5,9 %
Ton Bas	4,4 %	2,9 %	4,4 %	3,9 %

Excepté dans deux cas sur douze, l'abaissement dû à la labialisation est supérieur ou égal au seuil différentiel; dans un des cas il vaut 3 x le seuil. Cet effet dépresseur de la labialité a également été décelé en vietnamien, en finnois et en français. Il s'agit peut-être d'un phénomène phonétique quasi-universel dû soit à l'effet de couplage entre la source sonore et les résonateurs, soit à la traction exercée par la projection des lèvres sur le larynx et par là sur la tension des cordes, soit aux deux à la fois.

D'autre part une différence significative existe toujours, aux trois tons entre Voyelles Hautes /i,ɯ,u/ longues et brèves et Voyelles Basses /ɛ,a,ɔ/ longues et brèves. Le rapport $\frac{F_0}{F_0} \frac{VH}{VB}$ est compris entre

5,9 % et 11,4 %, c'est-a-dire entre une seconde mineure et une seconde majeure, donc nettement au-dessus du seuil. Il n'en est cependant pas de même du rapport entre $F_{\circ}$ des voyelles moyennes /e,o,y/ longues ou brèves et les $F_{\circ}$ VH et $F_{\circ}$ VB aux trois tons. Deux cas se présentent:

1. $F_{\circ}$ VH / $F_{\circ}$ VM

2. $F_{\circ}$ VM / $F_{\circ}$ VB

1. $F_{\circ}$ VH / $F_{\circ}$ VM

	$F_{\circ} i / F_{\circ} e$	$F_{\circ} u / F_{\circ} o$	$F_{\circ} w / F_{\circ} y$	$F_{\circ} i: / F_{\circ} e:$	$F_{\circ} u: / F_{\circ} o:$	$F_{\circ} w: / F_{\circ} y:$
Ton Haut	1,044	1,1	1,036	1,02	1,08	1,03
Ton Moyen	1,06	1,07	1,09	1,01	1,04	1,01
Ton Bas	1,07	1,11	1,05	1,04	1,06	1,01

2. $F_{\circ}$ VM / $F_{\circ}$ VB

	$F_{\circ} e / F_{\circ} \varepsilon$	$F_{\circ} o / F_{\circ} \circ$	$F_{\circ} y / F_{\circ} a$	$F_{\circ} e: / F_{\circ} \varepsilon:$	$F_{\circ} o: / F_{\circ} \circ:$	$F_{\circ} y: / F_{\circ} a:$
Ton Haut	0,99	0,98	1,04	1,05	0,97	1,07
Ton Moyen	1,04	0,96	1	1,04	1	1,03
Ton Bas	1,01	0,94	1,06	1,04	0,99	1,02

Comme on le voit dans ces deux tableaux, les rapports de $F_{\circ}$ qui font intervenir les voyelles d'aperture moyenne sont assez irréguliers. Ainsi le rapport $\frac{F_{\circ} VH}{F_{\circ} VM}$ est toujours pour toutes les Voyelles Brèves et aux trois tons nettement supérieur au seuil, et donc significatif;

mais ce rapport, dans le cas des Voyelles Longues ne le reste que pour les Voyelles Postérieures. Quant aux valeurs de $\frac{F_0^{VM}}{F_0^{VB}}$, elles sont trop faibles et trop fluctuantes pour qu'on puisse en dégager une tendance générale. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la distance perceptuelle entre Voyelles Moyennes et Voyelles Basses est en fait plus faible que la distance entre Voyelle Haute et Voyelle Moyenne, les expériences faites par A.S. Abramson semblent le suggérer. De toute manière les matériaux rassemblés ici sont trop insuffisants pour une conclusion définitive. Signalons cependant qu'une constatation analogue a été faite en français par Di Cristo.

1.3.

La comparaison du diagramme des Voyelles Longues avec celui des Brèves (cf. fig. 1) ainsi que les valeurs précédentes montrant que la gamme de variation de F_0 des Voyelles Longues est décalée vers le bas par rapport à celle des Voyelles Brèves, trait général des rapports de hauteur entre longues et brèves, souvent signalé, en particulier par M. Durand⁸. La gamme de variation du ton moyen des Longues (124,34-112,4) recouvre la quasi-totalité du registre du ton bas, c'est-à-dire 88%: 124,25-110,70 et 77% du registre du ton moyen: 132,7-110,79 des Brèves. Des interférences entre F_0 intrinsèque des Longues et F_0 intrinsèque des Brèves peuvent ainsi expliquer, dans un contexte consonantique initial identique les confusions entre Ton Haut et Ton Bas signalées plus haut.

De même le registre Haut des Longues recouvre 77 % du registre Moyen et 66 % du registre Haut des Brèves.

Dans la série des Brèves, de nombreux recouvrements sont possibles entre F_0 des voyelles d'aperture et de registre tonal différents : par exemple, / $\dot{i}$, $\ddot{u}$, $\dot{u}$, $\dot{e}$, $\dot{v}$,/ du registre Bas sont comprises dans la gamme de variation des Voyelles Basses / $\bar{e}$, $\bar{a}$, $\bar{v}$ / et de / $\bar{o}$ / de registre moyen. Seuls / $\bar{i}$ / et / $\bar{u}$ /, 132,7 Hz, interfèrent avec / a /, 131,73 Hz, / $\dot{o}$ /, 132,73 Hz, et / $\dot{a}$ /, 128,92 Hz de ton Haut. A moins d'un codage multidimensionnel de la fréquence, ces interférences peuvent augmenter les confusions entre tons. Dans la série des Longues le seul recouvrement possible celui de / $\bar{i}$:/ et de / $\dot{a}$:/, F_0 commun à 124,34 Hz⁹.

Force est de constater:

1. que le système tonal des Longues est bien mieux protégé que celui des Brèves et que les intervalles de confiance y sont, même si l'on prend en compte des moyennes brutes, de beaucoup plus confortables. Le système des tons statiques est donc plus stable quand les oppositions tonales portent sur des syllabes à noyau vocalique long : c'est ce que confirment les tests de perception.

2. que les sujets parlants doivent recourir à des traits secondaires pour reconnaître les tons ponctuels : pente montante (et éventuellement faible glottalisation pour le ton Haut) ; pente descendante pour le ton bas¹⁰.

2. F_0 intrinsèque des consonnes d'après les modifications apportés au ton moyen.

2.1.

En entreprenant ce travail on était parti des constatations de J.M. Hombert (1976a), à savoir que la durée des perturbations causées par les consonnes prévocales sur la fréquence fondamentale de la Vowelle est plus courte dans une langue à tons (le yoruba) que dans une langue non-tonale (l'anglais) (D'après le graphique Fig. 2, p. 43 de Hombert, leurs traces disparaissent dans les tons statiques à 100 msec). J. Gandour (1974) en étudiant ce phénomène en thai a pu trouver que seul un segment relativement court de la voyelle était affecté par la consonne précédente : 30 msec pour une consonne sourde, 50 msec, pour une consonne sonore. Hombert en avait conclu qu'il semble exister dans une langue à tons une tendance (absente des langues non-tonales) à "minimiser activement" l'effet intrinsèque des consonnes prévocales, probablement pour assurer aux différents tons leur distinctivité perceptuelle maximale. D'autre part, comme les niveaux (Haut, Moyen, Bas) sont les résultantes d'anciennes transphonologisations, il semble logique qu'une fois le système des tons solidement établi, les perturbations qui lui ont donné naissance cessent,

En réalité le dépouillement de plus de 3.000 courbes tonales réalisées par deux locuteurs masculins et portant sur des syllabes réelles de type CVN, CV: et CV:N¹¹ (et non comme chez Gandour sur des syllabes artificielles) nous a montré qu'il n'en était rien.

En prenant pour les trois tons statiques la mesure F. vocalique à 100 ms. du début des BREVES et à 200 ms. du début des LONGUES, on a la surprise de constater que la hauteur moyenne à laquelle chaque ton est

réalisé dépend du mode articulatoire de la consonne initiale (c'est-à-dire du Type-Consonantique). Certaines différences sont "subliminales" 1,2 %, par exemple la valeur au ton Moyen du rapport: $\frac{\text{Consonne Non Aspirée} + a.}{\text{Consonne Sonore} + a}$. D'autres sont hautement significatives, comme par exemple ce même rapport, toutes voyelles confondues, qui est alors de l'ordre de 4,4 %, ou comme celui des $\frac{\text{Fricatives Sourdes}}{\text{Semi-Voyelles Liquides}} = 4,9 \%$. En comparant avec ce qui se passe dans d'autres langues à tons, nous avons pu remarquer en vietnamien un phénomène parallèle, mais, semble-t-il (d'après les sujets sud-vietnamiens testés), sensible à certains tons plus qu'à d'autres: pour les tons Huyền, Sác et Hôi, les variations contextuelles consonantiques sont de l'ordre de 2,9 % à 5,9 %, c'est-à-dire entre un quart de ton musical et un demi-ton. Ces variations et ces perturbations dans les réalisations tonales, dues à l'influence des consonnes initiales, dans d'autres cas à la structure des syllabes, ne doivent pas étonner: un système tonal, une fois établi, n'est pas figé et immuable. Il est autonome et évolue selon sa propre dynamique, il peut se modifier en provoquant des dédoublements de tons, ou inversement des syncrétismes tonaux ... et il peut même aboutir à des inversions tonales, comme l'a très bien montré A.G. Haudricourt¹². Or une évolution suppose au préalable l'existence de variantes. Le tableau suivant donne la valeur de la Hauteur en Hz (mesurée à 100 ms. pour les Voyelles Brèves et à 200 ms. pour les Voyelles Longues) de chacun des trois tons ponctuels (Haut, Bas, Moyen) en fonction des trois types d'occlusives (sourdes aspirées, sourdes non-aspirées, sonores).

A. *Voyelles Brèves*

1. précédées des Aspirées : /ph, th, ch, kh/

	i	e	ε	a	ɔ	o	u	ʊ	ʏ
Ton Haut	127,07	122,56	120,80	118,22	119,94	119,94	127,07	125,25	123,45
Ton Moyen	127,04	121,68	119,07	117,36	118,22	118,22	124,34	124,34	122,5
Ton Bas	114,02	110	108,4	106,8	108,4	107,57	111,6	113,2	109,18

2. précédées des Sourdes Non-Aspirées : /p, t, c, k/

	i	e	ε	a	ɔ	o	u	ʊ	ʏ
Ton Haut	125,25	120,80	119,07	118,22	119,07	119,94	126,15	125,15	119,94
Ton Moyen	122,56	117,36	116,52	114,02	115,93	114,9	119,94	123,45	117,36
Ton Bas	111,6	107,56	106,06	106,06	106,06	106,8	109,18	110,79	106,8

3. précédées des Sonores : /b, d/

	i	e	ε	a	ɔ	o	u	ʊ	ʏ
Ton Haut	120,80	114,02	113,2	112,40	113,2	116,52	117,36	120,80	118,2
Ton Moyen	119,07	118,22	114,02	113,2	113,2	115,73	117,36	118,22	116,52
Ton Bas	108,4	106,06	106,06	115,3	103,4	104,55	105,9	106,8	105,3

B. Voyelles longues

1. précédées des Aspirées : /ph, th, ch, kh/

	i:	e:	ɛ:	a:	ɔ:	o:	u:	ɯ:	ʏ:
Ton Haut	125,25	120,80	117,36	115,73	118,22	118,22	123,45	124,34	121,68
Ton Moyen	119,07	116,52	114,02	113,2	115,73	114,02	119,07	119,07	116,52
Ton Bas	104,55	103,8	103,04	99,4	100,9	100,9	103,04	104,55	103,04

2. précédées des Sourdes Non-Aspirées : /p, t, c, k/

	i:	e:	ɛ:	a:	ɔ:	o:	u:	ɯ:	ʏ:
Ton Haut	122,56	118,22	115,60	114,02	114,9	116,52	120,50	122,56	119,94
Ton Moyen	117,36	114,9	112,40	112,40	110,02	111,6	115,75	118,22	115,73
Ton Bas	103,8	103,04	100,9	99,4	98,70	101,63	100,9	102,9	100,9

3. précédées des Sonores : /b, d/

	i:	e:	ɛ:	a:	ɔ:	o:	u:	ɯ:	ʏ:
Ton Haut	117,36	114,02	113,2	112,4	114,02	114,9	116,52	116,52	114,02
Ton Moyen	116,52	114,02	113,2	111,6	113,2	114,02	114,9	118,22	114,02
Ton Bas	100,12	100,9	99,4	99,4	100,12	101,63	100,9	102,36	100,9

Ce tableau est illustré par le graphique en Fig. 2 particulièrement instructif, car il montre de façon imagée les très nombreux recouvrements

dans les trois registres, tant pour les Brèves que pour les Longues, recoupements imputables à l'influence conjuguée des entourages consonantiques et des hauteurs spécifiques vocaliques.

Une lecture rapide de ces deux graphiques permet tout de suite de voir que dans le domaine des Brèves les interférences sont nombreuses entre Haut et Moyen, mais que les tons Bas, quelle que soit la nature de l'initiale, sont protégés par un intervalle de confiance $\approx 1/2$ ton musical. Dans celui des Longues, cet intervalle est encore plus important, puisqu'il oscille entre $3/4$ de ton et un ton musical, donc $\approx$ un intervalle de seconde (12,2 %, c'est-à-dire trois fois le seuil perceptuel). D'autre part les registres Haut et Moyen sont, chez les Longues, mieux séparés : seul le registre Haut des Initiales Sonores se confond avec le registre Moyen des Initiales Sourdes Non-Aspirées. Enfin le tassement des variations des Hauteurs spécifiques vocaliques dans le registre Bas-signalé par Hombert - semble être une conséquence des interférences entre initiale consonantiques et hauteurs vocaliques. On voit donc par là que les effets de registre des initiales consonantiques et des hauteurs spécifiques vocaliques peuvent soit s'additionner, soit se soustraire.

2,2,

En nous limitant au ton Moyen (considéré comme non-marqué) et en prenant /i/ comme représentant des Voyelles Hautes et /a/ des Voyelles Basses, on obtient les hiérarchies suivantes :

1. $\frac{\text{Cons. Asp.} + \text{V Haute}}{\text{Cons. Sonore} + \text{V. Basse}} = 13 \%$
2. $\frac{\text{Cons. Sonore} + \text{V. Haute}}{\text{Cons. Sonore} + \text{V. Basse}} = 5,1 \%$
3. $\frac{\text{Cons. Sonore} + \text{V. Haute}}{\text{Cons. Non-Aspirée} + \text{V. Basse}} = 4 \%$
4. $\frac{\text{Cons. sonore} + \text{V. Haute}}{\text{Cons. Aspirée} + \text{V. Basse}} = 1,4 \%$ si la Haute est /i/
 $0,9 \%$ si la Haute est /u/

Dans ce dernier cas l'effet est annulé,

Ces valeurs sont légèrement inférieures ($\approx -2 \%$) à celles que Di Cristo propose pour le français, ce qui est normal quand on compare une langue à une langue sans tons (voir plus haut Hombert).

Par ailleurs, pour une même Voyelle Haute /i/, les effets consonantiques sont les suivants :

1. $\frac{\text{Cons. Aspirée} + \text{V. Haute}}{\text{Cons. Non-Aspirée} + \text{V. Haute}} = 3,6 \% \approx \frac{\Delta F}{F}$ (par excès)
2. $\frac{\text{Cons. Aspirée} + \text{V. Haute}}{\text{Cons. Sonore} + \text{V. Haute}} = 6,7 \% > \frac{\Delta F}{F}$
3. $\frac{\text{Cons. Non-Asp.} + \text{V. Haute}}{\text{Cons. Sonore} + \text{V. Haute}} = 2,9 \% \approx \frac{\Delta F}{F}$ (par défaut)

Les mêmes rapports avec Voyelle Basse /a/ sont respectivement :

1. $= 2,9 \% \approx \frac{\Delta F}{F}$ (par défaut)
2. $= 3,6 \% \approx \frac{\Delta F}{F}$
3. $= 1,2 \% < \frac{\Delta F}{F}$

On pourra en conclure que seule la distance perceptuelle entre l'effet de la Non-Aspirée et celui de la Sonore sur la Voyelle subséquente est négligeable et ce n'est que dans ce cas précis que l'on peut dire avec Gandour qu'il n'y a pas de différence significative entre les valeurs de Ft (ton) pour les tons avec initiale sourde non aspirée /p, t/ et initiale

sonore /b, d/.

2,3.

Il est intéressant à ce stade de comparer les résultats obtenus pour le ton Moyen avec ceux de Gandour, puisque cet auteur a exclusivement étudié les effets consonantiques sur la Voyelle Haute /i:/ ou /u:/, sans d'ailleurs faire de différence entre les deux voyelles.

	Gandour /i:/, /u:/	Gsell /i:/
Groupe 1 (sourdes)	117,08	117,36
Groupe 2 (sonores : b, d)	122,08	116,52
Aspirées	—	119,1

Les valeurs pour les sourdes sont les mêmes : celles que Gandour a pu obtenir pour les sonores comportent des fréquences plus élevées que pour les sourdes, alors que nos documents montrent l'inverse. Ce fait, surprenant d'abord, s'explique cependant : nos valeurs sont celles mesurées à 200 ms. du début des voyelles ; celles de Gandour, des moyennes générales qui de ce fait privilégient les segments compris entre 0 ms. (début de la Voyelle) et 100 ms. Une comparaison avec les tableaux de la section 3 qui présentent les moyennes de toutes les Voyelles aux différents temps t_0 , t_{10} , etc., donne pour le ton Moyen (valeurs converties en Hz) :

	20 ms	30 ms	40 ms	60 ms	80 ms	120 ms
Groupe 1 (Sourdes)	116,5	112,2	113,5	114,2	114,5	114,8
Groupe 2 (Sonores)	116,5	117,3	115,1	115,1	115,1	114,8

Comme on le voit, entre 30 ms et 120 ms le ton Moyen du Groupe 2 est plus haut que le ton Moyen du Groupe 1 ; les valeurs s'égalisent à 120 ms pour aboutir ensuite à la différenciation inverse qui est celle que nous avons retenue.

Quant aux aspirées Gandour s'est refusé à les prendre en compte pour Ft (ton), puis qu'il avait chez son sujet trouvé deux allophones : une aspirée sourde : [ph] et une aspirée sonore (breathy voice, voix soufflée) : [bh] ou [b̥] qui exercent chacune une influence contraire à celle de son partenaire¹³.

Seules peuvent être comparées les valeurs des alvéolaires :

	Gandour		Gsell	
n	124		122,2	
th	126	1,6 %	119,1	2,6 %
t	123	2,47 %	117,3	1,5 %
d	123	0 %	111	5,6 %
s	117	5 %	110	6,9 %

Seules sont comparables (en %) les relations entre la sonore et la fricative.

Les valeurs des différents types consonnantiques devant l'ensemble des Voyelles Longues permettent d'établir au ton Moyen les hiérarchies suivantes :

1. Nasales	: 120,8	4. Fricatives Sourdes	: 113,2
2. Aspirées	: 119,07	5. Occlusives Sonores	: 112,4
3. Occlusives non-Aspirées	: 117,3	6. Vibrante et Latérale	: 107,7
		7. Semi-Voyelles /w/, /j/	: 106,7

Le classement suit l'ordre décroissant des relèvements de hauteur provoqués par les différents types consonantiques. Le Diagramme Fig. 3 visualise ces modifications. Elles correspondent d'une certaine manière aux effets consonantiques attestés en diachronie lors des transphonologisations, ce qui ne nous semble pas nécessiter de développement particulier, puis qu'il s'agit de faits de phonétique combinatoire à valeur quasi-universelle : les langues à tons qui ont dans leur histoire déjà subi une ou même plusieurs transphonologisations cycliques imputables à ces mêmes faits combinatoires, n'y échappent pas pour autant.

On aurait aimé pouvoir présenter sous forme chiffrée la perturbation provoquée par chaque consonne individuellement, ainsi que l'on fait I, Lehi et G, Peterson (1961). Ceci n'a pas été possible en raison de la trop grande dispersion des données. Les seuls résultats qui soient stables et cohérents sont ceux des sept groupes consonantiques.

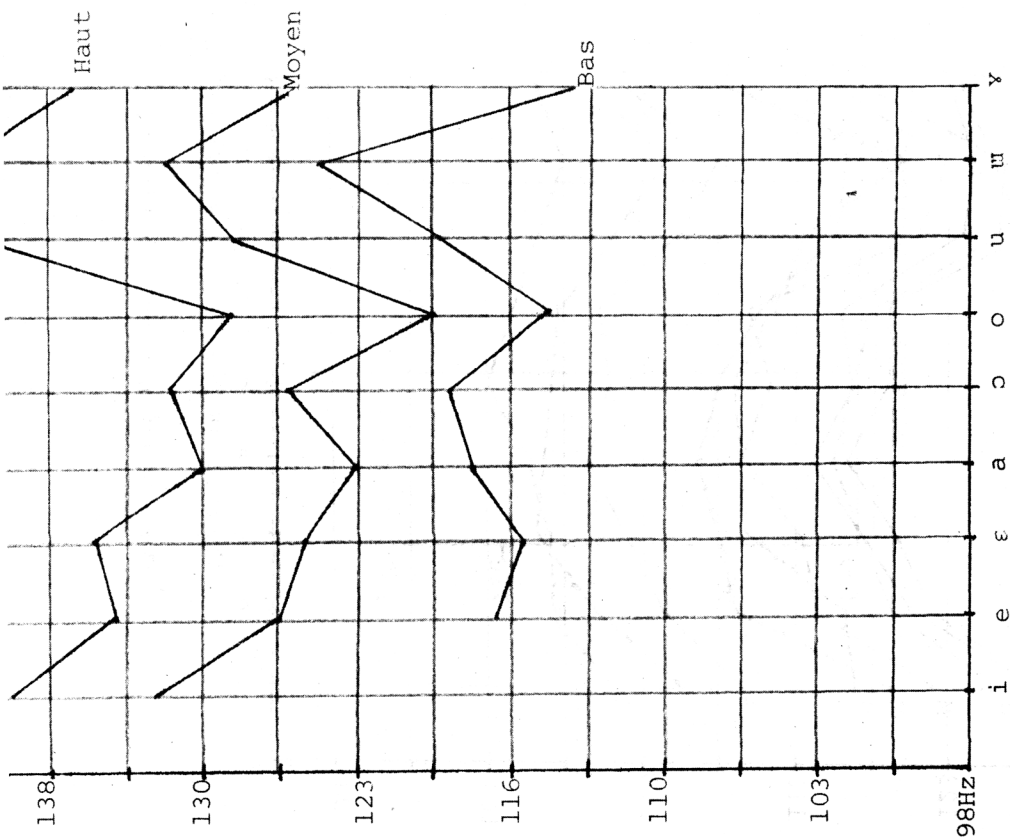
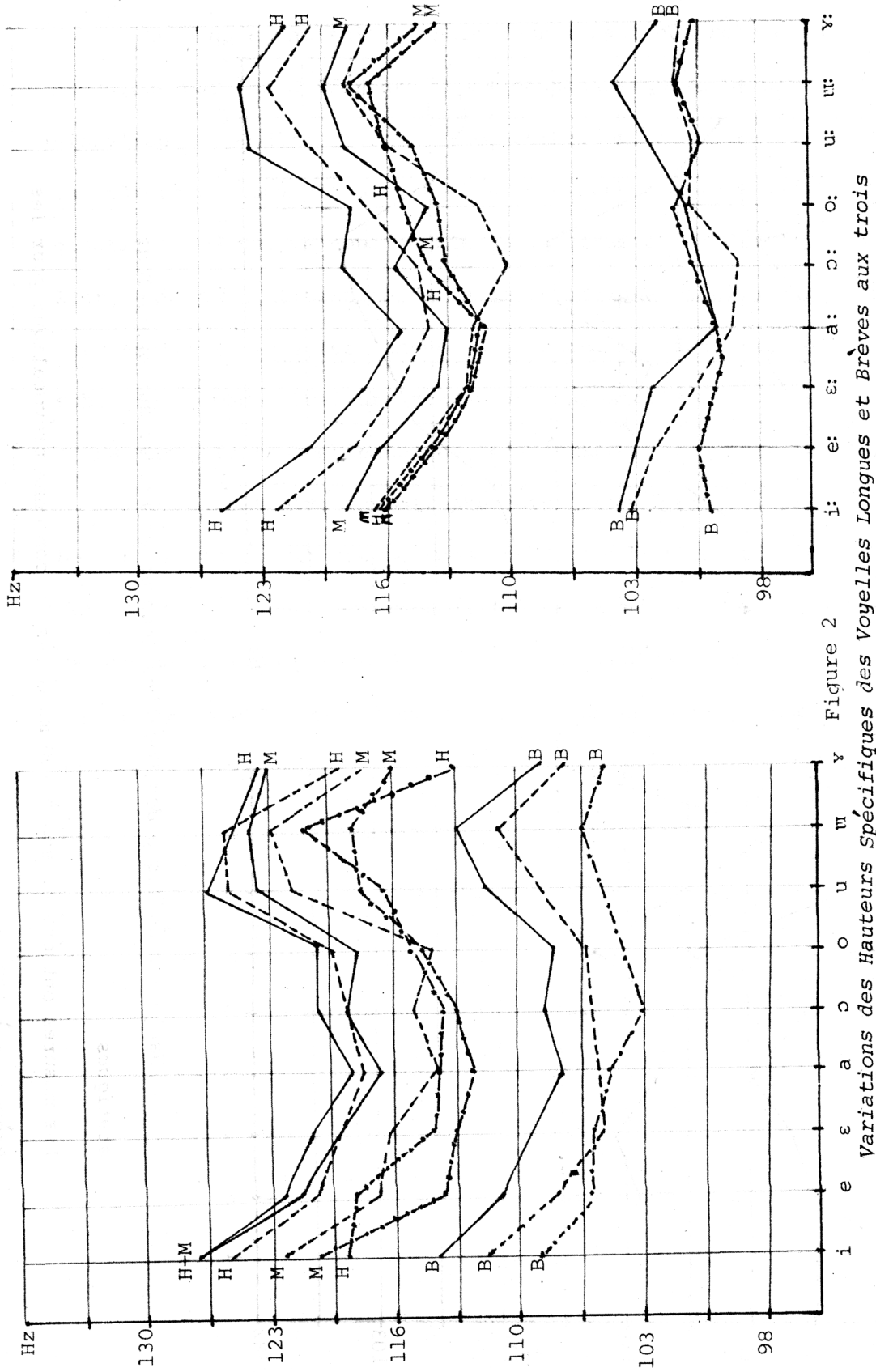


Figure 1

Hauteur spécifique des Voyelles Longues et Brèves aux trois Tons

statiques

Les mesures ont été prises à 100 ms après la consonne prévocale pour les



Tons Statiques en fonction des Initiales Consonantiques

— Voyelles précédées des Occlusives Sourdes Aspirées

- - - Voyelles précédées des Occlusives Sourdes Non-Aspirées

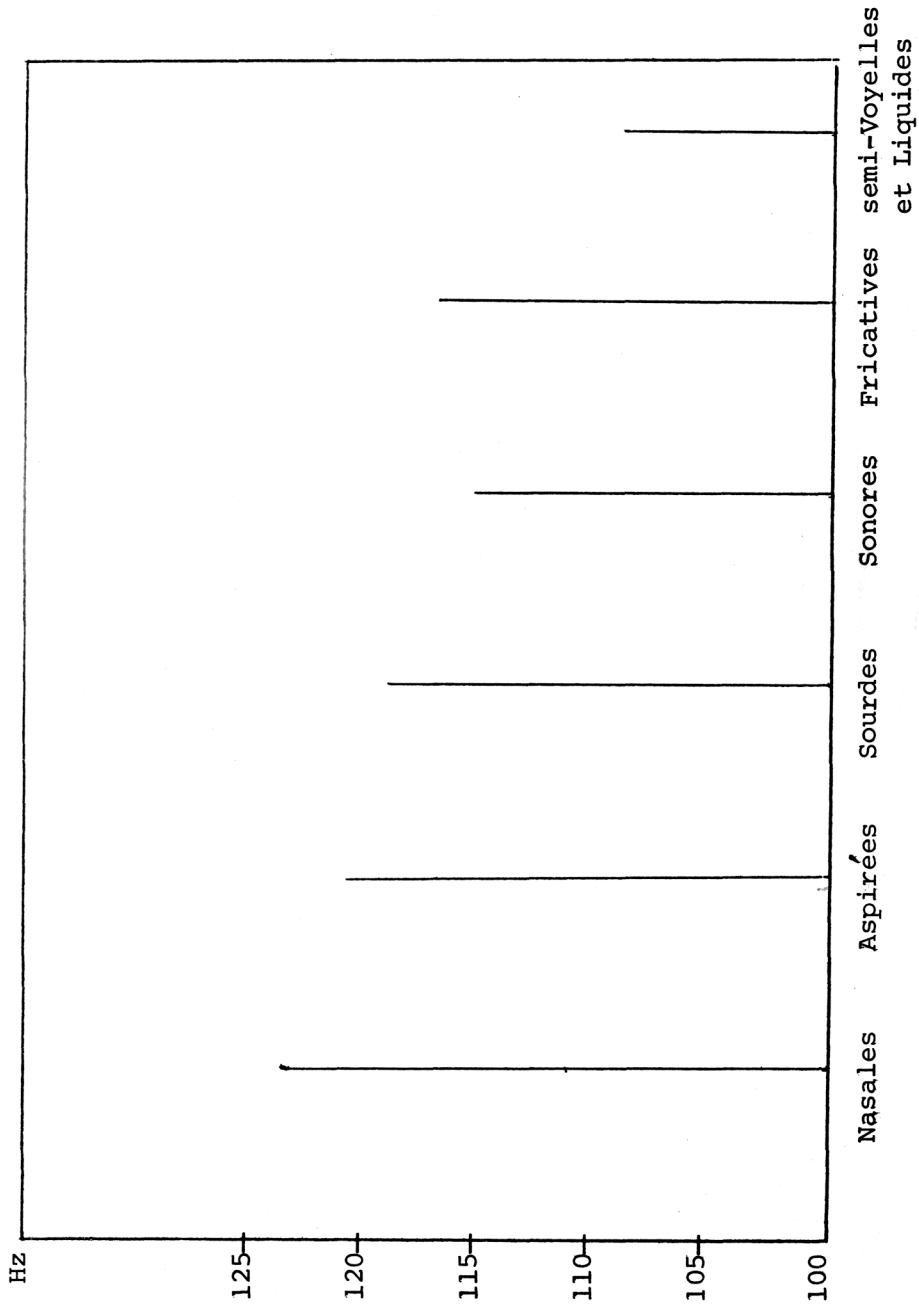


Figure 3

Hauteur spécifique des Types Consonantiques d'après les modifications
apportées au ton Moyen

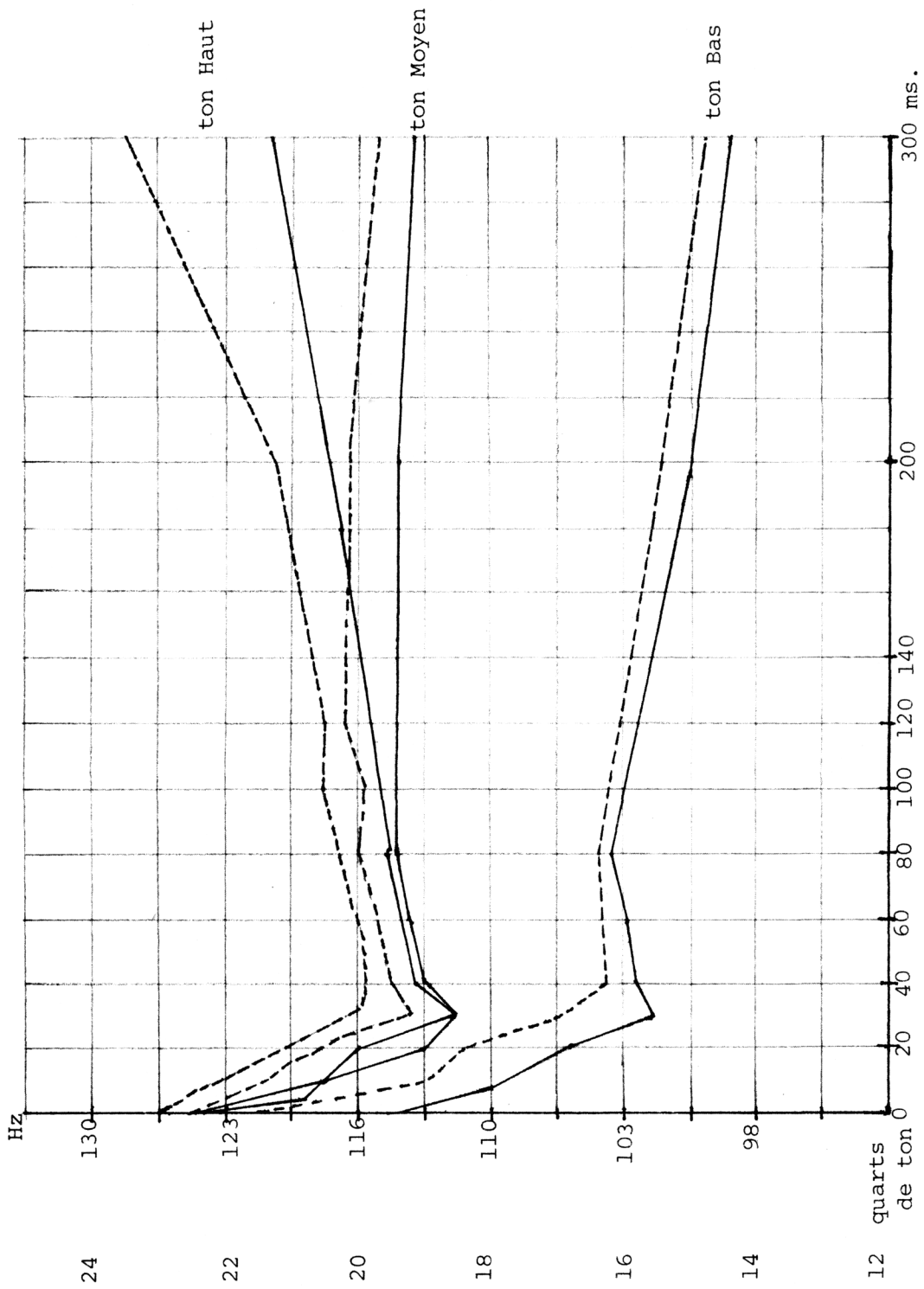


Figure 4

Comparaison des Effets des Initiales Aspirées et des Initiales Sourdes
non-Aspirées

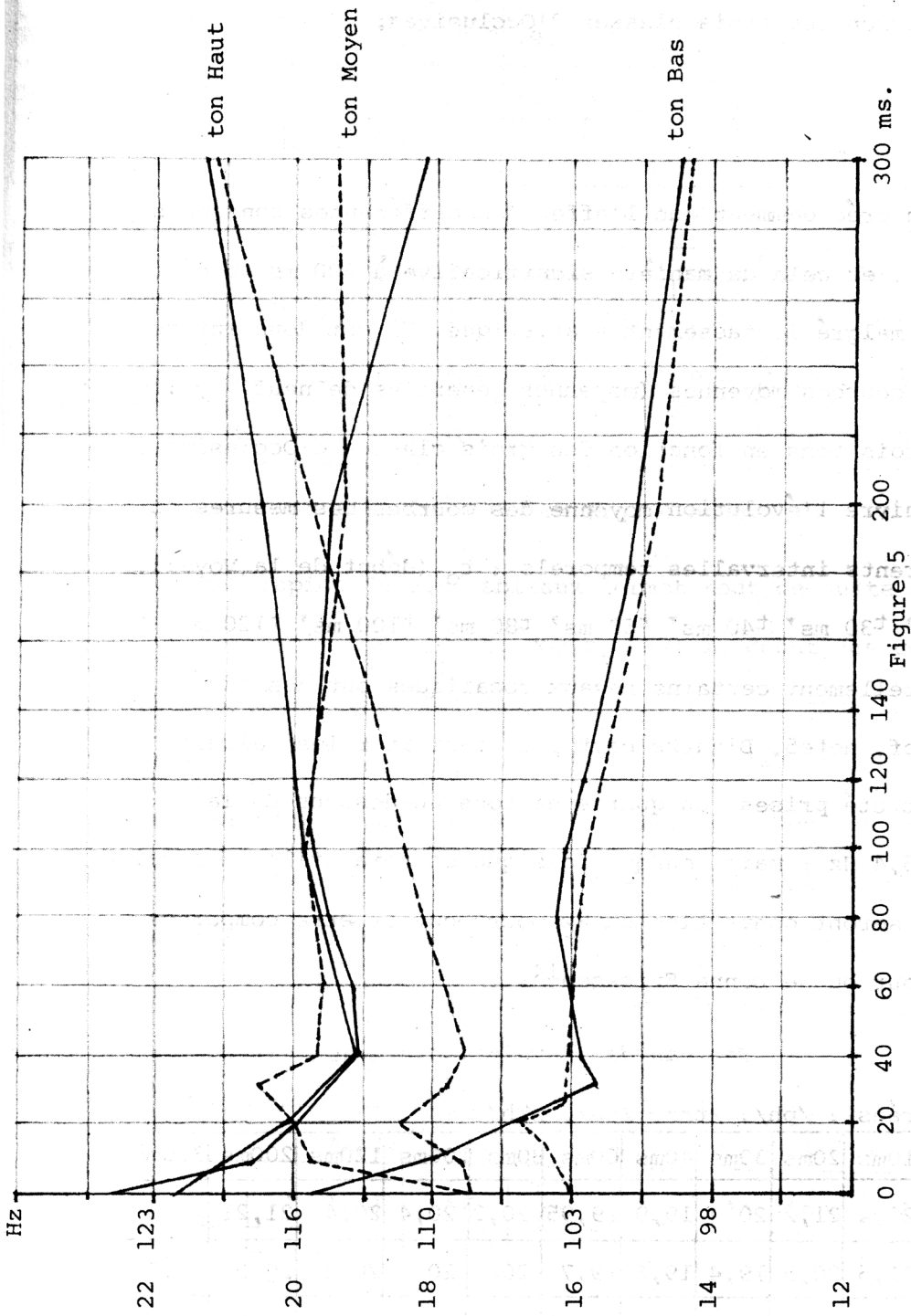


Figure 5

Comparaison des Effets des Initiales Sonores et des Initiales Sourdes

non-Aspirées

----- : Occlusives Sonores

----- : Occlusives Sourdes non-Aspirées

3. Variations dynamiques contextuelles des trois tons statiques en fonction des trois classes d'Occlusives.

3.1.

On a vu précédemment que l'effet des différentes consonnes subsiste encore, et cela de manière significative à 200 ms du début de la Voyelle, malgré le tassement statistique. Il est donc intéressant d'examiner les courbes moyennes (moyennes générales de neuf Voyelles Longues) des trois tons en fonction des trois classes d'Occlusives. Pour pouvoir suivre l'évolution moyenne des courbes des mesures ont été faites à différents intervalles temporels : t_0 (début de la Voyelle), t_{10} ms, t_{20} ms, t_{30} ms, t_{40} ms, t_{60} ms, t_{80} ms, t_{100} ms, t_{120} ms, t_{200} ms, t_{300} ms (naturellement certains noyaux vocaliques ont des durées bien supérieures : cf. note 5. D'autre part pour faciliter les calculs les mesures ont été prises en quarts de tons au-dessous de la référence de 65,4 Hz ; mais, chaque fois que ce sera utile, les valeurs significations seront converties en Hz pour pouvoir être comparées à celles de Gandour ou de Donna Erickson¹⁴.

Tableau de l'Evolution F.

Consonnes Aspirées : /ph/, /th/, /ch/, /kh/

t	0ms	10ms	20ms	30ms	40ms	60ms	80ms	100ms	120ms	200ms	300ms
Ton Haut	23	22,4	21,2	20	19,9	19,95	20,2	20,4	20,4	21,21	23,6
Ton Moyen	22,5	21,5	20,5	19,4	19,6	19,7	20	20	20,2	20,2	19,7
Ton Bas	22	19	18,5	17	16,2	16,3	16,3	16,2	16,1	15,62	14,8

Consonnes Sourdes Non-Aspirées : /p/, /t/, /c/, /k/

t	0ms	10ms	20ms	30ms	40ms	60ms	80ms	100ms	120ms	200ms	300ms
Ton Haut	22,6	20,7	20	18,7	19,2	19,4	19,5	19,7	19,8	20,62	21,3
Ton Moyen	21,7	21	20	18,7	19,1	19,3	19,4	19,5	19,5	19,4	19,1
Ton Bas	19,6	18	16,7	15,6	15,8	15,9	16,1	15,9	15,7	15,15	14,4

Consonnes Occlusives Sonores : /b/, /d/

t	0 ms	10ms	20ms	30ms	40ms	60ms	80ms	100ms	120ms	200ms	300ms
Ton Haut	17,5	17,7	18,5	18,6	17,6	17,8	18,1	18,2	18,5	19,6	21,1
Ton Moyen	17,5	19,7	20	20,3	19,7	19,6	19,6	19,6	19,5	19,4	19,3
Ton Bas	16	16,3	16,8	16,3	16	16	15,9	15,7	15,6	14,88	14,3

Ce tableau est illustré par les Fig. 4 et 5.

Un examen rapide de ces tableaux permet tout de suite de constater qu'aux trois tons (Haut, Moyen, Bas) le début des courbes tonales est plus élevé pour les Consonnes Aspirées et pour les Occlusives Sourdes Non-Aspirées, si bien que dans un premier stade (de t_0 à t_{40} environ) les courbes tonales sont descendantes. Pour les Sonores par contre ces mêmes courbes accusent une forme convexe. Si l'on retient comme valeur-cible représentante du niveau de chaque ton (F_t (ton)), la valeur de la courbe à 200 ms, on peut tout de suite chiffrer cette descente : (ΔF) en Hz :

	Aspirées				Non-Aspirées			
	t_0	F_t (ton)	ΔF	$\frac{F_{t_0}}{F_t}$	t_0	F_t (ton)	ΔF	$\frac{F_{t_0}}{F_t}$
Haut	127,1	120,1	7	5,8 %	125,1	118,6	8,9	5,4 %
Moyen	125,3	119,8	6,3	5,2 %	123,3	117,3	6	5,1 %
Bas	123,5	102,6	20,9	20,9 %	115,1	101,3	13,8	13 %

Pour les deux types les valeurs t_0 sont aux tons Haut et Moyen d'environ 5,1 à 5,8 % plus élevées. Au ton Bas la chute est plus considérable, ce qui était prévisible. D'autre part si on compare les hauteurs moyennes des Initiales des trois Types Consonantiques entre elles, les Initiales Aspirées sont de 3,4 % plus élevées que les Non-Aspirées et de 17,8 % plus élevées que les Sonores, alors que les Non-Aspirées ne dépassent les Sonores que 13 % ; en se reportant à la section 2.2., on peut tout de suite voir que les variations à l'Initiale sont généralement plus fortes que celles de Ft (ton). C'est donc bien à l'Initiale que les perturbations consonantiques sont les plus sensibles.

La forme convexe des courbes des Sonores se décrit ainsi :

Sonores					
	t_0	S (ommet)	Ft (ton)		
Haut	108,5	112,4	114,9	: chute à t_{40}	: 108,3
Moyen	108,5	117,5	112,4	: chute à t_{40}	: 115,6
Bas	103,8	106,2	100,7	: chute à t_{40}	: 103,8

Ft_0 des Aspirées est de 11 % > F Sommet

Ft_0 des Non-Aspirées est de 8,1 % > F Sommet.

Ces dernières valeurs sont assez voisines de celles de Gandour. Les principales divergences d'avec Gandour portent sur le fait qu'il ne semble pas que les sujets aient utilisé des variantes aspirées sonores, ce qui se répercute par des valeurs élevées pour les Initiales avec Consonne Aspirée.

3.2.

L'examen du tableau présenté en 3.1. montre une très grande cohérence dans les valeurs moyennes du ton Bas à partir de t_{40} et ceci quelle que soit la classe des Initiales ; pratiquement les valeurs sont stables : $t_{40} \approx 103,8$ Hz et $t_{300} \approx 99$ Hz ; un intervalle de confiance de 10 % à 15 %, c'est-à-dire d'une seconde mineure à plus d'une seconde majeure sépare le niveau Bas du niveau Moyen. Il n'est cependant pas de même des tons Haut et Moyen. Pour les aspirés à t_{200} , le ton Haut est à 5 % au-dessus du Moyen ; mais à t_{40} , l'intervalle n'est que de 1,5 % (< au seuil). Pour les Non-Aspirées à t_{200} , le ton Haut est de 6,2 % supérieur au Moyen, mais à t_{40} de 0,05 %, ce qui est très insuffisant. Bien sûr il s'agit de Moyennes et le poids des Hauteurs spécifiques des Voyelles Basses explique en partie cette tendance à l'égalisation des Initiales Vocaliques. Si l'on veut bien admettre ce correctif on pourrait dire que le système à Initiales Consonantiques Aspirées et celui à Initiales Occlusives-Sourdes-Non-Aspirées assurent tous deux une différenciation acceptable des trois Niveaux (Haut, Moyen et Bas).

Ce raisonnement, à la vérité peu probant, n'est plus admissible du tout pour le système des Initiales Occlusives Sonores ; on assiste ici entre les temps t_{10} et t_{200} à une véritable inversion tonale : le ton Moyen est d'un quart de ton à un demi-ton musical (c'est-à-dire d'une seconde mineure) plus haut que le ton Haut. (Résultats analogues

chez Gandour, 1974, voir discussion en section 2.3.). Au point t_{300} néanmoins les niveaux sont correctement séparés ; le ton Haut y est de 9,3 % au-dessus du ton Moyen. C'est donc visiblement le point d'arrivée de la courbe que l'auditeur identifie, ce qui veut dire que c'est la pente tonale qui compte et non les rapports des niveaux.

3,3,

Effectivement, indépendamment des valeurs Ft (ton) des trois niveaux : Haut, Moyen, Bas, et des Initiales Vocaliques t_2 dont les rapports respectifs indiquent des paliers analogues à ceux des niveaux, les trois tons sont caractérisés par des pentes mélodiques qui doivent jouer un rôle important dans la discrimination auditive. Entre les points t_{40} ou t_{50} (selon les Initiales) et t_{300} , si l'on néglige les oscillations internes, signalées d'ailleurs aussi par Erickson (1974), on obtient les pentes suivantes :

	Initiales			
	Aspirées	Non-Aspirées	Sonores	Moyenne
ton Haut	19,7 % ↗	13,9 % ↗	19,8 % ↗	17,8 % ↗
ton Moyen	2,5 % ↘	2,0 % ↘	2,0 % ↘	2,0 % ↘
ton Bas	14 % ↘	11,8 % ↘	11,3 % ↘	12,3 % ↘

(↗ pente montante, ↘ pente nulle ou légèrement descendante, ↘ pente descendante). On peut donc définir un trait redondant "pente" particulièrement important : ton Haut : + 17,8 %, ton Moyen : - 2 %, ton Bas = - 12,3

La pente du ton Haut aux Initiales Sonores est la plus forte : + 19,8 %, c'est-à-dire + 0,1 par rapport à celle des Aspirées et + 5,9 % par rapport à celle des Non-Aspirées ; ce fait n'est pas dû au hasard, mais à une réaction délibérée des Sujets parlants (donc du système de la langue) pour protéger la communication contre les perturbations introduites par les Hauteurs spécifiques vocaliques et les Types consonantiques. Le trait "pente" que nous avons d'abord retenu comme "redondant" est sans doute le véritable trait distinctif des trois tons¹⁵ qui se comporteraient alors comme ceux de l'ibo si bien analysés par B. Malmberg (voir la note 4). En tout cas des trois paramètres qui interviennent dans la réalisation mélodique¹⁶ des tons statiques :

1. les niveaux Ft (ton) définis soit en valeurs moyennes, soit en valeurs-cibles à t_{200} ,
2. les valeurs des Initiales Vocaliques à t_0 ,
3. la pente de la courbe tonale,

seul ce troisième est présent et constant dans toutes les réalisations. Une hiérarchie perceptuelle de ces trois facteurs devrait être établie à l'aide de tests en parole synthétique. Enfin, comme le thai possède également deux tons mélodiques (montant et descendant) dont les courbes tonales : concave pour le ton montant et convexe pour le ton descendant, sont plus complexes les rapports entre les pentes des tons statiques et celles de ces deux autres tons devront être soigneusement décrits.

Conclusion

La présente étude sur les variations intrinsèques de F_0 et sur le

comportement des tons en thai standard en fonction des hauteurs spécifiques vocaliques et consonantiques a permis de préciser plusieurs points qui ne manqueront pas de retenir l'attention des linguistes intéressés par les problèmes du fonctionnement des tons et par la typologie tonale.

1. Les variations des hauteurs spécifiques vocaliques ont en thai une amplitude importante dans l'ensemble supérieure à 10 % ; elles sont comparables à celles des voyelles anglaises ou françaises et égales à environ trois fois le seuil différentiel ; l'évolution de F_0 intrinsèque est parallèle à celle de l'aperture des voyelles concernées et les *diagrammes de fréquence sont superposables aux diagrammes articulatoires*. Les différences de hauteur spécifique sont aussi importantes au ton Bas qu'aux deux autres tons, contrairement à ce que Hombert avait signalé pour le ton Bas en yoruba. Seules les Voyelles longues subissent au ton Bas une faible compression, les écarts maximaux y étant de 7 % au lieu de 10 ou 13 %.

D'autre part les Voyelles postérieures labiales sont toujours plus basses que leurs partenaires postérieures non-labiales de même apertue et ceci d'une valeur égale ou supérieure à celle du seuil différentiel. *La labialité a donc un rôle dépresseur*. L'explication de ces phénomènes a fait l'objet de plusieurs hypothèses.

2. Contrairement à ce que l'on a pu penser (cf. Gandour, 1974 ; Hombert, 1974), l'influence des initiales consonantiques se fait encore notablement percevoir à 200 ms au début de la Voyelle subséquente ; la

durée des perturbations peut donc, dans une langue à tons, être tout aussi longue que dans une langue non-tonale. L'hypothèse classique développée récemment par Halle et Stevens (1971)¹⁷ à savoir que les consonnes sourdes sont associées à des niveaux hauts et les consonnes sonores à des niveaux bas et que les différenciations de hauteur se font "dans la voyelle" est donc entièrement justifiée.

Il existe de nombreuses interférences entre effets consonantiques et hauteurs spécifiques vocaliques, interférences qui peuvent à elles seules créer des confusions de niveau entre tons. Un examen détaillé de ces actions a pu être entrepris à partir du ton Moyen considéré comme "non marqué". Les effets consonantiques et les hauteurs vocaliques peuvent s'additionner ou se soustraire (et par là se neutraliser). Les confusions graves (à un point donné de la courbe tonale) ont lieu quand les effets s'additionnent : la même chose a été constatée en français par Di Cristo (1976). Les mécanismes de ces interférences permettent, en diachronie d'expliquer à la fois les syncrétismes de tons (pertes de tons) et la naissance de nouveaux tons dans une langue tonale : dans une situation où les effets consonantiques dominent les hauteurs vocaliques, un système tonal déjà existant peut multiplier le nombre de ses tons si les oppositions de mode articulatoire (par exemple de sonorité ou d'aspiration) venaient à disparaître. Enfin une hiérarchie des différents types consonantiques a pu être construite en thai d'après leur action sur les voyelles ; par ordre de hauteur décroissante :

1. Nasales - 2. Aspirées Sourdes - 3. Occlusives Sourdes Non-Aspirées
- 4. Fricatives Sourdes - 5. Occlusives Sonores - 6. Vibrante et Latérale

- 7. Semi-Voyelles.

3. L'évolution temporelle des courbes tonales des trois tons statiques (Haut, Moyen, Bas) est hautement instructive.

Les perturbations importantes à l'initiale vocalique (t_r) renforcent celles déjà constatées sur les niveaux : Ft (ton) à t_{200ms} . Les Aspirées relèvent le plus les Initiales vocaliques (de 5,8 % à 20,3 %) à t_r , ce qui est conforme à la théorie physiologique de Ladefoged¹⁸, mais n'a pas pu être vérifié expérimentalement en thai avant notre étude. Les perturbations provoquées par les Aspirées et les Sourdes Non-Aspirées sur le début des Voyelles affectent surtout le ton Bas. Celles que provoquent les Sonores modifient entièrement le ton Haut, au point de donner naissance à ce ton, entre les points t_0 et t_{200} , à une véritable inversion tonale entre Haut et Moyen, le ton Moyen ayant alors le niveau le plus élevé. Cependant les pentes des courbes tonales restent étonnamment constantes quelque soit le type consonantique à l'Initiale (Aspirées, Non-Aspirée ou Sonore) ; le ton Haut est un ton montant, le ton Moyen est un ton égal et le ton Bas un ton descendant, si bien que l'on est tenté de considérer ce trait redondant comme le véritable trait distinctif. Bref, cette étude, en dégagant la structure et l'organisation interne des variantes tonales, pourra sans doute contribuer à expliquer les possibilités d'évolution du système thai actuel, mais il nous semble cependant prématuré de tirer des faits présents des hypothèses diachroniques ou panchroniques.

FOOTNOTES

- 1 Le terme de "micro-mélodie" est emprunté à J. VAISSIERE, *Contribution à la synthèse par règles du français*, thèse de 3ème Cycle, Grenoble, 1971, celui de "mélodie articulatoire" à B. VALLANCIEN et B. GAUTHERON, 1974, *Folia phoniatrica*, vol. 26. Le terme de "micro-prosodie" est utilisé par A. DI CRISTO, thèse de 3ème Cycle, Aix, 1977,
- 2 Il s'agit essentiellement du thai parlé à Bangkok. Le système phonologique retenu est le suivant :

Voyelles	:	i(:)	ɯ(:)	u(:)	
		e(:)	ɤ(:)	o(:)	
		ɛ(:)	a(:)	ɔ(:)	
Diphthongues	:	ia	wa	ua	
Consonnes	:	ph	th	ch	kh
		p	t	c	k
		b	d		
		f	s		h
		m	n		ŋ
		w	r/l	j	
Tons	:	á haut			
		ā moyen			
		à bas			
		â descendant			
		ǎ montant			

3 De nombreuses confusions sont signalées entre les trois tons statiques lors des tests de perception (ABRAMSON 1974a et 1975b) si bien qu'il a paru utile de traiter tout d'abord les trois tons statiques. D'après ABRAMSON les sujets thais ont tendance, dans leurs réponses aux tests individuels et aux tests collectifs, à interpréter le ton bas hors contexte comme un ton moyen.

4 Formule de conversion :

$$F_{x \text{ Hz}} = \text{Réf}_{\text{Hz}} \times (\sqrt[24]{2})^{n_i}$$
 (n_i étant le nombre de 1/4 de tons mesurés au-dessus de la référence en Hz, la Référence Hz étant dans le cas présent $do_1 = 65,4 \text{ Hz}$).

Des valeurs plus fines peuvent être obtenues en utilisant des 1/8 de tons. Dans ce cas $F_{x \text{ Hz}} = \text{Réf}_H \times n_i (\sqrt[48]{2})^{n_i}$. Rappelons que $\sqrt[24]{2} = 1,02930$ et que $\sqrt[48]{2} = 1,01454$. Le quart de ton correspond à un Δf de 2,9 % et le huitième (≈ 1 comma) à Δf de 1,4 %.

5 Dans la présentation des paires minimales de type C_1VC_2 et C_1V : (C_2) dans une phrase-cadre, Abramson trouve une variation de 65-150 ms. pour V et de 160-330 ms. pour V:, les valeurs respectives 65 et 160 sont décélées lorsque C_2 est une occlusive. Cf. ABRAMSON, Experimental Phonetics in Phonology : Vowel Duration in Thai, *Pasaa*, IV, 4, 1974, p. 71 ss.

6 Un traitement statistique plus raffiné seul (étude de la distribution des échantillons de chacun des locuteurs, calcul du mode, de la médiane, des écarts types des moyennes et analyse de la variance) donnera lieu à des observations plus pertinentes. Il serait également utile d'étudier les corrélations F_0 intrinsèque et I (intensité) intrinsèque des voyelles et des consonnes.

- 7 $\frac{\Delta F}{F}$ est donc très voisin du quart de ton (= 2,93 %) et inférieur au demi-ton (5,9 %). On peut constater une fois de plus que le seul différentiel de fréquence est plus petit dans les langues à tons que dans les langues à intonation. Rappelons que pour le français, M. ROSSI et M. CHAFCOULOF ("Recherches sur le seuil différentiel de fréquence fondamentale dans la parole", *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix*, vol. I, 1972, pp. 179-185) situent $\frac{\Delta F}{F}$ aux alentours de 6 % (exactement 5,64 %) pour l'estimation de l'écart-type, et 3,84 % pour l'estimation de l'écart semi-interquartile.
- 8 M. DURAND, *Voyelles longues et voyelles brèves*, Paris, Klincksieck, 1946.
- 9 Les neutralisations tonales en position inaccentué contribuent peut-être plus aux confusions tonales T. Bas = T. Moyen que les interférences des F_0 des différents registres. Rappelons que la neutralisation Ton Bas → Ton Moyen est quasi obligatoire, alors que celle du Ton Haut est très discutée (étude en cours).
- 10 Cette même constatation a été faite par Bertil MALMBERG en analysant les tons de l'ibo dans son article : "Haut-bas ou montant-descendant ?" *Language and Society; essays presented to Arthur Jensen on his seventieth birthday* [Copenhague, 1961] pp. 99-106.
- 11 Je dois ici, plus encore qu'ailleurs, adresser mes plus vifs remerciements à Madame LEE CHOTIROU qui nous a permis d'utiliser les matériaux qu'elle a rassemblés en vue d'un travail personnel sur les Tons et le Vocalisme du thai de Bangkok.

- 12 Voir l'étude remarquable d'A.G. HAUDRICOURT, 1961, Bipartition et tripartition des systèmes de tons dans quelques langues d'Extrême Orient, *Bulletin de la Société de Linguistique de Paris*, tome 56.
- 13 L'existence de variantes aspirées ph : bh chez le sujet de GANDOUR s'explique par le fait que la sonorité n'est distinctive que pour les non-aspirées : /p/ ~ /b/, /t/ ~ /d/. L'aspirée s'oppose à ses deux partenaires uniquement par le trait "aspiration"; elle peut donc être réalisée sourde ou sonore sans créer de confusion.
- 14 ERICKSON, Donna, 1974, Fundamental Frequency Contours of the Tones of standard Thai, *Pasaa*, vol. IV, 1, pp. 1-25.
- 15 Les effets de "pente" des trois tons statiques ont également été signalés par A.S.ABRAMSON (1962, 1974b) et par Donna ERICKSON (1974), sans toutefois, semble-t-il, leur donner la même importance que nous.
- 16 Il est évident que les variations d'intensité interviennent à titre secondaire et, chez certains sujet pour le ton Haut, une légère glottalisation en finale.
- 17 HALLE, M. and STEVENS, K.N., 1971, A note on laryngeal features, *Quarterly Progress Report*, N° 107, Research Laboratory of Electronics, M.I.T.
- 18 LADEFOGED, P., 1973, Features of the Larynx, *Journal of Phonetics*, 1, 1, pp. 73-83.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABRAMSON, A.S., 1974a, Pitch in the Perception of Voicing States in Thai : Diachronic Implications, *Status Report on Speech Research Haskins Laboratories*, SR-41 (75).
- 1974b, The Tones of Central Thai, Some Perceptual Experiments, *Studies in Tai Linguistics*, pp. 1-16, Bangkok.
- 1975a, The Coarticulation of Tones : an Acoustic Study of Thai, *Status Report on Speech Research Haskins Laboratories*, SR-44 (75).
- 1975b, Thai Tones as a Reference System, *Status Report on Speech Research Haskins Laboratories*, SR-44 (75).
- ERICKSON, Donna, 1974, Phonetic Implications for an Historical Account of Tonogenesis in Thai, *Studies in Tai Linguistics*, Bangkok, pp. 100-111.
- GANDOUR, Jack, 1974a, Consonant Types and Tones in Siamese, *Journal of Phonetics*, 2, pp. 37-50.
- 1974b, on the Representation of Tones in Siamese, *Studies in Tai Linguistics*, Bangkok, pp. 170-195.
- HAGGARD, M., AMBLER, S. and CALLOW, M., 1970, Pitch as a Voicing Cue, *J.A.S.A.* 47, n° 7, pp. 613-617.
- HOMBERT, J.M., 1976a, Consonant Types, Vowel Height and Tone in Yoruba, *Studies of Production and Perception of Tones*, pp. 40-54, UCLA Working Papers in Phonetics, 33.
- HOMBERT, J.M. and LADEFOGED, P., 1976b, Effect of Aspiration on the Fundamental Frequency of the Following Vowel, *J.A.S.A.*, 59 (A).

- HOUSE, A.S. and G., FAIRBANKS, 1953, The influence of consonant environment upon the secondary acoustical characteristics of vowel, *J.A.S.A.*, 25, 3, pp. 105-113.
- HOWIE, J.M., 1972, *Acoustical Studies of Mandarin Vowels and Tones*, Cambridge University Press.
- 1974, On the Domain of Tones in Mandarin, *Phonetica*, 30, pp. 129-148.
- HYMAN, L.M., 1973, ed. *Consonant Types and Tone*, Southern California Occasional Papers in Linguistics, n° 1.
- KIM, K., 1968, F₀ variations according to consonantal environments, *Monthly Memorandum, Phonology Laboratory, University of California, Berkeley*, pp. 33-43.
- LEA, Wayne, 1973, Segmental and suprasegmental influences on fundamental frequency contours, in *Consonant Types and Tone*, pp. 15-70.
- LEHISTE, J., 1970, *Suprasegmentals*, M.I.T. Press.
- LEHISTE, J. and PETERSON G., 1961, Some basic considerations in the analysis of intonation, *J.A.S.A.*, 33, pp. 419-425.
- LEIP, E., 1971, *Acoustique et Musique*, Masson et Cie, Paris.
- LÖFQUIST, A., 1975, Intrinsic and extrinsic F₀ variations in Swedish tonal accents, *Phonetica*, 31, pp. 228-247.
- MOHR, B., 1971, Intrinsic variations in the pitch signal, *Phonetica*, 23, pp. 65-93.

- NOSS, R.B., 1974, How useful are citation forms in synchronic Thai phonology, *Studies in Tai Linguistics*, Bangkok, pp. 274-284.
- OHALA, J., 1973, Explanations for the intrinsic pitch of vowels, *Monthly Internal Memorandum*, Phonology Laboratory, University of California, Berkeley, January, pp. 9-26.
- SLIS, T.H., 1966, A model for the distinction between voiceless and voiced consonants, *I.P.O. Annual Progress Report I*, pp. 40-44.
- WANG, W.S.Y. and FILMORE, C.J., 1961, Intrinsic cues and consonant perception, *Journal of Speech and Hearing Research*, IV, pp. 130-136.