

## La place de l'équation de locus dans la recherche sur la coarticulation

**Fathi Salem Terfas**  
**Université de Tripoli – Libye**

### Résumé :

Locus équations sont des fonctions de régression linéaires dérivés en reliant les apparitions F2 de voyelles différentes à leur correspondant à des états stricts. Cette étude prétend examiner si les équations de locus peuvent être fort phonétiques descripteurs du contraste consonantique entre deux groupes consonantiques pharyngalisés vs non pharyngalisés et l'équation de locus varie-t-elle avec l'accent tonique. Les corpus utilisés sont des mots ayant des séquences  $C_1V_1 C_2 V_2 C_3V_3$ . Les résultats obtenus sont conformes à la littérature.

### ملخص:

تتمحور هذه الدراسة حول أهمية استعمال بعض المعادلات الرياضية في مجال علم الاصوات. اخترنا في هذا البحث معادلة الموضع أو المحور Locus equation. في الفترة الأخيرة كثر استعمال هذا النوع من المعادلات في إجراء بعض المقارنات بين بعض الأحرف في اللغات واللهجات وهناك أيضاً من قام بإجراء مقارنة بين الجنسين الذكر والأنثى من ناحية مخارج الأصوات. ركزنا هنا على استعمال هذه المعادلة في مجانسة الأحرف coarticulation ببعضها في المخارج. ويقصد بذلك التقريب من مخرج الصوت الآخر عند النطق بهما معاً في سياق الدرج في بعض اللغات العالمية واللهجات العربية وأخيراً ركزنا على مخرج الأصوات عند الجنسين. نتائجا كانت مطابقة لما تحصلت عليه الدراسات السابقة.

### 1. Introduction

Les équations de locus ont été étudiées en tant qu'indice phonétique pour la production des voyelles à l'entourage des consonnes. L'équation de locus sont des mesures de régression linéaire aux points de données formés en traçant les débuts des transitions F2 le long de l'ordonnée et de leurs noyaux correspondants à la mi-voix en abscisse.

L'analyse de la structure acoustique détaillée permet d'expliquer les divergences observées entre les études réalisées sur des phénomènes coarticulatoires de même nature. La coarticulation qui soude les deux segments de la syllabe CV peut être spécifiquement modélisée par l'équation du locus<sup>1</sup>. Ce modèle acoustique peut être considéré comme fiable pour modéliser la coarticulation dans le lieu articulatoire. L'équation de locus distingue clairement le degré d'influence des consonnes sur les voyelles dans différents contextes syllabiques.

Lindblom<sup>2</sup> a été travaillé pour la première fois sur le concept de l'équation de locus. Cet auteur fut le premier à étudier l'équation de locus en s'appuyant sur des séquences [CVC], où C = /b, d, g/ et est suivi par 8 voyelles suédoises. Lindblom a montré que la pente des lignes de l'équation de locus variait selon le lieu d'articulation avec /g, b, d/.

Krull<sup>3</sup> a poursuivi une recherche sur l'équation de locus en rapport avec des locuteurs suédois. Elle a alors remarqué que le degré de la coarticulation au niveau de la frontière consonne/voyelle pouvait être indiqué par la pente de l'équation de locus. Les pentes aiguës indiquent donc une coarticulation maximale de la consonne avec la voyelle qui suit.

Sur la place importante de l'équation de locus dans la recherche sur la coarticulation, Sussman a réalisé de nombreux travaux (1991, 1993, 1994). Sussman et *al.*<sup>4</sup> ont par exemple fait une transposition de l'équation de locus sur l'anglais américain. Leur analyse montre ainsi que la labiale /b/ a la pente la plus forte avec 0,89, tandis que la dentale /d/ possède la pente la plus faible (0,42) et que la vélaire /g/ a une pente moyenne de 0,72. Chennoukh<sup>5</sup> montre que les valeurs des pentes de l'équation de locus sont étroitement liées au degré de coarticulation.

---

<sup>1</sup> Embarki, Mohamed et Dodane, Christelle (éds), *La coarticulation des indices à la représentations*, Paris, L'Harmattan, 2011.

<sup>2</sup> Lindblom, Bjorn, « Spectrographic study of vowel reduction », in *Journal society American*, vol. 11, 1963, pp.1773-1781.

<sup>3</sup> Krull, Diana, *Acoustic as predictors of perceptual responses: a study of Swedish stops*, PERILUS, 1989.

<sup>4</sup> Sussman, Harvey et *al.*, « An investigation of locus equations as a source of relational invariance for stop place categorization », *J. Acoust. Soc. Am.* 1991, pp.1309-1325.

<sup>5</sup> Chennoukh, Samir, Carré, René et Lindblom, Björn, « Locus equation in the light of articulatory modeling », in *Acoustical society of America*, n° 102(4), 1997.

Dans une autre étude, Modarresi et *al.*<sup>6</sup> ont mis en avant l'influence des effets de voisement sur l'équation de locus en conduisant une étude comparative entre deux langues différentes (l'anglais américain et le persan). Ils ont montré que les valeurs initiales et médiales pour le deuxième formant de V<sub>1</sub> et V<sub>2</sub> ont été extraites et ils ont expliqué qu'il existait une corrélation solide entre les coefficients de l'équation du locus et les différents lieux d'articulation des consonnes adjacentes.

## 2. Application de l'équation de locus à la langue arabe

La première étudié sur le concept de l'équation de locus a été menée par Sussman et *al.*<sup>7</sup>, qui ont tenté d'appliquer l'équation de locus à d'autres langues pour lesquelles on n'avait pas encore testé ce modèle acoustique (thaï, arabe du Caire, ourdou). Les résultats obtenus montrent qu'il y a une différence au niveau de la pente de l'équation de locus concernant la rétroflexe et la non-rétroflexe en ourdou et la pharyngalisée et la non-pharyngalisée en arabe du Caire. Ces auteurs notent des différences statistiquement peu importantes et des contrastes par l'équation de locus.

Langues	b		d		G		d <sup>s</sup>	
	Pente	Inter-y	Pente	Inter-y	Pente	Inter-y	Pente	Inter-y
Thaï	0.7	228	0.3	1425	#	#	#	#
Arabe	0.77	206	0.25	1307	0.92	229	0.21	933
Ourdou	0.81	172	0.5	857	0.97	212	#	#

Tableau1 : Les coefficients de l'équation du locus. (Emprunté à Sussman et *al.*, 1993)

Dans une autre étude menée par Yeou<sup>8</sup>, il a expérimenté l'équation de locus en vérifiant le lieu d'articulation en arabe. Yeou a montré que les équations de locus ne reflétaient pas certaines différences au niveau de la place d'articulation, surtout lorsqu'un grand nombre de consonnes variaient à la fois en lieu et en mode d'articulation. Il a ajouté également que

<sup>6</sup> Modarresi, Golnaz et *al.*, « Locus equation encoding of stop place: revisiting the voicing/VOT issue », in *Journal of phonetics*, n°33, 2005, pp.101-113.

<sup>7</sup> Sussman, Harvey et *al.*, « A cross-linguistic investigation of locus equation as a phonetics descriptor for placed of articulation », *Acoustical society of America*, vol 94, n° 3, 1993, pp.1256-1268.

<sup>8</sup> Yeou, Mohamed, «Locus equation and the degree of coarticulation of Arabic consonants», in *phonetica*, n° 54, 1997, pp.187-202.

l'équation de locus permettait de distinguer nettement les consonnes pharyngalisées des consonnes non-pharyngalisées. Le tableau suivant nous donne d'ailleurs un éclairage sur le deuxième résultat obtenu :

		Pente	Inter-y	R2
Consonnes non-pharyngalisées	d	0.48	936	0.85
	s	0.56	741	0.86
	t	0.66	623	0.90
Consonnes pharyngalisées	d <sup>ç</sup>	0.31	839	0.66
	s <sup>ç</sup>	0.35	681	0.71
	t <sup>ç</sup>	0.37	678	0.79

Tableau 2 : Valeurs de l'équation de locus de l'arabe standard. (Emprunté à Yeou, 1997)

Al-Tammi<sup>9</sup> a étudié, quant à lui, la coarticulation V<sub>1</sub> C<sub>2</sub> et C<sub>2</sub> V<sub>2</sub> dans des séquences [C<sub>1</sub> V<sub>1</sub> C<sub>2</sub> V<sub>2</sub>] en arabe dialectal jordanien, en comparant également l'influence de C<sub>1</sub> sur la coarticulation des voyelles V<sub>1</sub> et V<sub>2</sub>. L'auteur a constaté que les valeurs de la pente pour /b, d, d<sup>ç</sup>, g/ variaient en fonction du lieu d'articulation. Il a observé aussi que la consonne pharyngalisée était un élément distinct des autres consonnes. Embarki et al.<sup>10</sup>, ont vérifié par l'équation de locus, le contraste entre les consonnes pharyngalisées et non-pharyngalisées en arabe standard moderne et en arabe dialectale. Ils ont montré que les valeurs de pente en arabe standard moderne sont plus élevées pour les consonnes non-pharyngalisées et plus basses pour les consonnes pharyngalisées.

		t	t <sup>ç</sup>	d	d <sup>ç</sup>	s	s <sup>ç</sup>	ð	ð <sup>ç</sup>
ASM	Inter-y	423	473	515	434	335	262	385	420
	Pente	<b>0.773</b>	<b>0.545</b>	<b>0.712</b>	<b>0.573</b>	<b>0.813</b>	<b>0.766</b>	<b>0.765</b>	<b>0.555</b>
	R2	0.910	0.763	0.823	0.774	0.908	0.846	0.925	0.792
AD	Inter-y	598	350	636	437	385	436	518	510
	Pente	<b>0.674</b>	<b>0.667</b>	<b>0.653</b>	<b>0.595</b>	<b>0.792</b>	<b>0.659</b>	<b>0.686</b>	<b>0.537</b>
	R2	0.832	0.735	0.803	0.720	0.855	0.697	0.856	0.698

<sup>9</sup> Al-Tamimi, Jala-Eddin. « L'équation du locus comme mesure de la coarticulation VC.CV: étude préliminaire en arabe dialectale Jordanien », in *Journée d'étude sur la Parole*, Fez, Maroc, 2004, pp.9-12.

<sup>10</sup> Embarki, Mohamed et Dodane, Christelle (éds), *Op. cit.*

Tableau 3 : Valeur de l'intersection-y (inter-y), de la pente et du coefficient de régression pour 8 locuteurs, en ASM et AD. (Emprunté à Embarki et *al.*, 2011), p.197)

Embarki et Ahmad<sup>11</sup> ont examiné les paramètres de l'équation de locus comme mesure de distinction sociale en fonction du *gender* en arabe koweïtien. Ces auteurs ont tenté d'appliquer l'équation de locus afin de distinguer les consonnes pharyngalisées et non-pharyngalisées en arabe koweïtien. Les séquences ciblées étaient de type [CV-CV], où C = /d, t, ð, s, t<sup>s</sup>, s<sup>s</sup>, ð<sup>s</sup>/, chacune de ces consonnes étant placée à l'initiale et suivie par l'une des voyelles /i, u, a/. Les auteurs assurent que les consonnes pharyngalisées se différencient des consonnes non-pharyngalisées par la diminution des valeurs de la pente. Les consonnes non-pharyngalisées se caractérisent ainsi par une augmentation des valeurs de pente aussi bien chez les hommes que chez les femmes. Toutefois, on peut noter que les valeurs de pentes pour les consonnes pharyngalisées sont plus élevées chez les femmes que chez les hommes. Sur ces tendances concernant le sexe, Embarki et Ahmed commentent ainsi :

C'est probablement ce degré de pharyngalisation faible qui est associé socialement au Koweït au parler féminin, et les équations du locus se révèlent ainsi un bon indicateur de distinction sociale<sup>12</sup>.

Le tableau suivant explique la différence entre les deux sexes :

	c	t	t <sup>s</sup>	s	s <sup>s</sup>	ð	ð
Hommes	Pente	0.73	0.41	0.67	0.43	0.56	0.44
	Inter-y	495	580	495	587	688	542
	R2	0.90	0.37	0.89	0.73	0.85	0.77
Femmes	Pente	0.71	0.46	0.62	0.48	0.53	0.51
	Inter-y	540	716	600	657	858	594
	R2	0.61	0.68	0.66	0.77	0.76	0.87

Tableau 4 : Équations de locus des consonnes pharyngalisées/t<sup>s</sup>, ð<sup>s</sup>, s<sup>s</sup>/et non pharyngalisées/ t s ð/ en arabe koweïtien (dix locuteurs) (Emprunté à Embarki et Ahmad, 2010)

### 3. Méthodologie

<sup>11</sup> Embarki, Mohamed, Ammar, Ahmad, « L'équation de locus comme mesure de distinction sociale de *gender* en arabe koweïtien », actes des XXVIII<sup>èmes</sup> JEP, Mons, 25-28 mai 2010.

<sup>12</sup> *Ibid.*, p.4.

Nous avons mis l'accent sur les paramètres de l'équation de locus en arabe libyen de Tripoli, au contact des consonnes pharyngalisées [s<sup>ʕ</sup>, t<sup>ʕ</sup>, d<sup>ʕ</sup>] et non pharyngalisées /s, t, d/. Nous appliquons l'équation de locus pour répondre à deux questions :

- L'équation de locus distingue-elle les deux groupes consonantiques pharyngalisés vs non pharyngalisés en arabe libyen?
- l'équation de locus varie-t-elle avec l'accent tonique?

Notre expérience porte principalement sur un corpus de mots avec et sans sens *logatomes*, ayant des séquences C<sub>1</sub>V<sub>1</sub> C<sub>2</sub> V<sub>2</sub> C<sub>3</sub>V<sub>3</sub> où C représente des consonnes pharyngalisées /s<sup>ʕ</sup>, t<sup>ʕ</sup>, d<sup>ʕ</sup>/ ou des consonnes non pharyngalisées [s, t, d], tandis que V représente des voyelles brèves /i, u, a/. Comme dans le cas de /s/ et /s<sup>ʕ</sup>/ [si cv cv], [s<sup>ʕ</sup>i cv cv], [cv si cv], [cv s<sup>ʕ</sup>i cv] [cv cv si], [cv cv s<sup>ʕ</sup>i]. Chaque consonne apparaît en trois positions (initiale, médiane et finale de mot) devant les trois voyelles, permettant ainsi de présenter plusieurs combinaisons possibles. Comme la fréquence de F2 était extraite en deux points de la trame : à l'Onset et au Mid de la voyelle. Au total, nous avons fait 1080 mesures formantiques pour six consonnes et trois voyelles. Rappelons que 10 locuteurs ont participé à cette expérience (6 hommes et 6 femmes) âgés de 17 à 30 ans et tous originaires de Tripoli depuis leur naissance.

#### 4. Résultats

Nous présentons les moyennes, sans distinguer de consonnes ou de sexe, dans un deuxième temps, les consonnes et entre le *gender*. Les tableaux n° 5, 6, 7 récapitulent des moyennes pour consonnes.

	non- pharyngalisées			pharyngalisées		
S <sub>1</sub>	t	d	s	t <sup>ʕ</sup>	d <sup>ʕ</sup>	s <sup>ʕ</sup>
Inter-y	388	675	578	405	575	478
Pente	<b>0,774</b>	<b>0,649</b>	<b>0,693</b>	<b>0,632</b>	<b>0,526</b>	<b>0,643</b>
R <sup>2</sup>	0,842	0.629	0.715	0.699	0.488	0.789

Tableau 5 : Valeurs moyennes de la pente, de l'intercept y et de coefficient de régression (R2) pour les consonnes pharyngalisées vs non pharyngalisées, (S<sub>1</sub>)

	non-pharyngalisées			pharyngalisées		
S <sub>2</sub>	t	d	s	t <sup>ʕ</sup>	d <sup>ʕ</sup>	s <sup>ʕ</sup>
Inter-y	591	629	465	366	539	438

Pente	<b>0,707</b>	<b>0,645</b>	<b>0,744</b>	<b>0,686</b>	<b>0,593</b>	<b>0,703</b>
R2	0,714	0,700	0,730	0,738	0,715	0,72

Tableau 6 : Valeurs moyennes de la pente, de l'intercept y et de coefficient de régression (R2) pour les consonnes pharyngalisées vs non pharyngalisées, (S<sub>2</sub>)

	non- pharyngalisées			pharyngalisées		
S <sub>3</sub>	t	d	s	t <sup>ç</sup>	d <sup>ç</sup>	s <sup>ç</sup>
Inter-y	650	658	834	444	626	383
Pente	<b>0.675</b>	<b>0.629</b>	<b>0.801</b>	<b>0.659</b>	<b>0,496</b>	<b>0.708</b>
R2	0.754	0.663	0.826	0,735	0.630	0.843

Tableau 7 : Valeurs moyennes de la pente, de l'intercept y et de coefficient de régression (R2) pour les consonnes pharyngalisées vs non pharyngalisées, (S<sub>3</sub>)

Nous remarquons que les pharyngalisées sont globalement plus basses, leurs d'intercept y plus bas de même que leur R<sup>2</sup>. Les résultats indiquent également que les valeurs présentent des variabilités modifiables selon la nature de la consonne et aussi la position syllabique, comme nous venons de le voir dans le cas des trois syllabes. La figure (1) montre mieux la différence entre les pharyngalisées et non-pharyngalisées dans les trois positions syllabiques. Afin que nous puissions comprendre cette distinction, nous examinons chaque paire en fournissant les graphiques de l'équation de locus pour les trois syllabes ; ensuite, comparons les résultats de notre étude avec ceux d'autres études.

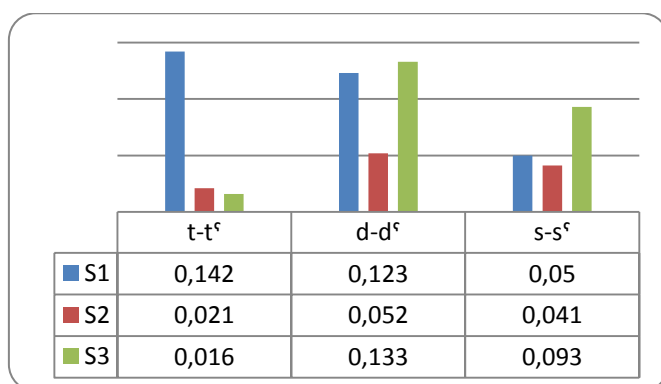


Figure 1 : Différence de la pente dans le contexte de /t-t<sup>ç</sup>/, /d-d<sup>ç</sup>/, /s, s<sup>ç</sup>/, (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>)

## 5. Les mesures acoustiques de l'équation de locus en fonction du sexe

Les résultats montrent une nette différence entre le sexe dans les trois syllabes étudiées (accentuées et non accentuées). Nous présentons des valeurs de l'équation de locus globalement plus élevées dans les trois syllabes et ce pour les deux groupes consonantiques chez les femmes et les hommes.

S <sub>1</sub>		non-pharyngalisées			pharyngalisées		
		t	d	s	t <sup>ç</sup>	d <sup>ç</sup>	s <sup>ç</sup>
FEMME	Inter-y	324	728	450	50 9	921	537
	Pente	<b>0,817</b>	<b>0,633</b>	<b>0,768</b>	<b>0,6 47</b>	<b>0,56 2</b>	<b>0,64 6</b>
	R2	0,902	0,560	0,715	0.7 23	0.28 1	0.83 1
HOMME	Inter-y	460	637	668	43 9	590	687
	Pente	<b>0,727</b>	<b>0,662</b>	<b>0,633</b>	<b>0,5 76</b>	<b>0,50 2</b>	<b>0,60 4</b>
	R2	0,780	0.697	0,710	0.7 11	0.49 6	0.75 3

Tableau 8 : Valeurs moyennes de la pente, de l'intercepte y et de coefficient de régression (R2) pour /t<sup>ç</sup>, d<sup>ç</sup>, s<sup>ç</sup>/ et les / t, d, s/ (S<sub>1</sub>) en fonction des deux sexes

S <sub>2</sub>		non-pharyngalisées			pharyngalisées		
		t	d	s	t <sup>ç</sup>	d <sup>ç</sup>	s <sup>ç</sup>
FEMMES	Inter-y	410	484	422	382	617	687
	Pente	<b>0,787</b>	<b>0,703</b>	<b>0,775</b>	<b>0,706</b>	<b>0,594</b>	<b>0,709</b>
	R2	0,760	0.704	0,740	0,757	0,818	0.714
HOMMES	Inter-y	688	725	532	384	532	477
	Pente	<b>0,665</b>	<b>0,604</b>	<b>0,697</b>	<b>0,651</b>	<b>0,557</b>	<b>0,690</b>
	R2	0,693	0,708	0,696	0,721	0,644	0.608

Tableau 9 : Valeurs moyennes de la pente, de l'intercepte y et de coefficient de régression (R2) pour /t<sup>ç</sup>, d<sup>ç</sup>, s<sup>ç</sup>/ et les / t, d, s/ (S<sub>2</sub>) en fonction des deux sexes

S <sub>3</sub>	non-pharyngalisées	pharyngalisées
----------------	--------------------	----------------



		t	d	s	t <sup>s</sup>	d <sup>s</sup>	s <sup>s</sup>
FEMMES	Inter-y	568	542	366	445	581	344
	Pente	<b>0,705</b>	<b>0,697</b>	<b>0,812</b>	<b>0,713</b>	<b>0,571</b>	<b>0,747</b>
	R2	0,773	0,734	0,828	0,719	0,63	0,873
HOMMES	Inter-y	698	735	398	473	644	422
	Pente	<b>0,657</b>	<b>0,581</b>	<b>0,791</b>	<b>0,620</b>	<b>0,453</b>	<b>0,669</b>
	R2	0,742	0,611	0,822	0,717	0,604	0,815

Tableau 1 : Valeurs moyennes de la pente, de l'intercepte y et de coefficient de régression (R2) pour /t<sup>s</sup>, d<sup>s</sup>, s<sup>s</sup>/ et les / t, d, s/ (S<sub>3</sub>) en fonction des deux sexes

Comme nous venons de le voir, les valeurs de la pente se caractérisent par une baisse chez les femmes que chez les hommes. La figure (2) montre que les différences de la pente du même sexe présentent des variabilités importantes, *i.e.*, elles sont globalement moins localisées chez les hommes que chez les femmes. En revanche, la différence entre les deux sexes indique également une différence variable selon la nature de consonnes. cf. figure (3).

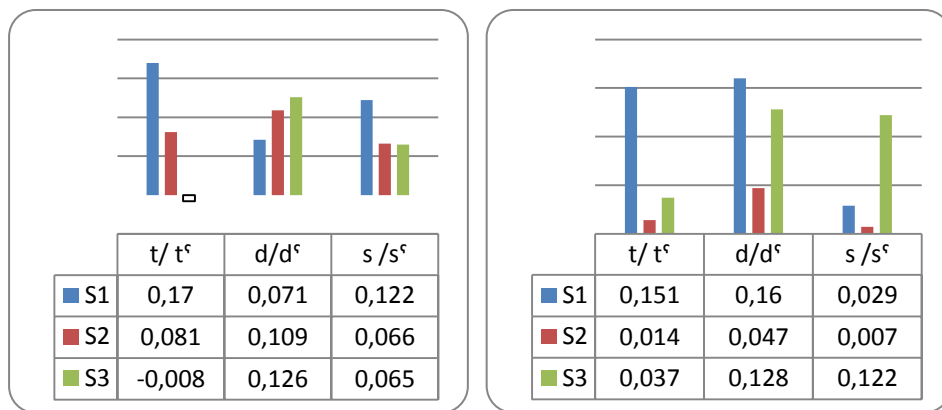


Figure 2 : Différence de la pente du même sexe dans le contexte pharyngalisé et non-pharyngalisé (à gauche) pour les femmes et à (droite) pour les hommes, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>

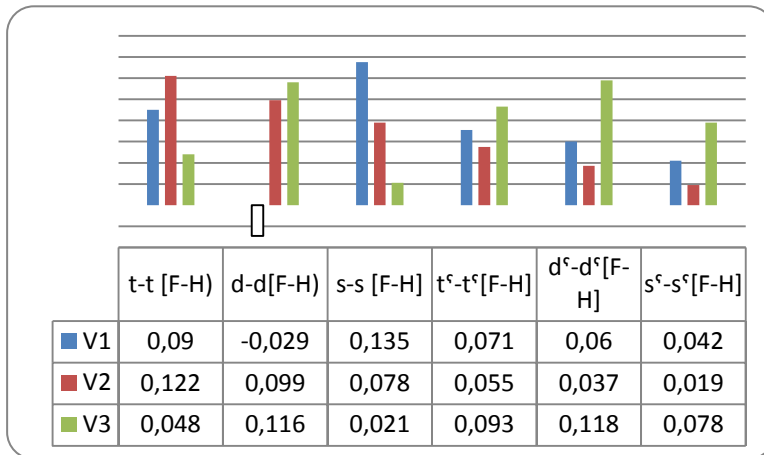


Figure 3 : Différence de la pente entre les femmes et les hommes dans le contexte pharyngalisé et non-pharyngalisé (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> S<sub>3</sub>)

## 6. Conclusion

Dans cette étude, nous avons exposé dans la partie théorique que l'équation de locus est utilisée pour distinguer de certains phénomènes phonologiques, notamment dans la discrimination du lieu de l'articulation. Nous ferons une comparaison avec des travaux, en étudiant la validité de ce modèle en tant que mesure entre deux groupes consonantiques. Examinons tout d'abord, les différentes valeurs de l'équation de locus obtenues par deux études basées sur un corpus en arabe standard moderne, celle de Yeou et d'Embarki et *al.* Nous nous contenterons de faire une comparaison entre notre propre étude et les études de Yeou et Embarki et *al.*

Nous avons montré que la divergence entre les deux groupes consonantiques est ample et nette. En effet, les valeurs des trois études offrent une bonne discrimination des consonnes non pharyngalisées par rapport aux consonnes pharyngalisées. Nous avons relevé que les consonnes non pharyngalisées présentent des valeurs de pente plus élevées dans les trois études, comparées aux consonnes pharyngalisées, malgré les différences remarquables dans les valeurs entre des trois études. De plus, le fait marquant dans cette comparaison est la diminution qui affecte les valeurs de pente de l'étude de Yeou qui sont globalement plus basses que les autres étude.

En ce qui concerne la distinction entre le sexe : L'équation de locus s'avère pertinente pour distinguer femmes et hommes en contexte des consonnes non pharyngalisées. Les résultats montrent qu'il y a une forte différence entre les hommes et les femmes. Les femmes ont des valeurs de pente globalement plus élevées que les hommes, hormis les valeurs de pente de la consonne /d/ dans la première syllabe. Au contraire, les hommes ont des valeurs d'inter-y généralement assez peu élevées comparées aux femmes. Ici, contrairement à ce que nous avons obtenu sur les différences des valeurs de l'équation de locus.

En somme, nous pouvons dire que l'équation de locus peut être un signe distinctif du *gender*. D'un autre point de vue, nous avons constaté que les femmes articulent la pharyngalisation de manière très différente des hommes, c'est-à-dire qu'elles possèdent une résistance coarticulatoire minimale par rapport aux consonnes pharyngalisées et non-pharyngalisées. Les hommes, eux, sont toujours plus proches de la résistance coarticulatoire maximale. Enfin, notre étude sur l'utilisation de l'équation de locus en ALT nous permet de valider nos hypothèses de départ.



## Bibliographie

- Al-Tamimi, Jala-Eddin, L'équation du locus comme mesure de la coarticulation VC.CV: étude préliminaire en arabe dialectale Jordanien, *Journée d'étude sur la Parole*, Fez, Maroc, 2004.
- Chennoukh, Samir, Carré, René et Lindblom, Björn, Locus equation in the light of articulatory modeling, *Acoustical society of America*, n° 102(4), 1997.
- Embarki, Mohamed, Ouni, Slim, Yeou, Mohamed, Guillemot, Christian & Al-Maqtari, Sallal, Acoustic and electromagnetic articulographic study of pharyngealisation: Coarticulatory effects as an index of stylistic and regional variation in Arabic, Hassan Z, M et Heselwood, B (éds), *Instrumental studies in Arabic Phonetics*, John Benjamins Publishing Company, 2006.
- Embarki, Mohamed & Ammar, Ahmad, L'équation de locus comme mesure de distinction sociale de *gender* en arabe koweïtien, actes des XXVIII<sup>èmes</sup> JEP, Mons, 25-28 mai 2010.
- Embarki, Mohamed et Dodane, C (éds), *La coarticulation des indices à la représentations*, Paris, L'Harmattan, 2011.
- Krull, Diana, Acoustic as predictors of perceptual responses: a study of Swedish stops, PERILUS, 1989.
- Lindblom, Bjorn, Spectrographic study of vowel reduction, *Journal society American*, vol. 11, 1963.
- Modarresi, Golnaz, Sussman, Harvey, Lindblom, Bjorn et Burlingame, Elizabeth, Locus equation encoding of stop place: revisiting the voicing/VOT issue, *Journal of phonetics*, n°33, 2005.
- Sussman, Harvey, Hoemeke Kathryn et Ahmed Farhan, A cross-linguistic investigation of locus equation as a phonetics descriptor for placed of articulation, *Acoustical society of America*, vol 94, n° 3, 1993.
- Sussman, Harvey, The phonological reality of locus equations across manner class distinction: preliminary observations, *Phonetica*, n°51, 1994.
- Sussman, Harvey et al., The effects of speaking style on a locus equation characterization of Stop place of articulation, *Phonetica*, n° 55, 1998.
- Yeou, Mohamed, Locus equation and the degree of coarticulation of Arabic consonants, *Phonetica*, n° 54, 1997.

