مجلة كلية اللغات

Faculty of Languages Journal

مجلة علمية محكمة نصف سنوية تصدر عن كلية اللغات جامعة طرابلس

A Scientific Journal Issued by the Faculty of Languages, University of Tripoli, Libya

JUNE 2023

رقم الإيداع 2015 /167 دار الكتب الوطنية بنغـازي

ISSN : 2790-4016

La phonétique acoustique et son importance dans le domaine de la parole

Fathi Salam

Département de français, Université de Tripoli, Libye

F.Salam@uot.edu.ly

Résumé

Dans cet article, nous soulignerons l'importance de la phonétique acoustique dans l'étude de la parole. Les œuvres acoustiques les plus importantes à ce jour ont été basées sur des langues largement parlées telles que l'anglais ou le français. Certains chercheurs ont également étudié les systèmes de voyelles de nombreuses langues, en particulier leurs caractéristiques spectrales. L'étude de (Delattre, 1966) a fourni des informations importantes sur la fréquence des voyelles dans le français parlé. Grâce à ce travail, nous pouvons observer une table de profil des formants, qui effectue une analyse spectrale des voyelles parlées en français. Cet article est destiné principalement aux étudiants dans l'enseignement supères aux universités libyennes.

الملخص

في هذا المقال سوف نسلط الضوء على أهمية الصوتيات الفزيائية في دراسة الكلام. استندت أهم الأعمال الصوتية حتى الآن إلى اللغات التي يتم التحدث بها على نطاق واسع مثل الإنجليزية أو الفرنسية. كما درس بعض الباحثين أنظمة الحروف المتحركة للعديد من اللغات، وخاصة خصائصها الطيفية. قدمت دراسة **(1966Delattre** ، معلومات مهمة عن تواتر حروف العلة في اللغة الفرنسية المنطوقة. بفضل هذا العمل، يمكننا أن نلاحظ جدول ملف تعريف صوتي، والذي يقوم بإجراء تحليل طيفي لحروف العلة المنطوقة باللغة الفرنسية. هذا المقال مخصص بشكل أساسي لطلاب التعليم العالي في الجامعات الليبية.

Mots clés : phonétique acoustique – sons – parole – méthode d'analyse

Les sons de la parole

Les études portant sur la production de la parole montrent toutes une variabilité inhérente du comportement due à des facteurs linguistiques tels que l'environnement de la parole ou le style de parole, ainsi qu'à des facteurs extralinguistiques tels que l'âge, le sexe, la société et la région Alexandra et al (2023). Dans ce stade, Marchal (2007) montre que les actes de langage établissent un important mode de communication entre les humains, facilitant le transfert d'informations. Un comportement communicatif réussi est le résultat de l'acte d'articulation et de la capacité de l'auditeur à recevoir et à décoder le sens du message. Pour ce faire, l'être humain doit d'abord franchir avec succès plusieurs étapes d'acquisition et de développement du langage, dont dépend la production de la moindre prononciation de la langue maternelle.

La littérature montre que L'étude de son produit peut être envisagée sous trois angles, à savoir décrire ses propriétés en termes de production d'articulations, ses paramètres acoustiques ou encore ses propriétés perceptives auditives. Ces perspectives correspondent aux multiples niveaux de la parole, à la physiologie de la production, à la physique de l'acoustique et à la physiologie de la réception auditive.

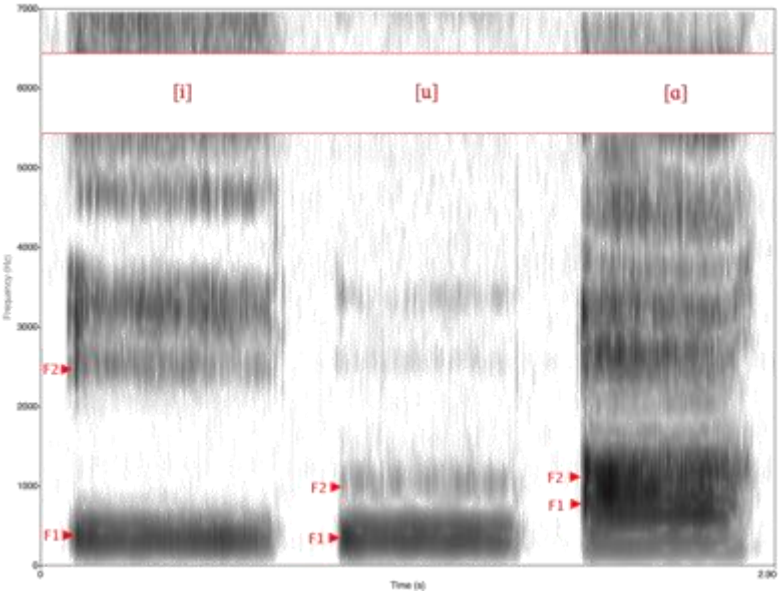
Le domaine de la production de la parole a été largement documenté depuis la seconde moitié du XXe siècle. Des techniques d'observation de différents domaines ont été développées et affinées. Nos connaissances deviennent chaque jour plus important et plus précis. Mais il y a toujours des aspects non décrits, mystérieux ou inconnus.

Au niveau de la production, nos connaissances évoluent constamment. On sait depuis des décennies que la parole n'est pas faite de gestes articulés isolés, mais de sons produits en chaînes, de sons coarticulés.

Les gestes articulatoires se chevauchent dans le temps où ils sont caractérisés par des influences mutuelles (Embarki et Dodane, 2011) et Salam (2022). Ces influences peuvent prendre des formes et des directions différentes (Öhman, 1966 ; Petursson et Bothorel, 1973 ; Farnetani, 1999 ; Fowler, 2000 ; Recances, 2011).

Caractéristiques sonores

Sur le plan acoustique, la voix (est une onde sonore complexe, une vibration qui peut se décomposer en plusieurs éléments



Spectrogrammes des voyelles [i, u, ɑ] montrant le placement des deux premiers formants (flèches rouges) sur l'échelle des Hz (ordonnées). Calliope (France) 1989

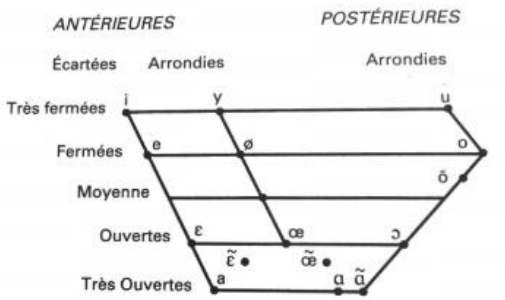
Les voyelles sont donc elles aussi des ondes. Cependant ces ondes ont des caractéristiques spécifiques qui leur sont données par:

(1) le placement de la langue,
(2) l'ouverture de la bouche et
(3) l'arrondissement des lèvres.

On divise généralement les voyelles du français selon ces trois caractéristiques

De leurs articulations, représentées sous la forme d'un trapèze (cf. ci-dessous).

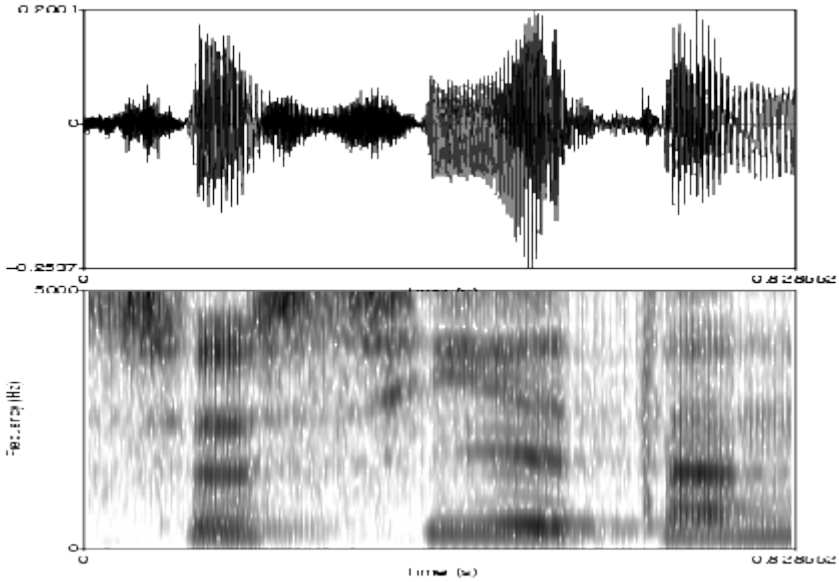
Les voyelles antérieures sont celles pour lesquelles la langue est massée vers l'avant de la bouche
Et les postérieures sont celles pour lesquelles la langue est massée vers l'arrière de la bouche.
Pour ce qui relève de l'ouverture de la bouche, on distingue généralement 4 niveaux (5 selon Léon, 1992 – voir ci-dessous) :
Les voyelles fermées [i, y, u] pour lesquelles la bouche est très peu ouverte, les mi-fermées [e, ø, o], les mi-ouvertes [ɛ, œ, ɔ, ɛ̃, œ̃, ɔ̃], et les voyelles ouvertes pour lesquelles la bouche est très ouverte [a, ɑ, ɑ̃]. Enfin le dernier critère de classification est la forme des lèvres : [y, u, o, œ, ɔ, ø, œ̃, ɔ̃] sont produites avec les lèvres arrondies, tandis que pour les autres voyelles les lèvres sont étirées.



Trapèze vocalique du français parlé à Paris – adapté de Léon (1992) Espace acoustiques vocalique

Aspects de la phonétique acoustique

Linguistiquement ; la phonétique est la branche de la linguistique qui étudie les *sons* des langues naturelles, indépendamment de leur sens (Vaissière 2021). Pour caractériser les sons émis par des humains qui parlent, on peut partir de leurs descriptions physiques, telles que les mesurent des dispositifs électro-acoustiques comme les oscillogrammes et les spectrogrammes.



Oscillogramme (en haut) et spectrogramme (en bas) d'une onde acoustique correspondant à la prononciation d'un morceau de phrase Calliope (France) 1989

La phonétique acoustique est un sous-domaine de la phonétique, qui traite des aspects acoustiques des sons de la parole (Meunier 2007)et (Meynadier 2013) . La phonétique acoustique étudie les caractéristiques du domaine temporel telles que l'amplitude quadratique moyenne d'une forme d'onde, sa durée, sa fréquence fondamentale ou des caractéristiques du domaine fréquentiel telles que le spectre de fréquences, ou même des caractéristiques spectrotemporelles combinées et la relation de ces propriétés avec d'autres branches de la phonétique (par exemple la phonétique articulatoire ou auditive) et aux concepts linguistiques abstraits tels que les phonèmes, les phrases ou les énoncés.

L'étude de la phonétique acoustique a été grandement améliorée à la fin du XIXe siècle par l'invention du phonographe Edison. Le phonographe permettait d'enregistrer le signal vocal, puis de le traiter et de l'analyser

ultérieurement. En reproduisant plusieurs fois le même signal vocal du phonographe, en le filtrant à chaque fois avec un filtre passe-bande différent, un spectrogramme de l'énoncé vocal pourrait être construit

Sur le plan théorique, l'acoustique de la parole peut être modélisée de manière analogue aux circuits électriques. Lord Rayleigh a été parmi les premiers à reconnaître que la nouvelle théorie électrique pouvait être utilisée en acoustique, mais ce n'est qu'en 1941 que le modèle de circuit a été effectivement utilisé, dans un livre de Chiba et Kajiyama (1958) intitulé "The Vowel: Its Nature and Structure" . (Ce livre d'auteurs japonais travaillant au Japon a été publié en anglais au plus fort de la Seconde Guerre mondiale.) En 1952, Roman Jakobson, Gunnar Fant et Morris Halle ont écrit "Preliminaries to Speech Analysis", un ouvrage fondateur liant la phonétique acoustique et la phonologie. théorie ensemble. Ce petit livre a été suivi en 1960 par Fant "Acoustic Theory of Speech Production", qui est resté le principal fondement théorique de la recherche acoustique de la parole à la fois dans l'académie et dans l'industrie.

Plusieurs phonéticiens ont étudié l'importance de la phonétique acoustique et la science de la parole. Takayuki (2022) met l'accent sur l'utilité de de la phonétique acoustique pour étudiants en sciences du langage. Takayuki montre dans son article les utilités en phonétique acoustique et en sciences de la parole. Il ajoute que l'enseignement de la phonétique acoustique peut fournir une méthode intuitive pour enseigner les phénomènes acoustiques et être utilisés également pour démontrer les principes fondamentaux de la phonétique acoustique et de la science de la parole d'une manière facile à comprendre pour les étudiants sans expérience technique préalable. De plus, un programme éducatif suggéré pour un cours d'introduction en phonétique acoustique et en science de la parole qui peut aider les étudiants à acquérir une compréhension solide des concepts clés dans ces domaines. Takayuki résume son article en expliquant les points cruciaux qui peuvent aider à améliorer l'enseignement la phonétique acoustique et la science de la parole.

1. Les modèles physiques, tels que les modèles de tractus vocal, peuvent être utilisés pour enseigner les phénomènes acoustiques

d'une manière intuitive et facile à comprendre pour les étudiants sans expérience technique préalable.

2. Un programme éducatif suggéré pour un cours d'introduction en phonétique acoustique et en science de la parole qui peut aider les étudiants à acquérir une compréhension solide des concepts clés dans ces domaines.
3. Les questionnaires administrés aux participants avant et après une conférence en ligne ont révélé l'efficacité des solutions proposées et ont mis en lumière un nouveau programme éducatif destiné à un cours d'introduction en phonétique acoustique et en science de la parole avec des modèles physiques.
4. L'utilisation de modèles physiques peut être utile non seulement pour les débutants mais aussi pour les étudiants plus avancés.
5. Les modèles physiques et de démonstrations seront proposés à l'avenir pour améliorer encore davantage l'éducation en acoustique de base pour la phonétique acoustique et la science de la parole.

Dans le même stade, Levi (2022) décrit une structure de cours et des projets pour enseigner la phonétique acoustique aux étudiants de premier cycle en sciences et troubles de la communication. L'objectif est de fournir aux étudiants une expérience pratique avec l'acoustique, en particulier dans le contexte de la parole et des sciences de l'audition, tout en reliant ces concepts à des notions d'acoustique plus générales. Les projets de cette étude peuvent être utilisée dans le cadre de ce cours de phonétique acoustique. Le premier projet concerne la phonation et se concentre sur la fréquence fondamentale intrinsèque des voyelles. Le deuxième projet concerne le filtrage et se concentre sur l'espace vocalique F1-F2. Les deux projets peuvent être adaptés pour inclure un travail de recherche plus important ou réduits pour inclure simplement des mesures et des questions à faible enjeu.

Méthode d’analyser les influences des consonnes sur les voyelles.

Dans le domaine de la phonétique acoustique, beaucoup méthodes adaptées pour analyser certains influences des consonnes sur les voyelles dans plusieurs langues et aussi dialectes.

La littérature montre que les phonéticiens se penchés sur les analyses formantiques des voyelles par rapport à leurs environnement consonantiques tels (anglais, français et arabe). Leurs études sont surtout mises l'accent sur l'influence des formants des voyelles F1 et F2 sur les types de voyelles. Tous les résultats obtenus ont conformé qu'il y a une modification fréquentielles dans Plusieurs positions consonantiques.
Les structures formantiques laissent apparaître une forte centration sur les deux premiers formants [F1 et F2]. Nombre de phonéticiens indiquent que les deux premiers formants sont suffisants pour caractériser le timbre spécifique de la voyelle, permettant ainsi de discriminer les voyelles entre elles. Les deux premiers formants offrent, en effet, une bonne discrimination en contexte consonantique. À cet égard, Delattre (1958) indique que les deux premiers formants suffisent à bien caractériser le timbre des voyelles, y compris les voyelles nasales. Nous savons que le plus souvent, seuls les deux premiers formants sont considérés comme pertinents, car ils semblent permettre une identification satisfaisante des voyelles. Le premier formant a d'ailleurs été décrit comme capable de permettre l'identification des voyelles postérieures

De nombreuses études en acoustique de la parole ont montré que le timbre des voyelles peut être bien étudié par les trois premiers formants [F1, F2, F3] ; cependant, un centrage net sur les deux premiers formants [F1, F2] peut être observé. Le changement de ces deux formants est continûment lié à l'ajustement de l'articulateur, et les mesures de fréquence projetées sur le graphique bidimensionnel (F2 en abscisse et F1 en ordonnée) sont étroitement liées à la voyelle prononcée triangle pointe vers le bas /i , vous correspondez, un.
Comme pour les travaux récents, les travaux les plus anciens concernent des langues de grande diffusion telles que l'anglais, le français, l'espagnol, le portugais, le suédois, le japonais, le néerlandais, l'arabe, etc. Les résultats démontreront qu'il existe des différences qualitatives entre les voyelles conduisant à une modification de la structure des formants.

Les travaux acoustiques les plus importants à ce jour, se sont fondés sur des langues à grande diffusion comme l'anglais ou le français. Plusieurs chercheurs ont par ailleurs travaillé sur les systèmes vocaliques dans

plusieurs langues, en particulier sur leurs caractéristiques spectrales. Des informations importantes sur les fréquences des voyelles orales françaises ont été fournies dans l'étude de (Delattre, 1966). Grâce à ces travaux, nous pouvons observer le tableau synoptique des formants, que donne une analyse spectrale des voyelles orales françaises. Un rapide survol des données fournies par Delattre nous renseigne sur le fait que les fréquences des premiers formants ont été nivelées en fonction des degrés d'aperture.

voyelles	F1 (Hz)	F2 (Hz)
/i/	240	2500
/e/	350	2200
/ɛ/	510	1950
/y/	240	1850
/a/	725	1300
/ ○ /	510	1000
/○/	350	865
/u/	240	750

Tableau 1 : Valeurs moyennes de F1 et F2 de /i, u, a/ de français. (Emprunté à Delattre, 1966, p.238)

Dans une autre analyse portant sur les voyelles orales françaises, Gendrot et Adda-Decker (2004) se sont appuyés sur une liste de corpus d'émission de radio (*France inter*). La segmentation a été faite par un aligneur automatique. Ils ont relevé des fréquences centrales des trois premiers formants [F1, F2 et F3], et obtenu les valeurs suivantes :

voyelles	F1 (Hz)		F2 (Hz)		F3(Hz)	
	15 Hommes	15 Femmes	15 Hommes	15 Femmes	15 Hommes	15 Femmes
/i/	309	347	2004	2365	2784	3128
/y/	335	370	1803	2063	2424	2746
/u/	371	403	1104	1152	2470	2742
/e/	370	423	1848	2176	2545	2861
/O/	396	438	1040	1140	2476	2790

/ ○ /	456	527	1203	1346	2419	2742
/a /	556	684	1443	1677	2437	2732

Tableau 2 : Valeurs moyennes des fréquences centrales (en Hertz) de 3 formants des voyelles orales français. (Emprunté à Gendrot et Adda-Decker (2004, p11)

voyelles	**F1 (Hz)**	**F2 (Hz)**	**F3(Hz)**
/i/	320	2179	2954
/y/	353	1934	2225
/u/	281	841	#
/e/	413	2109	2667
/E/	473	1618	2405
/O/	459	940	2285
/ε/	514	1890	2479
/F/	568	1593	2397
/ ○ /	592	1227	2449
/a /	808	1399	2468
/A /	774	1412	2527

Tableau 3 : Valeurs moyennes des fréquences centrales (en Hertz) des trois premiers formants des voyelles orales français en contexte des consonnes occlusives. (Emprunté à Durand, 1985, 104)

La variation de la distance [F2-F1] en fonction du contexte consonantique

L'effet sur la fréquence de la voyelle peut être mieux visualisé par la distance entre les deux premiers formants [Fv] des voyelles voisines de la consonne. La mesure de la distance entre les deux premiers formants est principalement réalisée par la notion de convergence des deux formants. (Chistovitch et Lublinskaya, 1979) ont travaillé sur l'influence du centre de gravité d'une voyelle et la distance fréquentielle entre les deux formants précédant une voyelle. Ils ont montré que lorsque deux formants se

rapprochent, le timbre du son change. Plusieurs études ont utilisé cette distance pour mesurer l'effet d'articulation conjointe des consonnes sur les voyelles adjacentes.

En ce qui concerne, les études, menées par (Emabrki et al 2011) et (Fathi 2012') montre que la différence obtenue pour [F*v*] est fluctuante en fonction de trois facteurs : la position prosodique de la syllabe, la nature de la consonne et la nature de la voyelle. Sur le plan de la position de la syllabe, les résultats montrent que les valeurs obtenues pour les premières syllabes (V_1, V_2, V_3) sont significativement différentes, plus particulièrement à l'Onset et à l'Offset. Fathi '(2012) confirme que La distance [F*v*] manifeste les ajustements coarticulatoires en passant du cycle consonantique au cycle vocalique ainsi que les contraintes réciproque de l'une à l'autre. Des valeurs de [F*v*] élevés traduisant une maximalisation des gestes articulatoires, i.e. comme le montre (Lindblom 1963), la cible articulatoire est atteinte : un /i/ fermé et antérieur un /u/ fermé et postérieur et un /a/ ouvert et central.

Une grande partie des premières recherches sur le traitement de la variabilité de la parole considéraient la variation acoustique parmi les locuteurs comme une source de bruit, proposant une variété de solutions informatiques grâce auxquelles l'acoustique de la parole variable pourrait être «normalisée» pour atténuer la variation non pertinente et extraire des catégories phonologiques stables (par exemple, Nearey , 1989 ; Sussman, 1986). En effet, une grande partie des travaux psycholinguistiques antérieurs sur les processus cognitifs derrière l'accommodation de la variabilité dans l'acoustique de la parole ont explicitement appelé ces opérations « normalisation du locuteur (ou du locuteur) » ou « adaptation du locuteur » (par exemple, Johnson, 2005 ; Pisoni, 1997 ; Sjerps et al . , 2019 ; Wong *et al.* , 2004; Zhang and Chen, 2016). Des travaux récents se sont éloignés de l'idée de normalisation explicite, considérant plutôt la variation parmi les locuteurs comme une partie inhérente de l'architecture représentationnelle et informatique du traitement de la parole). Cependant, tant l'idée de normalisation que sa récente réinterprétation en tant que systématicité significative soulèvent la question de savoir s'il y a quelque chose de "privilégié" dans le type de variabilité de l'acoustique de la parole qui résulte des différences entre les locuteurs, par opposition à toute autre

source de variation, telle que comme des différences d'acoustique de la parole chez un locuteur d'un énoncé à l'autre.

Historiquement, beaucoup moins d'attention a été accordée à la question de la variabilité intra-locuteur dans l'acoustique de la parole du point de vue de la perception de la parole. bien que cette question soit prédominante dans le domaine de l'identification du locuteur, où les auditeurs doivent être capables de "dire ensemble" dans variabilité du locuteur pour identifier de manière fiable la voix d'un locuteur à travers différents énoncés (Lavan *et al.* 2019a ;Lavan *et al.* , 2019b ; Lee *et al.* , 2019 ; Perrachione *et al.* , 2019).
Ces résultats suggèrent que de multiples sources de variabilité acoustique imposent des coûts de traitement à la fois partagés et uniques sur la perception de la parole. La variabilité entre les locuteurs a imposé des coûts à la fois sur la précision d'identification des mots et sur le temps de traitement, qui ont interagi avec le degré de contraste phonologique. Ce modèle de résultats reflète probablement la plus grande propension à l'inadéquation entre le codage acoustique et les catégories phonologiques chez les locuteurs et le temps supplémentaire nécessaire pour s'adapter ou normaliser ces différences. La variabilité intra-locuteur a principalement imposé des coûts sur le temps de traitement, mais pas sur la précision, et n'a pas interagi avec le degré de contraste phonologique, ce qui suggère que la variabilité acoustique intra-catégorie peut exiger un effort cognitif supplémentaire de la part des auditeurs, mais n'est pas préjudiciable à la compréhension.

Sur la base de la littérature, Labov (1976) insiste sur les caractéristiques sociales de la voix et ses variations, en expliquant que les variables linguistiques jouent un rôle primordial dans les changements phonétiques. Selon lui, ces changements ne sont pas le propre des femmes, mais dénotent également le rôle joué par la différenciation sexuelle de la parole dans le mécanisme de l’évolution linguistique on peut distinguer trois sources importantes de variabilité, d'une part liées aux différences physiologiques des locuteurs (sexe, âge), d'autre part liées à l'influence de l'articulation articulaire, et troisièmement liées à l'environnement langagier. En ce qui concerne la variabilité physiologique, les analyses

portant sur les différences physiologiques et acoustiques selon le sexe du locuteur ont montré que les discours masculin et féminin diffèrent sur divers aspects acoustiques pour des raisons strictement anatomiques.

Au niveau physique, Goldstein (1980) a examiné le conduit vocal de l'homme et de la femme à partir d'une observation attentive des voyelles masculines et féminines. La figure suivante explique le mécanisme de production des voyelles /i/ et /A/ qui présente une différence de fréquence d'environ 11% entre les deux sexes. Il conclut de ces observations que les différences anatomiques ne représentent qu'une partie des différences du formant de la voyelle.

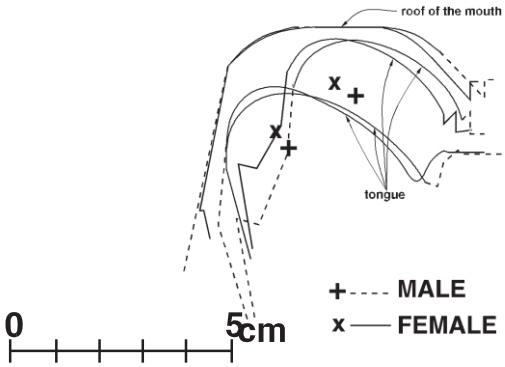


Figure : Représentions schématiques des positions de la langue pendant la production de [i] et [A] : un homme et une femme. (Emprunté à Simpson 2009, p.419)

Par conséquent, plusieurs travaux ont été consacrés à l'étude des différences entre les voix masculines et féminines, analysant la longueur des cordes vocales, la longueur du conduit vocal, ou encore l'épaisseur des tissus, paramètres qui diffèrent entre les hommes et les femmes. Les résultats obtenus pour la population arabe à cet égard confirment la même idée. Cependant, on constate qu'à l'exception de quelques études, les études théoriques n'ont guère abordé ce sujet. Parmi eux se trouve une analyse du discours Tripoli par 2012 et 2014 et Celle de Khattab et al. (2002) Une

étude sur l'arabe jordanien et une étude d'une variante de l'arabe jordanien (Irbid) par Abdalbuh (2010) et (Al-Tamimi, F. et Heselwood, 2011).

Khattab et *al* (2006) ont examiné la consonne emphatique /tˤ/ et non emphatique /t/ suivie par la voyelle /a/ dans l'arabe jordanien. Le but principal de cette étude était d'analyser la différence en fonction du *gender* dans les consonnes ciblées. Ces chercheurs ont ainsi montré que non seulement il existait des différences dans les valeurs des premiers formants, mais qu'il y avait aussi une forte différence entre les femmes et les hommes dans la production des consonnes pharyngalisées et non-pharyngalisées. De leur côté, Al-Tamimi. et Heselwood (2011) et fathi 2012 et 2014 ont obtenu les mêmes résultats en arabe jordanien.

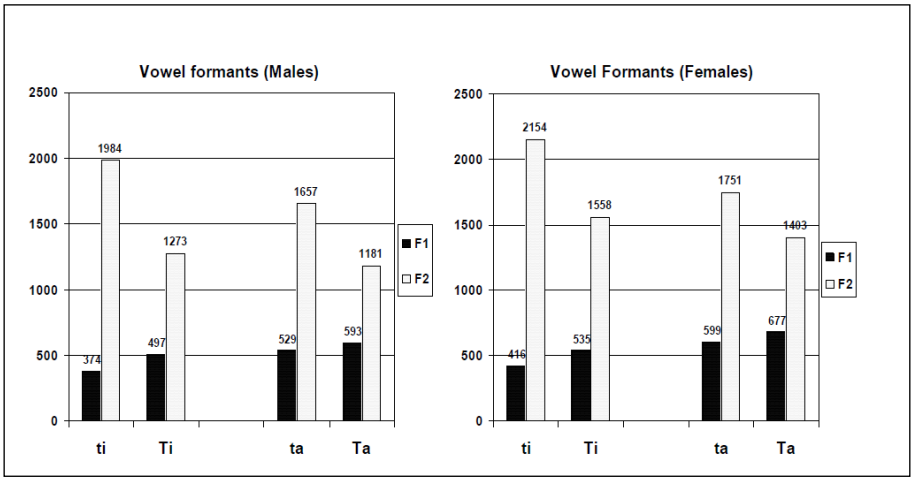


Figure 1 : Valeurs moyennes de F1 et F2 dans le contexte de /t et T/. (Emprunté à Khattab et *al*, 2006)

Conclusion

Dans cet article, nous essayons de construire un portail pour la réalisation acoustique de sons en plusieurs langues. Nous essayons de montrer l'importance de la phonétique acoustique dans le domaine de l'analyse de

la parole. Nous avons passé en revue les méthodes d'analyse propres à examiner l'influence des consonnes sur les voyelles.
Un aperçu de la phonétique acoustique aide les étudiants à comprendre le domaine de la phonétique et les méthodes utilisées pour obtenir des résultats importants dans un contexte d'enseignement supérieur.

Référencées

Alexandra M. Kapadia, Jessica A. A. Tin, Tyler K (2023).Perrachione; Multiple sources of acoustic variation affect speech processing efficiencya). J Acoust Soc Am 1 January 2023; 153 (1): 209–223. https://doi.org/10.1121/10.0016611

Al-Tamimi, Feda et Heselwood, Barry (2011). Nasoendoscopic, videofluroscopic and acoustic study of plain and emphatic coronals in Jordanian Arabic, Zeki Hassan et Heselwood Barry (éds), *instrumental studies in Arabic Phonetic*, P. 156-191, John Benjamins publishing company

avan, N., Burton, A. M., Scott, S. K., and McGettigan, C. (2019b). "Flexible voices: Identity perception from variable vocal signals," Psychon. Bull. Rev. 26, 90–102.https://doi.org/10.3758/s13423-018-1497-7

Calliope (Firm) J. P Tubach and Gunnar Fant. 1989. *La Parole Et Son Traitement Automatique*. Paris: Masson.

Chiba tsutomu Kajiyama Masato (1958). *The Vowel : Its Nature and Structure*. Tokyo: Tokyo-Kaiseikan;.

Chistivitch, Ludmilla et Lublinskaya, Valentina, (1979). The center of gravity effect vowel spectra and critical distance between the formants:

psychoacoustical study of the perception of vowel-like stimuli, *Hearing research*, *n°* 1, PP.185- 95.

Christine Meunier. (2007). Phonétique acoustique : Phonétique acoustique. Auzou P. *Les dysarthries*, Solal, pp.164-173,. ⟨hal-00250272⟩

Colette Feehan (2020) Articulatory and acoustic phonetics of voice actors. *J Acoust Soc Am* 1 October; 148 (4_Supplement): 2581. https://doi.org/10.1121/1.5147163

Delattre, Pierre (1958). Les indices acoustiques de la parole : premier rapport, *phonetica*, *n°* 2, PP.108-118.

Durand, Pierre (1985). Variabilité acoustique et invariance en français : consonnes occlusives et voyelles, CNRS, Paris

Fant, Gunnar (1960). Aoustic theory of speech production: with calculations based on X-ray studies of Russian articulations, Mouton.

Farnetanin, Edda et Recances, Daniel (1999). Coarticulation models in recent speech production theories, *coarticulation: theory, data and techniques*, PP. 31--68. Cambridge University Press.

Fowler, Carol et Brancazio Lawrence (2000). Coarticulation reistance of American English consonants and its effets on transconsonantal vowel-to-vowel coarticulation, *language and speech*, *n°* 43, PP. 1-41.

Gendrot, Cédric & Adda-Decker, Martine (2004). Analyses formantiques automatiques de voyelles orales: évidence de la réduction vocalique en langues française et allemande, *MIDL*, 29-30 novembre 2004, Paris.

Goldstein, Ursula (1980). An articulatory model for the vocal tracts of growing children. These de doctorate, Massachusetts institute of technology.

Johnson, K. (2005). "Speaker normalization in speech perception," in The Handbook of Speech Perception, edited by D. B. Pisoni and R. E. Remez (Blackwell, Malden, MA), pp. 363–389 Journal of the Acoustical Society of America, 39, PP. 151-168.

Khattab, Ghada., Al-Tamimi, Feda et Heselwood, Barry (2002) The role of VOT in the /t/-/t/ opposition in male and female speech. *Symposium on Arabic Linguistics, University of Cambridge*.

Khattab, Ghada., Al-Tamimi, Feda et Heselwood, Barry (2006). Acoustic and Auditory differences in the /t/- /T/ Opposition in Male and Female Speakers of Jordanian Arabic, *Boudelaa Sami (Ed.), Perspectives on Arabic Linguistics XVI: Papers from the sixteenth annual symposium on Arabic linguistics* PP. *131-160* Cambridge, UK: John Benjamins.

Labvo, wiliam (1976). Sociolinguistique, les éditions de minuit.

Lavan, N., Burston, L. F. K., and Garrido, L. (2019a). "How many voices did you hear? Natural variability disrupts identity perception from unfamiliar voices," Br. J. Psychol. 110, 576–593.https://doi.org/10.1111/bjop.12348

Lee, Y., Keating, P., and Kreiman, J. (2019). "Acoustic voice variation within and between speakers," J. Acoust. Soc. Am. 146, 1568–1579.https://doi.org/10.1121/1.5125134

Léon R. Pierre (1992). Phonétisme et prononciation du français, Nanthan université, Paris. 4e édition.

Lindblom, Bjorn, (1963). Spectrographic study of vowel reduction, *journal society American,* vol. 11, PP. 1773-1781.

Marchal, Alain (2007). La production de la Parole, Lavoisier, Paris, France.

Nearey, T. M. (1989). "Static, dynamic, and relational properties in vowel perception," J. Acoust. Soc. Am. 85, 2088–2113.https://doi.org/10.1121/1.397861

Öhman, Seg (1966). Coarticulation in VCV utterances: Spectrographic measurements.

Perrachione, T. K., Furbeck, K. T., and Thurston, E. J. (2019). "Acoustic and linguistic factors affecting perceptual similarity judgments of voices," J. Acoust. Soc. Am. 146, 3384–3399.https://doi.org/10.1121/1.5126697

Petursson, Magnús et Bothorel, A (1973). Étude sur la coarticulation en français dans des logatomes du type VCV, *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg, n 5,* PP. 100-128. Par Liang Ma(2008).

Pisoni, D. B. (1997). "Some thoughts on 'normalization' in speech perception," in Talker Variability in Speech Processing, edited by K. Johnson and J. W. Mullenix (Academic Press, San Diego, CA), pp. 9–32

Recances, Daniel (1999). Lingual coarticulation, in *coarticulation: theory, data and techniques,* PP. 80-104. Cambridge University Press.

Salam Fathi(2014). Variabilité socio-acoustique : les hommes et les femmes face à la pharyngalisation. *Nouveaux cahiers de linguistique française* -. N. 31 2014 P. [249]-255.

Salam, Fathi (2012). Espace acoustique et patrons coarticulatoires : les voyelles de l'arabe libyen de Tripoli en contexte pharyngalisé, thèse de doctorat, université de franche compté

Salam, Fathi (2022). "Effets de la structure syllabique sur la coarticulation cv cv cv: analyse acoustique de l'incidence des consonnes sur les voyelles." In noursd

Sjerps, M. J., Fox, N. P., Johnson, K., and Chang, E. F. (2019). "Speaker-normalized sound representations in the human auditory cortex," Nat. Commun. 10, 2465.https://doi.org/10.1038/s41467-019-10365-z

Susannah V. Levi(2022) Teaching acoustic phonetics to undergraduates in communication sciences and disorders: Course structure and sample projectsa). J Acoust Soc Am 1 July 2022; 152 (1): 651–658. https://doi.org/10.1121/10.0012984

Sussman, H. M. (1986). "A neuronal model of vowel normalization and representation," Brain Lang. 28(1), 12–23.https://doi.org/10.1016/0093-934X(86)90087-8

Takayuki Arai(2022) Formation en acoustique de base pour la phonétique acoustique et la science de la parole [a)] . *J Acoust Soc Am* 1er novembre 2022 ; 152 (5): 2746–2757

Vaissière, Jacqueline (2020) La phonétique. Que sais-je

Wong, P. C. M., Nusbaum, H. C., and Small, S. L. (2004). “Neural bases of talker normalization,” J. Cogn. Neurosci. 16(7), 1173–1184.https://doi.org/10.1162/0898929041920522

Yohann Meynadier (2013). Éléments de phonétique acoustique. Noël Nguyen, Martine Adda-Decker. Méthodes et outils pour l'analyse phonétique des grands corpus oraux, Hermès, pp.25-83, 2013, 978-2746245303. ⟨hal-01212693⟩

Zhang, C., and Chen, S. (2016). “Toward an integrative model of talker normalization,” J. Exp. Psychol.: Hum. Percept. Perform. 42(8), 1252–1268.https://doi.org/10.1037/xhp0000216