

Evolution longitudinale de l'apprentissage des voyelles orales du français par des enfants tunisiens néo-apprenant du français. Test T2

Ce test T2 a pour objectif l'étude de l'évolution de l'apprentissage des voyelles orales du français par nos jeunes apprenants sur une période de 9 mois.

Nous supposons que l'influence de la langue maternelle serait plus présente aux débuts de l'apprentissage d'une nouvelle langue. Plus cet apprentissage progresse plus l'apprenant acquiert une meilleure perception et production et notamment de meilleures performances pour les sons inexistant dans son système L1. Nous nous attendons de ce fait à noter en fin d'année d'apprentissage une amélioration des performances en perception-production de nos apprenants sur toutes les voyelles en générale et sur les voyelles nouvelles en particulier.

A. Résultats en perception des voyelles françaises à T2

a. Analyse des résultats T2 en perception par statut de voyelle

Nous avons comparé les scores de Rappel, de Précision et les confusions pour les catégories de statut entre T0 et T2.

a.1. Le Rappel

La figure 51 et le tableau 15 présentent les scores de Rappel, des vrais positifs (vp) et des faux négatifs (fn) calculés pour nos apprenants entre le début (T0) et la fin (T2) de l'apprentissage.

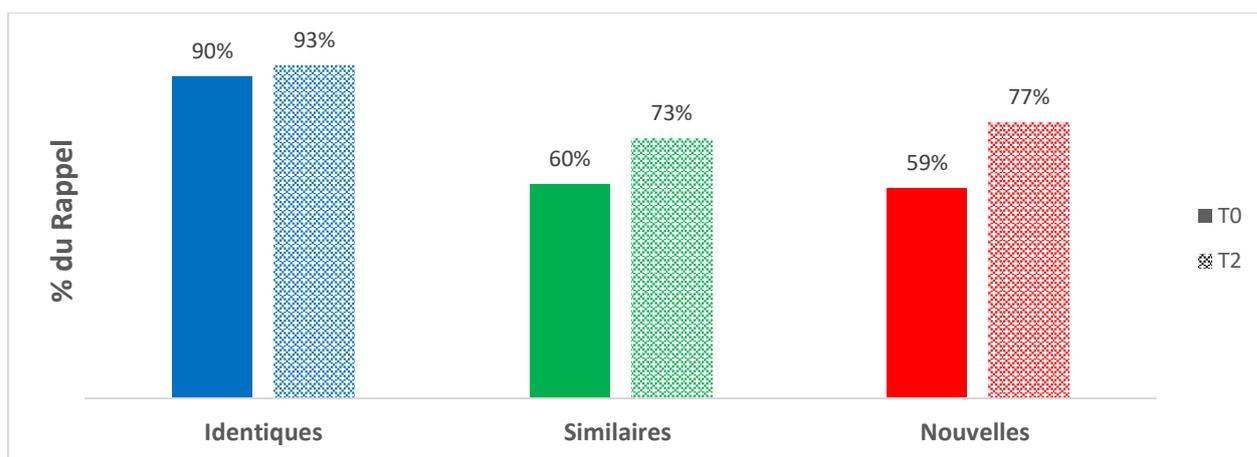


Figure 51 : Scores de Rappel calculés à T0 (remplissage plein) et à T2 (remplissage pointillé) pour chaque catégorie de statut.

Catégorie de	Nombre total	T0			T2		
		Voyelles cibles	Voyelles cibles non	Le	Voyelles cibles	Voyelles cibles non	Le Rappel

statut	des voyelles cibles à identifier	identifiées (vp)	identifiées (fn)	Rappel $\frac{vp}{vp + fn}$	identifiées (vp)	identifiées (fn)	$\frac{vp}{vp + fn}$
Identiques	192	173	19	90%	179	13	93%
Nouvelles	256	151	105	59%	198	58	77%
Similaires	192	115	77	60%	140	36	73%

Tableau 15 : les scores en nombre des voyelles cibles identifiées (vrai positif =vp) et non identifiées (faux négatif = fn) ainsi que le % du Rappel pour chaque catégorie de statut à T0 et à T2.

Nous avons appliqué une Anova testant l'effet du 'test' (T0 vs. T2) sur les scores des voyelles cibles identifiées correctement (les vrais positives) pour chaque catégorie de statut. En effet, nous voulions vérifier pour chaque catégorie de statut, si le nombre des voyelles cibles identifiées correctement est significativement meilleur à T2 qu'à T0. Les résultats des Anovas ainsi appliquées, révèlent un effet 'test' significatif uniquement pour la catégorie « nouvelles » ($p < 0.001$). Les catégories « identiques » et « similaires » ne présentent pas d'amélioration significative entre les scores T0 et T2.

En outre, le score des vrais positifs reste en fin d'année d'apprentissage significativement plus bas pour les voyelles nouvelles et similaires par rapport aux voyelles identiques ($p < 0.001$ pour Voyelles id vs. Voyelles Nv et $p < 0.001$ pour Voyelles id vs. Voyelles Sim) et les voyelles nouvelles ne présentent pas de scores de vrais positifs significativement meilleurs que les voyelles similaires ($p = 0.13$ pour voyelles Nv vs. Voyelles Sim).

Si enfin d'apprentissage, les apprenants présentent une amélioration sur l'identification des voyelles « nouvelles », ils continuent tout de même à mieux identifier les voyelles « identiques » que les voyelles « nouvelles » ou « similaires ».

a.2. La Précision

La figure 52 et le tableau 16 présentent les scores en Précision, des vrais positifs (vp) et des faux positifs (fp), calculés pour chaque catégorie de statut à T0 vs. T2.

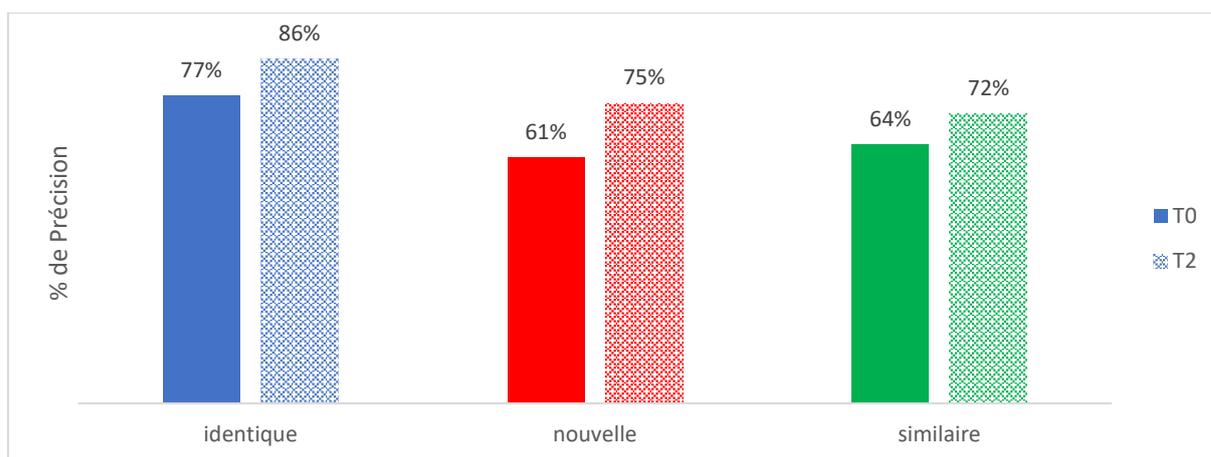


Figure 52 : Score (en pourcentage) de la Précision calculé pour chaque catégorie de statut à T0 vs.T2

Catégorie de statut	T0			T2		
	Voyelles cibles identifiées (vp)	Voyelles identifiées à tort comme voyelles cibles (fp)	La Précision $\frac{vp}{vp + fp}$	Voyelles cibles identifiées (vp)	Voyelles identifiées à tort comme voyelles cibles (fp)	La Précision $\frac{vp}{vp + fp}$
Identiques	173	53	76%	179	30	86%
Nouvelles	150	95	62%	198	67	75%
Similaires	119	66	62%	135	52	72%

Tableau 16 : les scores en nombre des voyelles cibles identifiées (vrai positif =vp) et des voyelles identifiées à tort comme voyelles cibles (faux positifs = fp) ainsi que le score de Précision pour chaque catégorie de statut calculés aux tests T0 et T2.

Nous voulions vérifier si les apprenants réussissent à présenter à T2 un score moindre de voyelles identifiées à tort comme des voyelles cibles (faux positives). Nous avons de ce fait appliqué des Anovas testant l'effet 'test' (T0 vs. T2) sur les scores des faux positives pour chacune des catégories de statut. Les résultats des tests statistiques montrent un effet 'test' significatif uniquement sur la catégorie « nouvelles » ($F(1,16) = 11,6 ; p=0.004$). la catégorie « identiques » ($F(1,12)=4,5 ; p=0.06$) et la catégorie « similaires » ($F(1,12)= 12 ; p=0.35$) ne présentent pas de différence significative entre le début et la fin de l'apprentissage.

Ensuite, la comparaison des scores des faux positives entre les trois catégories à T2, montre un effet « statut » significatif : les voyelles identiques continuent en effet, à présenter des scores significativement plus élevés que les voyelles nouvelles ou similaires ($p=0.008$ pour voyelles id vs. voyelles Nv et $p=0.03$ pour voyelles id vs. voyelles Sim) mais les voyelles nouvelles ne présentent pas des scores de fp significativement meilleurs que les voyelles similaires ($p=0.54$ pour les voyelles Nv vs. voyelles Sim).

A T2, malgré les améliorations notées pour l'identification perceptive des voyelles « nouvelles », les apprenants continuent à faire preuve de meilleures performances sur la catégorie des « identiques » en comparaison des deux autres catégories.

Nous remarquons en outre, que les scores de Rappel et de Précision à T2 dépassent les 70% pour les trois catégories. Ces scores traduisent de bonnes performances perceptives générales en fin d'année d'apprentissage.

a.3. Les confusions :

La figure 53 présente les taux de confusions relevés au début de l'apprentissage (T0) vs. en fin d'année d'apprentissage (T2) entre catégories de statut.

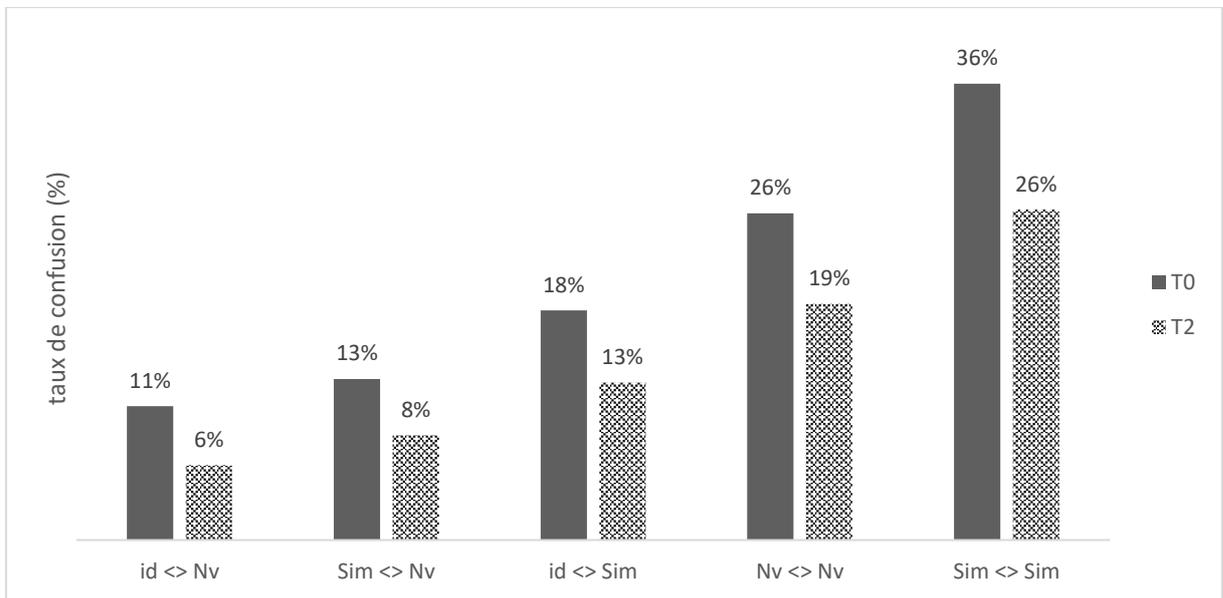


Figure 53 : taux de confusions (en pourcentage) calculés entre paire de catégorie de statut à T0 (remplissage plein) vs. T2 (remplissage pointillé).

Les Anovas testant l'effet 'test' (T0 vs. T2) sur le nombre des confusions enregistrées pour chaque paire opposant deux catégories de statut différentes, s'avèrent non significatives. (tableau 17)

Effet 'test' T0 vs. T2	
Id<>Nv	F (1,8) =2,1 ; p=0.19
Id<>Sim	F (1,6) =0.7 ; p=0.43
Nv<>Nv	F (1,8) =0,28 ; p=0.61
Sim<>Nv	F (1,10) =0,37 ; p=0.55
Sim<>Sim	F (1,4) =0,08 ; p=0.79

Tableau 17 : Effet 'test' (T0 vs. T2) pour chaque paire opposant deux catégories de statut différentes.

N'ayant pas enregistré d'amélioration significative en termes de confusion, les apprenants continuent à T2 à faire preuve des mêmes difficultés observées à T0.

En effet, nous remarquons qu'également à T0, à T2, les paires opposant identique<>nouvelles ou similaires<>nouvelles présentent très peu de confusions avec 6% et 8% respectivement.

Avec seulement 13%, les paires opposant identiques<>similaires présentent elles aussi un scores de confusions assez bas.

Les paires opposant deux voyelles appartenant à la même catégorie de statut, à savoir les paires opposant nouvelles<>nouvelles et similaires<>similaires, présentent quant à elles des scores de confusions plus élevés que les précédentes avec 26% et 36% respectivement.

Il est de ce fait intéressant de regarder ces scores en fonction de la nature des voyelles membres de chaque paire afin de voir de plus près quelles voyelles poseraient le plus de difficultés.

b. Analyse des résultats T2 en perception par voyelle au sein des catégories de statut :

b.1. Le Rappel :

Le tableau 18 présente pour chaque voyelle cible le nombre d'items cibles correctement identifiées (vrai positif « vp »), le nombre d'items cibles non identifiées (fn) et le score de Rappel à T0 vs.T2. Il présente les résultats d'une Anova testant l'effet 'test' T0 vs.T2 pour chacune des voyelles. Les taux de Rappel sont par la suite représentés sur la figure 54.

Statuts	Voyelles	T0			T2			Effet 'test' T0 vs. T2
		Items cibles identifiées (vp)	Items cibles non identifiées (fn)	Le Rappel $\frac{vp}{vp + fn}$	Items cibles identifiées (vp)	Items cibles non identifiées (fn)	Le Rappel $\frac{vp}{vp + fn}$	
Voyelles identiques	a	64	0	100%	64	0	100%	F(1,32)<0,1 p=0.231
	i	55	9	86%	59	5	92%	F(1,32)=1,39 p=0.26
	u	54	10	84%	56	8	88%	F(1,32)=0,31 p=0.57
Voyelles nouvelles	ø	41	23	64%	54	10	84%	F(1,32)=4,7 p=0.038*
	y	41	23	64%	53	11	83%	F(1,32)=4,9 p=0.031*
	œ	32	32	50%	40	24	63%	F(1,32)=2,14 p=0.15
	ɔ	37	27	58%	49	15	77%	F(1,32)=7,34 p=0.01*
Voyelles similaires	e	45	19	70%	46	18	72%	F(1,32)=0,31 p=0.86
	o	35	29	55%	40	24	63%	F(1,32)=1,4 p=0.24
	ɛ	35	29	55%	49	15	77%	F(1,32)=7,8 p=0.009*

Tableau 18 : les scores en nombre des voyelles cibles identifiées (vrai positif =vp) et non identifiées (faux négatif = fn /silence), % du Rappel pour chaque voyelle calculés aux tests T0 et T2 ainsi que les résultats d'une Anova à un seul facteur 'test'. (En gris les résultats significatifs)

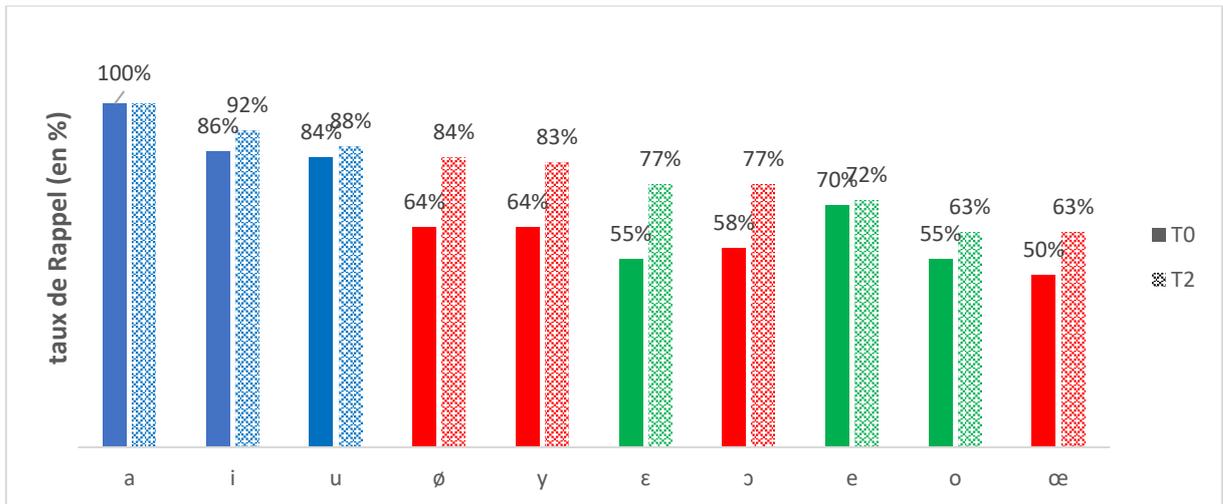


Figure 54 : Taux du Rappel calculé pour chaque voyelle cible à T0 vs. T2. La catégorie identique : remplissage bleu, la catégorie similaire : remplissage vert et la catégorie nouvelle : remplissage rouge. (Pour chaque voyelle n=64)

L'observation de ces scores de Rappel montre une disparité entre voyelles appartenant à la même catégorie de statut.

D'abord, dans la catégorie « nouvelles » nous notons d'améliorations significatives T0-T2 que pour les voyelles /y/, /ɔ/ et /ø/. Ces voyelles passent d'un score aux alentours des 40 vp relevées à un score relativement élevé dépassant les 50 vp relevées. Dans la même catégorie, la voyelle /œ/ ne présente en revanche pas d'amélioration significative entre le début et la fin d'apprentissage.

Ensuite, dans la catégorie « similaires », seule l'identification de la voyelle /ε/ qui s'améliore significativement entre T0 et T2. Les deux autres voyelles /e/ et /o/ ne présentent pas de scores significativement différents entre les deux tests.

Enfin, les voyelles /a/, /i/ et /u/, voyelles « identiques » qui enregistrent des scores déjà élevés à T0, ne marquent pas d'amélioration significative à T2. Ces voyelles posent de grandes difficultés d'identification pour nos apprenants.

b.2. La Précision :

Le tableau 19 présente pour chaque voyelle cible le nombre d'items cibles identifiées (vrai positif « vp »), le nombre de voyelles identifiées à tort comme voyelles cibles (fp) et le score de Précision à T0 vs.T2. Il présente également les résultats d'une Anova testant l'effet 'test' T0 vs. T2 pour chacune des voyelles. Les taux de Précision sont par la suite représentés sur la figure 55.

Statuts	Voyelles	T0			T2			Effet 'test' T0 vs. T2
		Items cibles identifiées (vp)	Voyelles identifiées à tort comme voyelles cibles (fp)	La Précision $\frac{vp}{vp + fp}$	Items cibles identifiées (vp)	Voyelles identifiées à tort comme voyelles cibles (fp)	La Précision $\frac{vp}{vp + fp}$	
Voyelles identiques	a	64	18	78%	64	8	89%	F(1,4)=12 p=0.73
	u	54	23	70%	56	18	76%	F(1,4)=1,4 p=0.35
	i	55	12	82%	59	4	94%	F(1,4)=10,7 p=0.08
Voyelles similaires	e	45	32	58%	53	7	88%	F(1,4)=3 p=0.02*
	o	35	26	57%	49	18	73%	F(1,4)=0,03 p=0.91
	ɛ	35	12	74%	46	15	75%	F(1,4)=0,2 p=0.9
Voyelles nouvelles	ɔ	37	30	55%	56	17	77%	F(1,4)=13,9 p=0.018*
	y	40	20	67%	40	17	70%	F(1,4)=59,9 p=0.016*
	ø	43	26	62%	49	26	65%	F(1,4)= 3,9 p=0.18
	œ	32	17	65%	40	19	68%	F(1,4)=12,9 p=0.07

Tableau 19 : les scores en nombre des voyelles cibles identifiées (vrai positif =vp) et des voyelles identifiées à tort comme voyelles cibles (faux positifs = fp /bruit) ainsi que le score de Précision pour chaque voyelle calculés aux tests T0 et T2. (En gris les résultats significatifs)

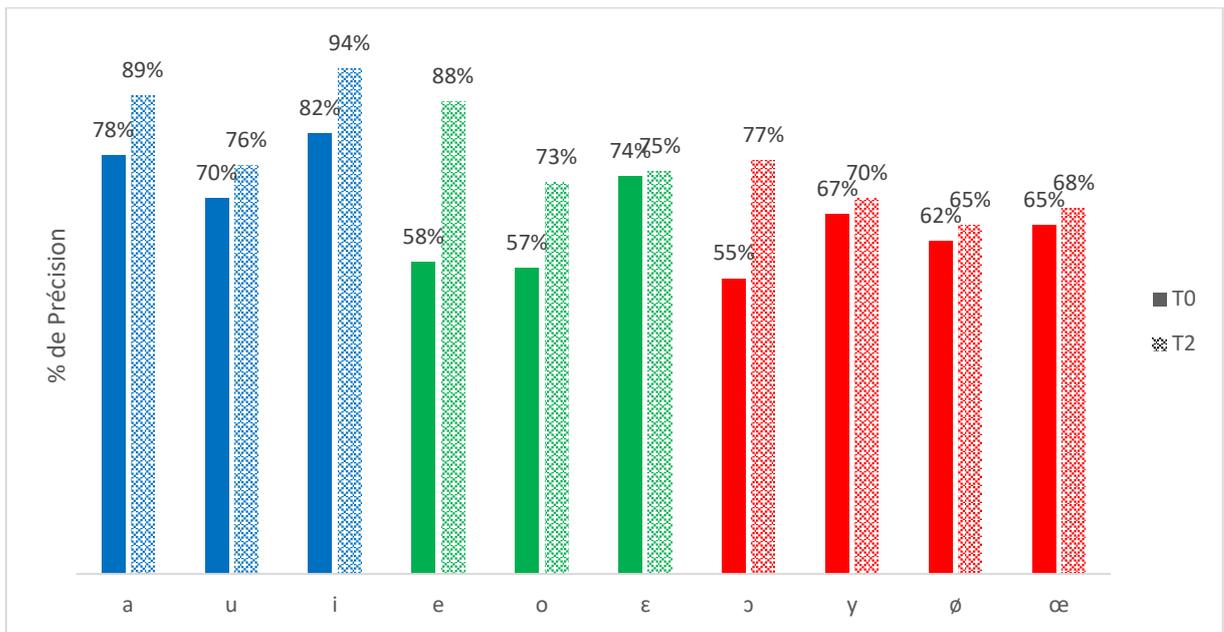


Figure 55 : Score (en pourcentage) de la Précision calculé pour chaque voyelle à T0 vs.T2. La catégorie identique : remplissage bleu, la catégorie similaire : remplissage vert et la catégorie nouvelle : remplissage rouge

Notons que la voyelle /y/ et /ɔ/ sont les seules voyelles dans la catégorie « nouvelles » présentant à T2 des améliorations significatives. Ces voyelles sont les seules voyelles dont l'identification est améliorée significativement à T2 et ce sont elles qui contribuent à l'augmentation générale du score de précision à T2 pour cette catégorie.

Parmi les voyelles « similaires » nous remarquons que seule la voyelle /e/ présente des réponses plus précises à T2. Cette catégorie rappelons-le n'enregistre pourtant pas d'amélioration significative toutes voyelles confondues.

Enfin, dans la catégorie « identiques » aucune voyelle n'enregistre de différence significative entre le début et la fin d'année d'apprentissage.

b.3. Les confusions :

Le tableau 20 ainsi que la figure 56 présentent les scores de confusions (en nombre sur le tableau 20 et en pourcentage sur la figure 56) relevés pour chaque paire de voyelles à T0 et à T2.

Statut	Paires de voyelles	Nbre de confusions maximum possibles	Confusions à T0	Confusions à T2
id <> Nv	a-o	96	4	1
	a-œ	96	8	3
	i-y	64	10	5
	u-y	64	12	10
id <> Sim	a-e	32	6	4
	i-e	64	14	6
	u-o	96	15	14
Nv <> Nv	œ-o	48	10	8
	ø-œ	64	27	25
	y-ø	64	11	1
	ø-o	32	6	5
Sim <> Nv	e-ø	80	6	4
	ε-o	64	3	1
	ε-œ	64	3	3
	o-o	80	23	18
	o-ø	48	8	2
Sim <> Sim	ε-e	48	25	19
	o-e	32	4	2

Tableau 20 : scores de confusions (en nombre) relevés pour chaque paire de voyelles à T0 vs. T2.

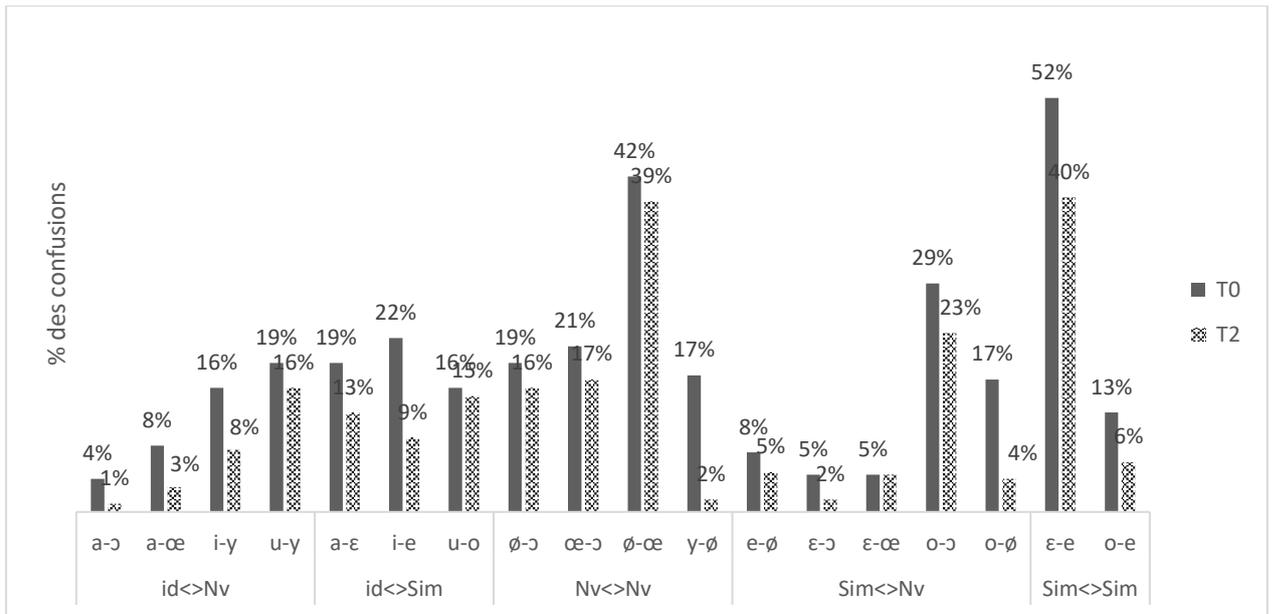


Figure 56 : Scores de confusions (en pourcentage) relevés pour chaque paire de voyelles à T0 (remplissage plein) vs. T2 (remplissage pointillé)

D'abord, parmi les paires mettant en opposition voyelles identiques<>nouvelles, seule la paire /i-y/ marque une diminution significative en nombre de confusions entre T0-T2 ($F(1,64) = 4,1$; $p=0.041$). Avec le score le plus élevé, la paire /u-y/ semble être plus difficile à distinguer que les autres aussi bien à T0 qu'à T2.

Ensuite, parmi les trois paires opposant voyelles identiques<>similaires, la paire /i-e/ est celle dont les confusions diminuent ($F(1,64) = 3,9$; $p=0.05$) avec un pourcentage de confusion qui passe de 22% en début d'apprentissage à 9% en fin d'année d'apprentissage. Les deux autres paires enregistrent à T2 des scores proches de ceux relevés à T0.

En outre, les paires opposant deux voyelles nouvelles continuent à T2 à présenter des difficultés de perception pour nos apprenants. L'observation des résultats entre le début et la fin de l'apprentissage montre peu de diminution dans les scores de confusions pour les paires /ø-ɔ/, /œ-ɔ/, /œ-ø/. En revanche l'opposition /y-ø/ est la seule à marquer une progression importante ($F(1,64) = 10,7$; $p=0.003$) avec un taux de confusions qui passe de 17% à T0 à 2% à T2.

Par ailleurs, dans les paires opposant entre voyelles nouvelles<>similaires nous observons d'abord, les paires /e-ø/, /ε-œ/ et /ε-ɔ/ avec des scores en nombre de confusions relativement bas dès T0 et qui ne présentent pas de progression significative à T2. La paire /o-ɔ/ avec un score en nombre de confusions élevés au début de l'apprentissage et qui perdure à T2 et enfin, la paire /o-ø/ avec une diminution significative ($F(1,48) = 6,2$; $p=0.025$) du nombre des

confusions entre le début et la fin de l'apprentissage.

Finalement, les résultats relevés pour les paires opposant deux voyelles similaires montrent parfaitement que les taux des confusions dépendent des voyelles membre du contraste. En effet, les taux de confusions sont plus importants et significativement plus élevé pour l'opposition /e-ε/ que pour l'opposition /o-e/. De plus, /e-ε/ ne marque pas de différences significatives en nombre de confusions entre T0-T2 à l'encontre de la paire /e-o/ ($F(1,32) = 15 ; p=0,001$).

B. Résultats en production des voyelles françaises à T2

a. Analyse des classifications acoustiques faites par le modèle à T2 :

Les figures 57 et 58 présentent les taux des classifications correctes rendus par le modèle pour chaque catégorie de statut (figure 57) et pour chaque voyelles (figure 58) au début (T0) et à la fin de l'année d'apprentissage (T2).

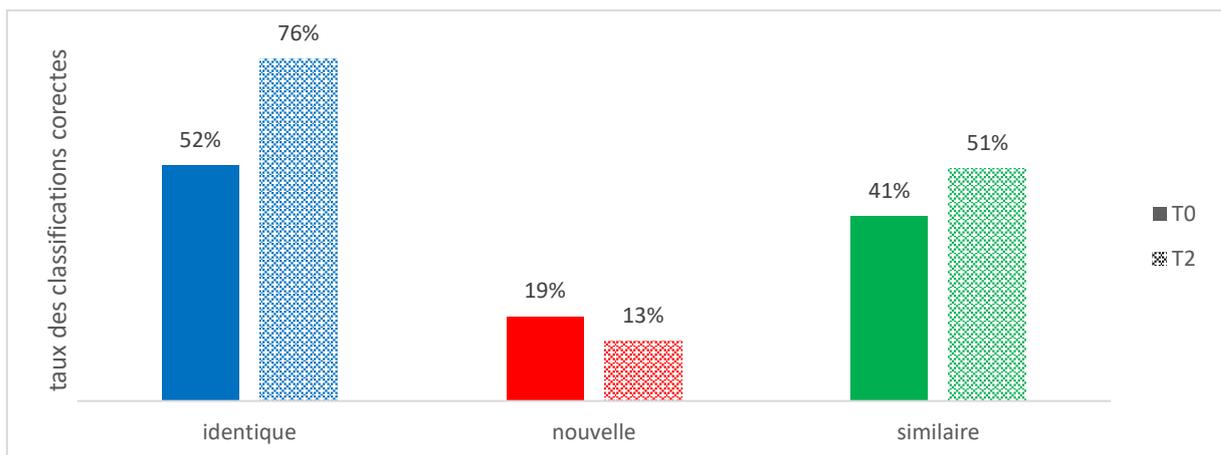


Figure 57 : taux de classifications correctes pour chaque catégorie de statut à T0 (remplissage plein) vs. T2 (remplissage pointillé). (Voyelles identiques : en bleu, N=140 / voyelles nouvelles : en rouge, N=187/ Voyelles similaires : en vert, N=144.) Analyse basée sur F1,F2,F3.

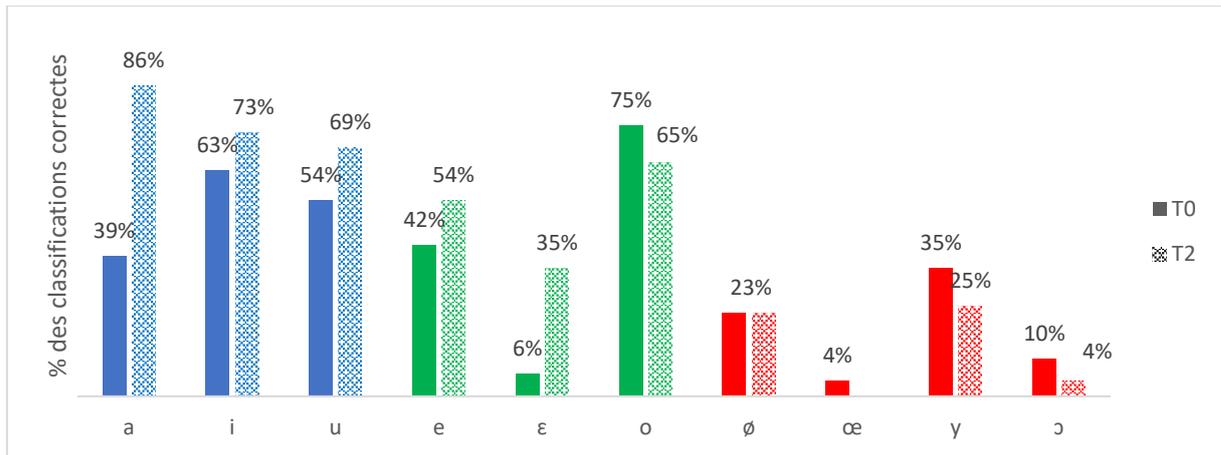


Figure 58 : taux de classifications correctes pour chaque voyelle cible à T0 (remplissage plein) vs. T2 (remplissage pointillé). Les voyelles sont ici regroupées par catégorie de statut : en bleu les voyelles identiques, en vert les voyelles similaires et en rouge les voyelles nouvelles. Analyse basée sur F1,F2,F3.

La figure 57 montre qu'à T2, les voyelles « identiques » suivies des « similaires » sont celles qui marquent une progression quant à leurs scores de classifications correctes. Les voyelles « nouvelles » par contre, enregistrent à T2 une diminution dans leur score de classifications correctes

En effet, après 9 mois d'apprentissage, les voyelles « identiques » présentent 20% de moins d'erreur de classification, c'est-à-dire une amélioration de 20% d'items prononcé et reconnu par le modèle comme les cibles françaises, comme illustré sur la figure 57. Cette amélioration concerne les trois voyelles « identiques » /a/, /i/ et /u/ (figure 58). La voyelle /a/ enregistre d'ailleurs l'amélioration la plus importante entre toutes les voyelles avec une amélioration de +40% de classifications correctes.

En regardant les résultats des classifications du modèle pour chaque voyelle au sein de la catégorie « identique » (figure 59) nous relevons d'abord, qu'à T2, seulement 33% des /a_{app}/ continuent à être classés dans d'autres catégories que celle correspondant au /a_{natif}/. Les /a_{app}/ continuent à être classés par le modèle essentiellement comme /ε/. Cependant, si les /a_{app}/ ne sont plus classés ni comme /∅/ ni comme /ɔ/, ils continuent à être classés comme /o/ et /œ/ avec des scores tout de même assez faibles. Ensuite, les /i_{app}/ ne sont plus classés comme /e/ et présentent très peu d'items classés comme /∅/ (4%). En revanche, ils continuent à être classés comme /y/ avec un score plus élevé à T2 (23%) qu'à T0 (17%). Enfin, la voyelle /u_{app}/ continue à T2 à être classée comme /o/ avec un score assez important. Elle est aussi classée comme /ɔ/ mais avec un taux faible de 2%.

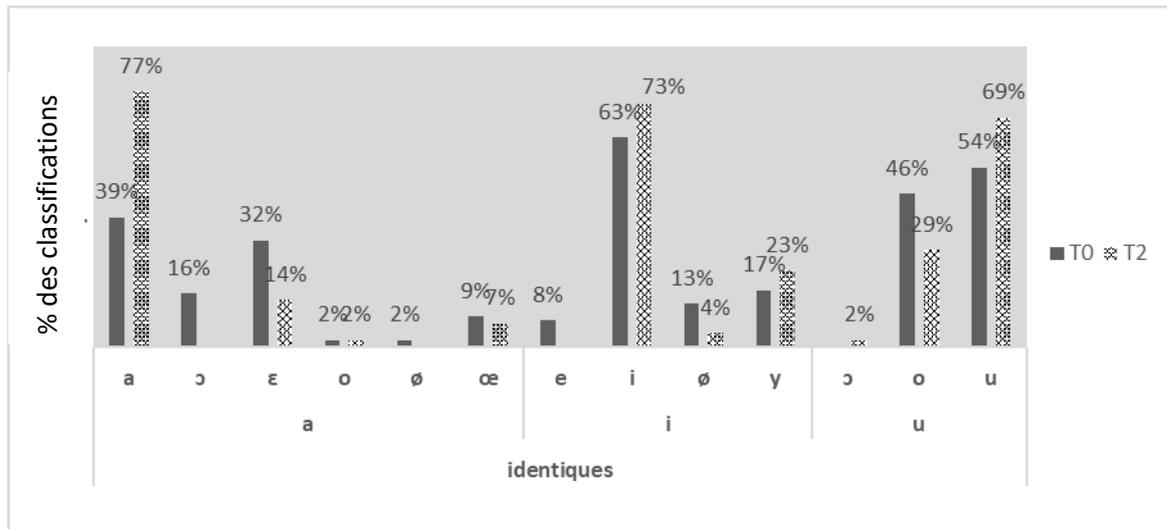


Figure 59 : Pourcentage de classifications par le modèle des voyelles identiques produites par les apprenants à T2 en fonction des voyelles natives.

Ensuite, la catégorie des « similaires » présente une disparité entre ses voyelles membres. En effet, seules les voyelles /e/ et /ε/ présentent des améliorations en termes de classifications correctes. La voyelle /ε/ enregistre d'ailleurs à T2 une amélioration importante, passant des 6% de classifications correctes à T0, à 35% en fin d'apprentissage (figure 58). En revanche, la voyelle /o/ enregistre une baisse de 10% de son score de classifications correctes.

Les classifications du modèle illustrées sur la figure 60, montrent que la voyelle /ε/ reste la voyelle la moins bien classée parmi les trois voyelles similaires, malgré la progression remarquable entre T0 et T2 dans le pourcentage des réalisations classées comme de bons exemplaires. Ceci étant, si à T0 sa principale confusion est celle avec /e/, à T2, les /ε/app ont été essentiellement confondus avec /i/ (23%), suivi de /y/ (17%), /e/ (13%) et finalement /ø/ (8%). Notons par ailleurs, que si 13% des /ε/app ont été classés comme /e/, les /e/app ne sont plus classés comme /ε/ à T2. Les /e/app classés par le modèle comme éloignés des /e/natif ont été essentiellement confondus avec /y/ (21%) et /i/ (17%) mais beaucoup moins avec /ø/ (8% à T2 contre 19% à T0). Enfin, la voyelle /o/, contrairement aux deux autres voyelles présente moins d'items classés comme bons exemplaires à T2 (65%) qu'à T0 (75%). Les /o/app continuent tout de même à T0 à être confondus essentiellement avec /u/ avec encore un score plus élevé enfin d'apprentissage (27%) qu'au début (13%).

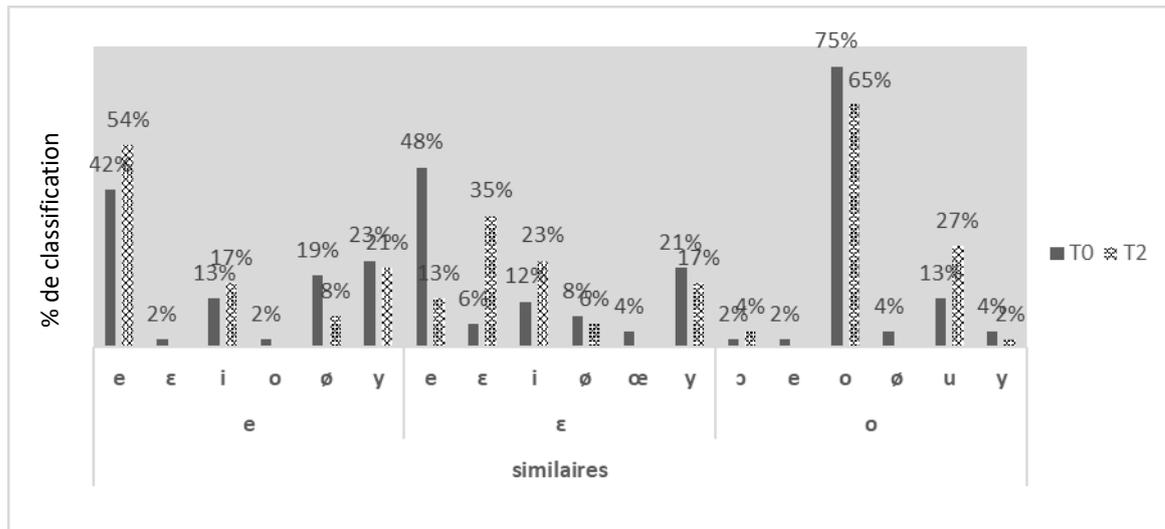


Figure 60 : Pourcentage de classification par le modèle des voyelles similaires produites par les apprenants à T2 en fonction des voyelles natives.

Enfin, dans la catégorie « nouvelles », aucune voyelle n'enregistre d'amélioration entre le début et la fin d'apprentissage. En effet, seule la voyelle /ø/ garde à T2 le même score d'items classés comme de bons exemplaires par le modèle. Les trois autres voyelles enregistrent une baisse en termes de classifications correctes voire une absence totale d'items classés comme de bons exemplaires pour la voyelle /œ/. En effet, enfin d'apprentissage, 100% des /œ/_{app} ont été classés par le modèle dans des catégories autres que celle des /œ/_{natif} dont 65% classés comme /ε/ (figure 61). La voyelle /ɔ/ continue elle aussi à présenter un score élevé d'items classés comme éloignés de la cible avec 96% des /ɔ/_{app} jugés comme différents des /ɔ/_{natif}. Ces réalisations différentes de la cible ont été majoritairement classées comme /o/ (75%). La voyelles /y/ présente à T2 moins de bons exemplaires qu'à T0, mais ces mauvais exemplaires ont été classés à T2 dans moins de catégories différentes qu'à T0 : les /y/_{app} ont été classés dans deux catégories natives différentes avec 73% comme /i/. Enfin, les /ø/_{app} enregistrent à T2 le même pourcentage de confusion qu'à T0 mais ont été classés dans six catégories différentes, contre sept à T0. Les scores de confusions pour chacune de ces catégories varient aussi entre le début et la fin d'apprentissage : nous notons par exemple d'une part, plus de /ø/_{app} classés comme /e/ (33% à T2 contre 23% à T0), comme /o/ (17% à T2 contre 4% à T0) et comme /y/ (23% à T2 contre 21% à T0) et d'autre part, moins de /ø/_{app} classés comme /i/ (7% à T2 contre 21% à T0) ou comme /ɔ/ (2% à T2 contre 4% à T0).

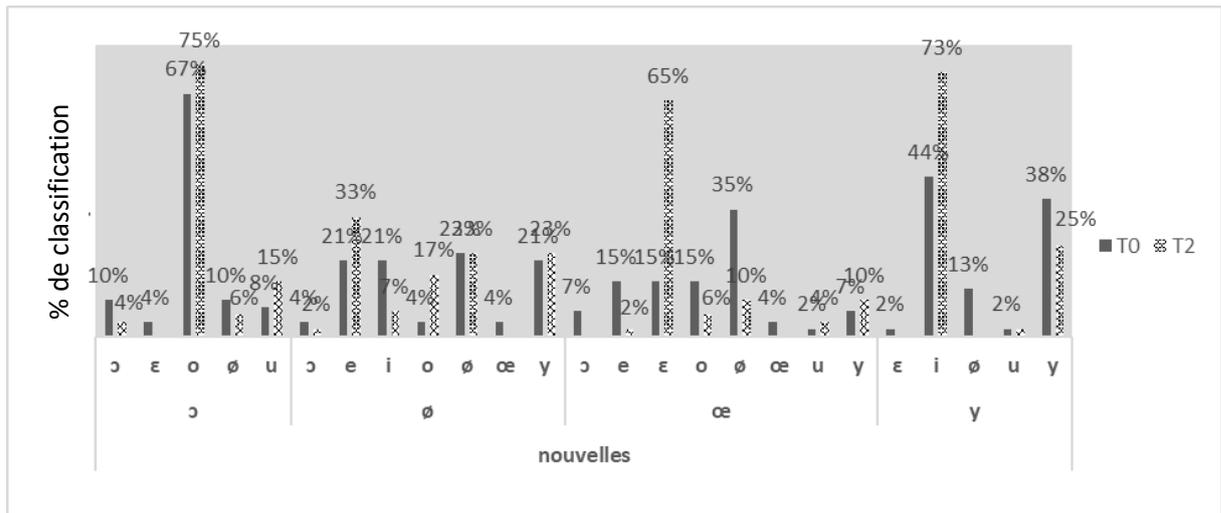


Figure 61 : Pourcentage de classification par le modèle des voyelles nouvelles produites par les apprenants à T2 en fonction des voyelles natives.

En résumé, les scores différents entre voyelles, suggèrent qu’indépendamment des statuts des voyelles, les apprenants trébuchent sur la production de certaines voyelles plus que d’autres (tel le cas de /œ/, /ɔ/, /ø/, /y/ et de /ε/). L’amélioration de leurs performances en production dépend donc de la voyelle elle-même et non de son statut.

b. Analyse acoustique comparative des productions des apprenants à T2 par rapport aux productions natives.

Dans cette section, nous allons étudier les structures formantiques des voyelles produites par nos apprenants à T2. Nous allons les comparer d’une part à celles relevées à T0 et d’autre part à celles des natifs (enfants du même âge que nos apprenants). Les résultats de classification rendus par le modèle nous ont guidés dans l’analyse acoustique de nos voyelles.

Le tableau 21 représente les résultats d’une Anova à un seul facteur testant l’effet « test » (T0 vs. T2) sur les formants pour les apprenants (F1, F2, F3 pour toutes les voyelles et F4 pour /i/). Ensuite sur le tableau 22 nous avons présenté les résultats d’une Anova à un seul facteur testant l’effet de « origine du locuteur » (Apprenants vs. natifs) à T2, toujours sur les formants F1, F2, F3 et F4 pour /i/.

T0 vs. T2	F1	F2	F3	F1-F2	F2-F3	F4	F3-F4
/i/app	F (1,96) = 0,32 ; p= 0.57	F (1,96) = 5 ; p=0.02*	F (1,96) =0,3 ; p=0.84	F (1,96) =6,27 ; p=0.01*	F (1,96) =0,32 ; p=0.57	F (1,96) =0,23 ; p= 0.63	F (1,96) =0,9 ; p= 0.76
/e/app	F (1,96) <0,01 ; p= 0.98	F (1,96) =0,11 ; p=0.73	F (1,96) =0,69 ; p=0.4	F (1,96) =0,15 ; p= 0.69	F (1,96) =0,17 ; p= 0.8		
/ɛ/app	F (1,96) =0,21 ; p=0.88	F (1,96) <0,01 ; p=0.98	F (1,96) =0,4 ; p=0.52	F (1,96) =10,3 ; p=0.02*	F (1,96) =0,26 ; p= 0.6		
/a/app	F (1,96) =19 ; p<0.001*	F (1,96) =27 ; p<0.001*	F (1,96) =0,03 ; p=0.95	F (1,96) =8,3 ; p=0.005*	F (1,96) =0,5 ; p=0.47		
/y/app	F (1,96) =0,5 ; p=0.47	F (1,96) =9,7 ; p=0.002*	F (1,96) =10,4 ; p=0.002*	F (1,96) =9,7 ; p=0.002*	F (1,96) =11,4 ; p= 0.002*		
/ø/app	F (1,96) =2,3 ; p= 0.12	F (1,96) =2,4 ; p=0.13	F (1,96) =1,18 ; p=0.27	F (1,96) =1,6 ; p= 0.2	F (1,96) =1,3 ; p= 0.25		
/œ/app	F (1,96) =5,2 ; p= 0.02*	F (1,96) =6,2 ; p=0.014*	F (1,96) =10 ; p=0.002*	F (1,96) =1,9 ; p= 0.16	F (1,96) =3,7 ; p= 0.05*		
/u/app	F (1,96) =0,21 ; p= 0,64	F (1,96) =3,36 ; p=0.07	F (1,96) =2,2 ; p=0.014*	F (1,96) =0,01 ; p= 0.9	F (1,96) =1,2 ; p=0.26		
/o/app	F (1,96) =0,23 ; p= 0,62	F (1,96) =0,08 ; p=0.77	F (1,96) =0,9 ; p=0.32	F (1,96) =0,22 ; p= 0.63	F (1,96) =18 ; p<0.001*		
/ɔ/app	F (1,96) =0,43 ; p= 0,5	F (1,96) =2,5 ; p=0.11	F (1,96) =0,08 ; p=0.92	F (1,96) =1,2 ; p= 0.26	F (1,96) =0,76 ; p=0.37		

Tableau 21 : Résultats de l'Anova à un seul facteur « Test » (T0 vs. T2) sur les trois premiers formants et les écarts F1-F2, F2-F3 pour les dix voyelles du français et sur F4 et l'écart F3-F4 pour la voyelle /i/. (En gris les différences significatives)

/V/app vs. /V/natif	F1	F2	F3	F1-F2	F2-F3	F4	F3-F4
/i/app vs. /i/natif	F (1,68) = 8,4 ; p= 0.05*	F (1,68) =1,3 ; p= 0.24	F (1,68) = 0,01 ; p= 0.98	F (1,68) = 2,12 ; p= 0.15	F (1,68) = 3,24 ; p= 0.07*	F (1,68) =0,8 ; p= 0.36	F (1,68) =3,8 ; p= 0.06
/e/app vs. /e/natif	F (1,68) =2,8 ; p= 0.09	F (1,68) =2,3 ; p= 0.6	F (1,68) =37 ; p<0.001*	F (1,68) =3,7 ; p= 0.06	F (1,68) =15 ; p<0,001*		
/ɛ/app vs. /ɛ/natif	F (1,68) =67 ; p<0,001*	F (1,68) =7,23 ; p= 0.009*	F (1,68) =0,03 ; p=0.95	F (1,68) =6,9 ; p<0,01*	F (1,68) =21 ; p<0,001*		
/a/app vs. /a/natif	F (1,68) =1,9 ; p= 0.16	F (1,68) =0,02 ; p= 0.87	F (1,68) =8,37 ; p= 0.005*	F (1,68) =17,9 ; p<0.001*	F (1,68) =42 ; p<0.001*		
/y/app vs. /y/natif	F (1,68) =12,7 ; p=0,001*	F (1,68) =1,5 ; p= 0.22	F (1,68) =7,6 ; p=0.007*	F (1,68) = 0,07 ; p= 0.78	F (1,68) =9,1 ; p=0.003*		
/ø/app vs. /ø/natif	F (1,68) =8,6 ; p= 0.004*	F (1,68) =0,38 ; p= 0.53	F (1,68) =7,1 ; p=0.009*	F (1,68) =0,3 ; p= 0.53	F (1,68) =15 ; p<0,001*		
/œ/app vs. /œ/natif	F (1,68) =62 ; p< 0.001*	F (1,68) =1,8 ; p= 0.17	F (1,68) =42 ; p<0.001*	F (1,68) =0,43 ; p= 0.51	F (1,68) =46 ; p<0,001*		
/u/app vs. /u/natif	F (1,68) =0,11 ; p=0.74	F (1,68) =2,4 ; p= 0.12	F (1,68) =8,9 ; p=0.03*	F (1,68) =3,2 ; p= 0.07	F (1,68) = 0,02 ; p=		

Perception et production des voyelles orales françaises par des enfants tunisiens néo-apprenants du français

					0.87
/o/app vs. /o/natif	F (1,68) =7,08 ; p=0.01*	F (1,68) =0,008 ; p= 0.93	F (1,68) =9,2 ; p=0.034*	F (1,68) =0,9 ; p= 0.34	F (1,68) = 1,06 ; p= 0.3
/ɔ/app vs. /ɔ/natif	F (1,68) =44 ; p<0.001*	F (1,68) =6,4 ; p= 0.014*	F (1,68) =11 ; p=0.01*	F (1,68) =0,29 ; p= 0.59	F (1,68) =22 ; p<0.001*

Tableau 22 : Résultats de l'Anova à un seul facteur « origine du locuteur » (Natifs/Apprenants) à T2, sur les trois premiers formants et les écarts F1-F2, F2-F3 pour les dix voyelles du français et sur F4 et l'écart F3-F4 pour la voyelle /i/. (En gris les différences significatives).

La figure 62 présente les valeurs formantiques moyennes en Hz et écarts types des dix voyelles produites par les apprenants à T0 et à T2 ainsi que celles produites par les natifs.

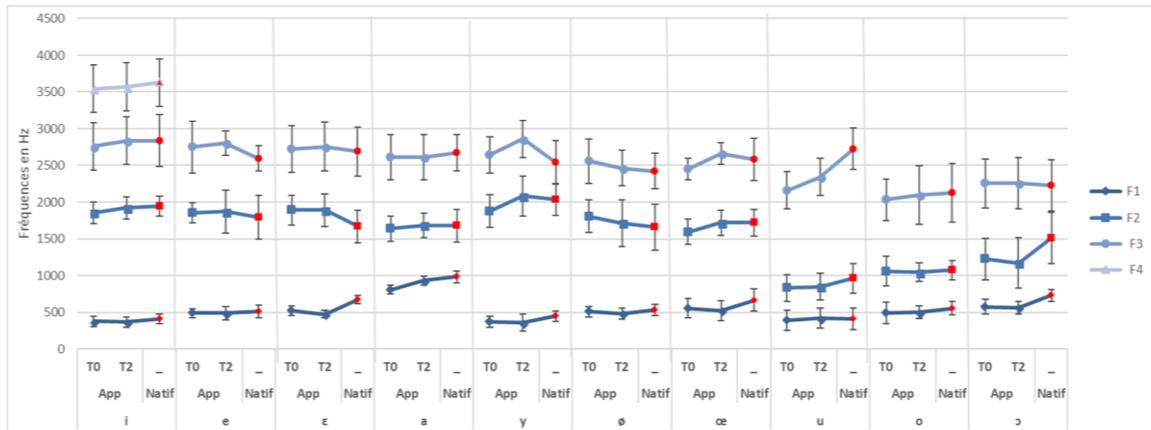


Figure 62 : Valeurs formantiques moyennes en Hz et écarts types des voyelles orales françaises produites par les apprenants à T0 et T2 (en bleu) et par les natifs (en rouge).

Nous proposons d'étudier ces résultats voyelle par voyelle.

La voyelle /i/ : A T2, les apprenants produisent un /i/ avec un F2 significativement plus élevé et un écart F1-F2 plus grand que ceux observés à T0 comme illustré sur la figure 62 et le tableau 21. L'amélioration se fait aussi sur F3 et F4 qui ne diffèrent plus des cibles natives à T2.

En regardant les patrons individuels des apprenants, illustrés ci-dessous sur la figure 63, nous observons que certains apprenants tentent à T2 soit d'élever le F3 et d'abaisser le F4 (App 1, App 13, App6) soit de maintenir F3 à la même fréquence en abaissant le F4 (App 5, App16) , ce qui leur permet alors de réduire la distance F3-F4 dont la valeur moyenne s'avère à T2 significativement proche de celle calculée pour les natifs. D'autres apprenants garde à T2 une distance réduite entre F2-F3 (App2, App15). Leurs réalisations peuvent être à l'origine des classements par le modèle de certains /i/app dans la catégorie /y/natif.

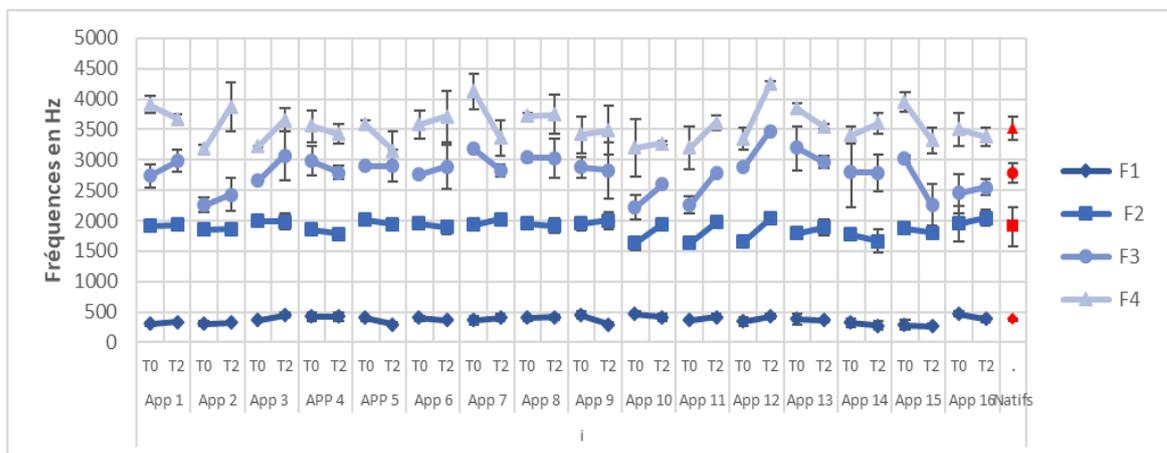


Figure 63 : Valeurs formantiques moyennes en Hz des /i/ réalisés par chaque apprenant à T0 vs. T2, en bleu (moy de 4 réalisations par apprenant) et par les natifs, en rouge (tous confondus).

Voyelle /e/ : A T2, nous n’observons pas d’amélioration sur la prononciation du /e/ par les apprenants sur aucun formant. Les apprenants produisent de ce fait un /e/ avec un F3 significativement plus élevé que les natifs et un écart F2-F3 significativement plus grand. L’observation des patrons individuels des apprenants (figure 64) montre à T2 un rapprochement entre les formants F3 et F4 chez certains apprenants (App3, App4, App15) ce qui peut expliquer les classements par le modèle de certains /e/ comme /i/ ou encore un rapprochement entre F2 et F3 (App1, App 9 et app 13) expliquant ainsi les classements en /y/.

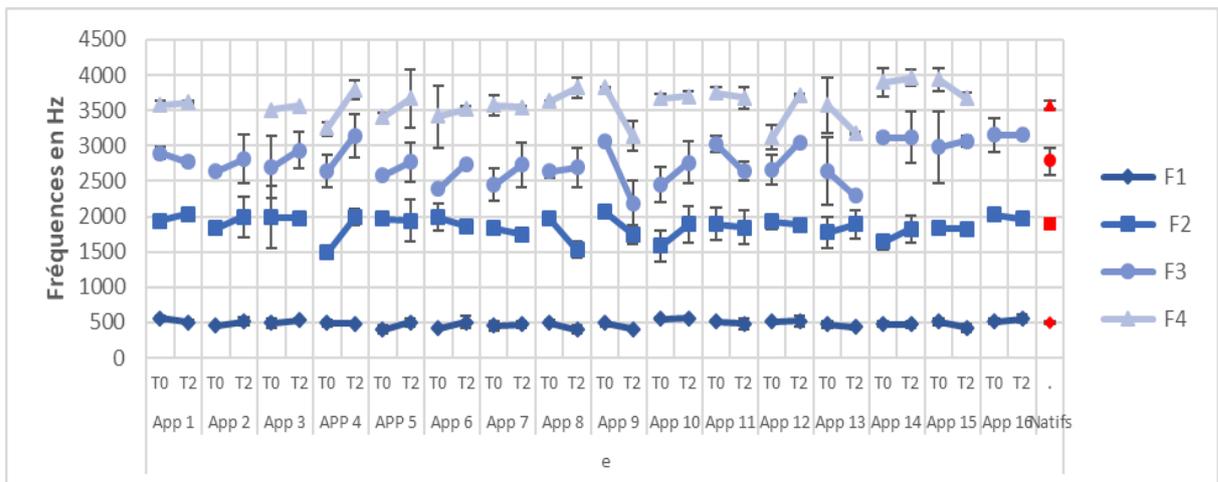


Figure 64 : Valeurs formantiques moyennes en Hz des /e/ réalisés par chaque apprenant à T0 vs. T2, en bleu (moy de 4 réalisations par apprenant) et par les natifs, en rouge (tous confondus).

La voyelle /ε/ : D’abord, les apprenants réalisent à T2 des /ε/ qui diffèrent de ceux produits à T0 de par l’écart moyen entre F1-F2 (tableau 21). Ensuite, la comparaison entre les réalisations des apprenants à T2 et celles des natifs (tableau 22, figure 62) montre une différence significative sur les deux premiers formants ainsi que pour les écarts F1-F2 et F2-F3. La figure 65, montre des réalisations chez certains apprenants avec un F1, un F2 et/ou un F3 plus bas que celui chez les natifs. Certains apprenants présentent des réalisations avec un rapprochement notable entre F2-F3 (App 9, App11) ou F3-F4 (App8, App12). Ces variations formantiques peuvent justifier les classements des /ε/_{app} dans des catégories /i/ et /y/ avec des scores relativement élevés (23% et 17% respectivement).

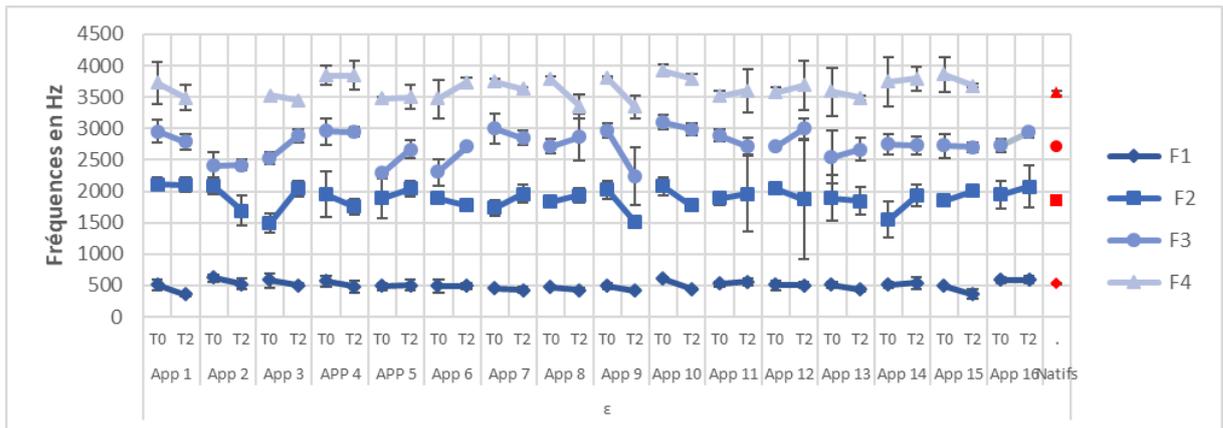


Figure 65 : Valeurs formantiques moyennes en Hz des /ε/ réalisés par chaque apprenant à T0 vs. T2, en bleu (moy de 4 réalisations par apprenant) et par les natifs, en rouge (tous confondus).

Le voyelle /a/ : nous relevons à T2, des valeurs F1 et F2 et un écart F1-F2 significativement meilleurs que ceux enregistrés à T0 (Tableau 21), ce qui peut être à l'origine de l'amélioration du score des classifications correctes pour cette voyelle qui passe de 39% à T0 à 77% à T2. Toutefois, les /a_{app} enregistrent des valeurs moyennes F3, F1-F2 et F2-F3 significativement différentes de celles des natifs. La figure 66 présentant les patrons individuels des apprenants témoigne de ces variations formantiques où nous observons chez certains apprenants des réalisations où les trois premiers formants sont plus bas que ceux des natifs (App 2, App11, App13 par exemple). Ces réalisations peuvent expliquer le classement par le modèle de 14% des /a_{app} dans la catégorie /ε/.

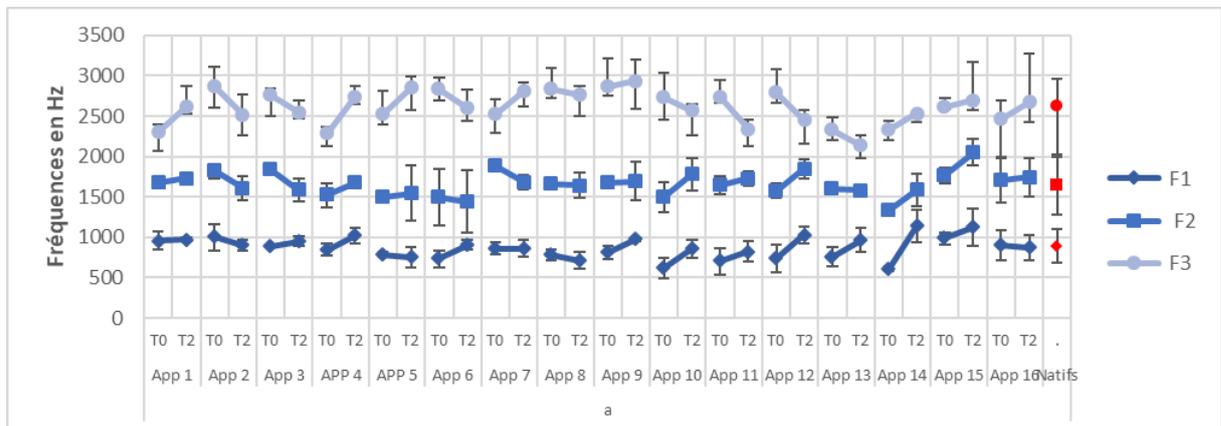


Figure 66 : Valeurs formantiques moyennes en Hz des /a/ réalisés par chaque apprenant à T0 vs. T2, en bleu (moy de 4 réalisations par apprenant) et par les natifs, en rouge (tous confondus).

La voyelle /y/ : La production de la voyelle /y/ par les apprenants à T2 s'avère significativement améliorée de celle enregistrée à T0 (tableau 21). Nous observons en effet, des valeurs F2 et F3 significativement plus élevées et un écart F2-F3 moins important (figure 62). Ceci étant, la production des apprenants reste pourtant différente de celle des natifs avec un F1 plus bas, un F3 plus élevé et un écart F2-F3 plus important. L'observation des patrons

individuels des apprenants (figure 67) révèle à T2 des tentatives de rapprochements des F2 et F3 chez certains apprenants : les apprenants 2, 10, 13 vont élever leur F2 le rapprochant du F3. Les apprenants 6, 11 et 15 abaissent eux leur F3. D'autres apprenants maintiennent un F3 considérablement élevé (App3, App4, App7, App12, App14, App 16) ce qui peut expliquer les 73% des /y/ app classés par le modèle comme des /i/.

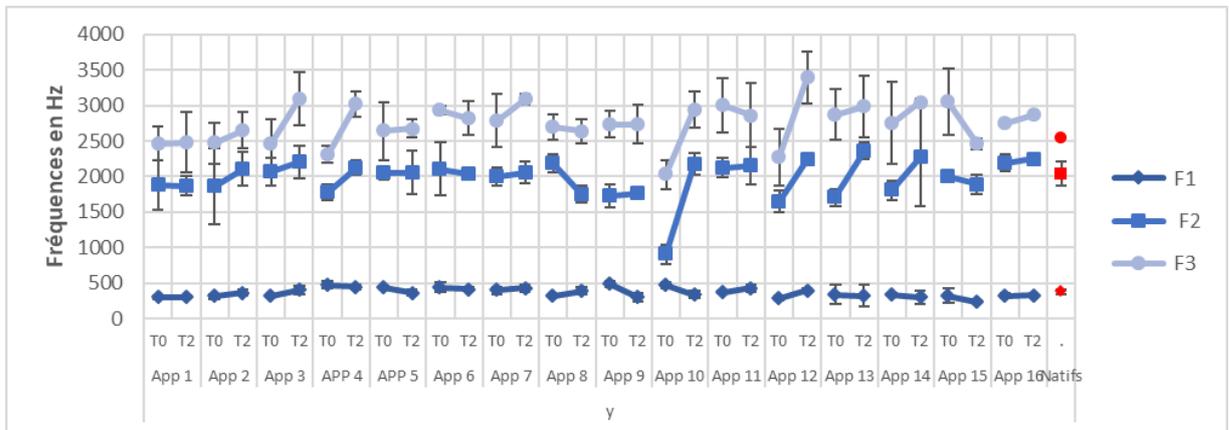


Figure 67 : Valeurs formantiques moyennes en Hz des /y/ réalisés par chaque apprenant à T0 vs. T2, en bleu (moy de 4 réalisations par apprenant) et par les natifs, en rouge (tous confondus).

La voyelle /ø/ : La voyelle /ø/ n'enregistre pas d'amélioration à T2. La comparaison des productions des apprenants à T2 à celles des natifs donne le même résultat qu'à T0 avec des réalisations différentes au niveau des formants F1, F3 et de l'écart F2-F3. Les patrons individuels des apprenants (figure 68) montrent en outre, une grande disparité entre apprenants dans la réalisation de cette voyelle. Nous remarquons une instabilité sur les formants F2 et F3 suggérant des réalisations vers /y/ (un écart F2-F3 réduit : App 6, App13) ou encore vers /e/ (F2 et F3 élevé : App3, App12, App16).

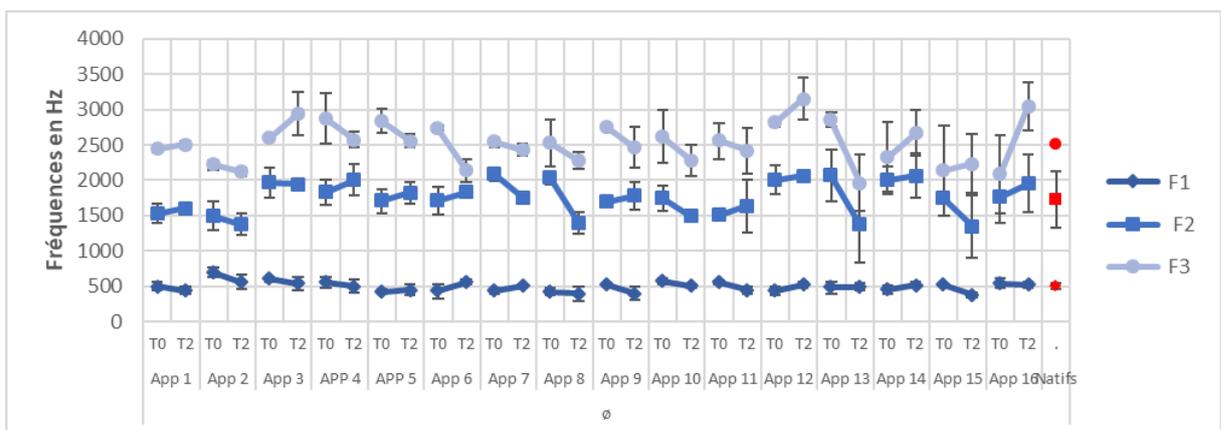


Figure 68 : Valeurs formantiques moyennes en Hz des /ø/ réalisés par chaque apprenant à T0 vs. T2, en bleu (moy de 4 réalisations par apprenant) et par les natifs, en rouge (tous confondus).

La voyelle /œ/ : les apprenants trouvent des difficultés à produire cette voyelle. Les /œ/ app présentent des formants F1, F3 ainsi qu'un écart F2-F3 significativement différents des /œ/ natif

(tableau 22). De plus, la figure 69 illustrant les patrons individuels des apprenants indique une forte variabilité inter-apprenants sur les formants F1, F2 et F3.

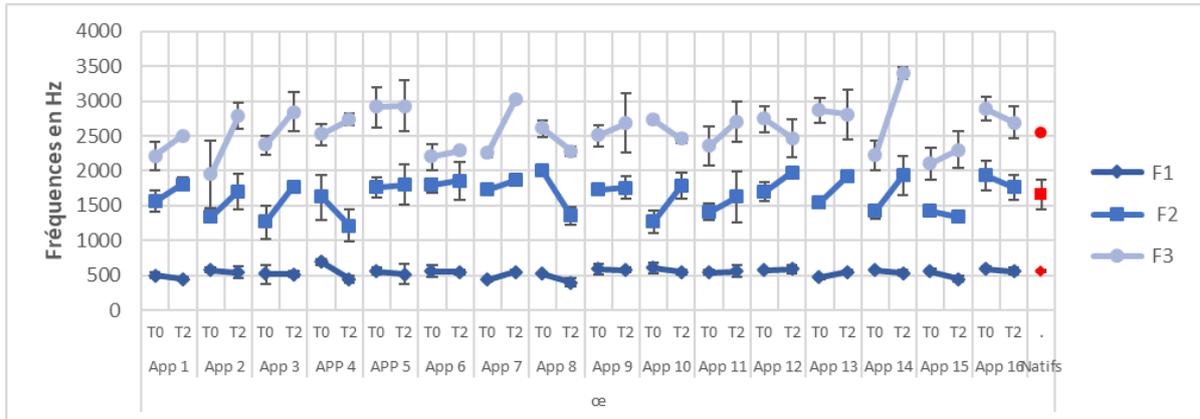


Figure 69 : Valeurs formantiques moyennes en Hz des /œ/ réalisés par chaque apprenant à T0 vs. T2, en bleu (moy de 4 réalisations par apprenant) et par les natifs, en rouge (tous confondus).

La voyelle /u/ : Les /u/_{app} et les /u/_{natif} n'enregistrent pas à T2 de différences significatives sur F1, F2 et sur l'écart F1-F2 (tableau 22). Ceci peut être responsable des améliorations enregistrées dans le classement des /u/_{app} comme de bons exemplaires par le modèle.

En regardant, par la suite, les patrons individuels des apprenants, illustrés ci-dessous sur la figure 70, nous remarquons que certains apprenants continuent à T2 à produire le /u/ avec un F2 élevé (App1, App4, App11, App15) pouvant expliquer les classements des 29% des /u/_{app} dans la catégorie /o/.

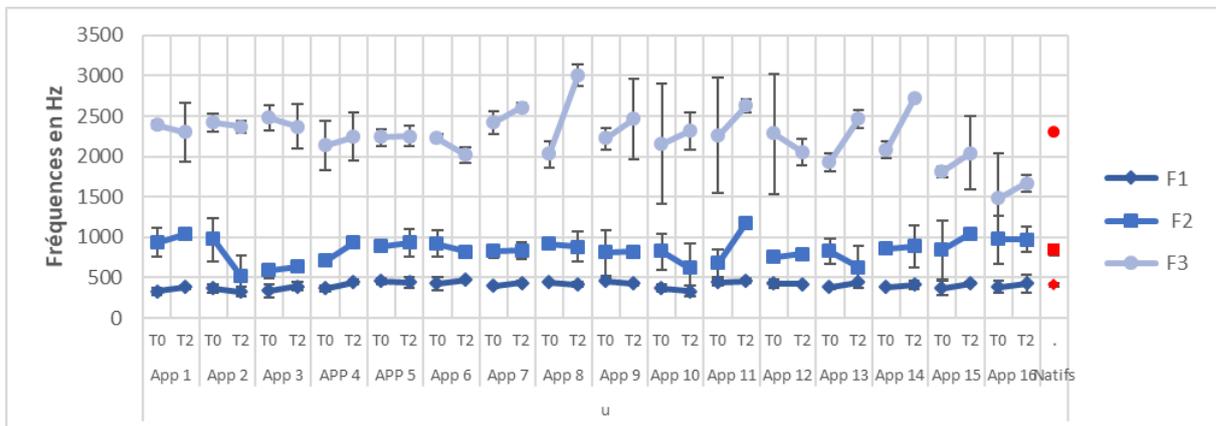


Figure 70 : Valeurs formantiques moyennes en Hz des /u/ réalisés par chaque apprenant à T0 vs. T2, en bleu (moy de 4 réalisations par apprenant) et par les natifs, en rouge (tous confondus).

La voyelle /o/ : cette voyelle présente un effet 'test' significatif uniquement sur l'écart F2-F3 (tableau 21). Les /o/_{app} continuent par ailleurs, à présenter des valeurs formantiques moyennes F1, F3 significativement différentes de celles relevées pour les /o/_{natif} (tableau 22). Les patrons individuels pour cette voyelle illustrés sur la figure 71, montrent par ailleurs, des valeurs F1, F2 et F3 qui varient considérablement entre apprenants. Nous relevons en outre, chez certains

apprenants des rapprochements notable entre les deux premiers formants. Ces écarts réduits entre F1-F2 expliquent le classement de cette voyelle comme /u/ par le modèle (avec 27% des /o/ classés comme /u/).

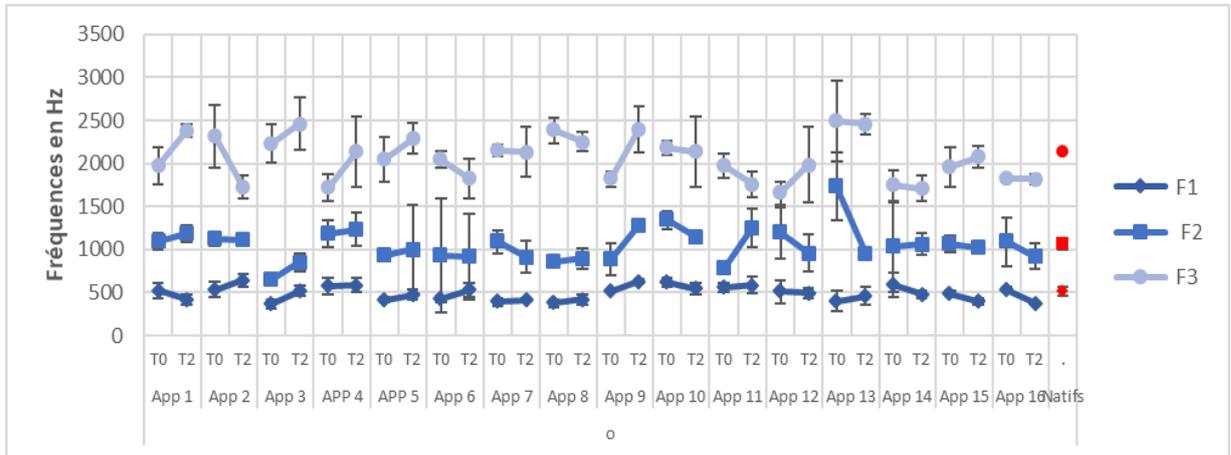


Figure 71 : Valeurs formantiques moyennes en Hz et écarts types des /o/ produits par les apprenants à T0 et T2 (en bleu) et par les natifs (en rouge).

La voyelle /ɔ/ : Les /ɔ/_{app} n'enregistrent pas de différences significatives entre le début et la fin de l'apprentissage. Les /ɔ/_{app} présentent à T2 des F1, F2, F3 et un écart F1-F2 significativement différents de ceux des natifs. L'observation des réalisations de chaque apprenants (figure 72) montre une variabilité au niveau des deux premiers formants. Ceci peut être à l'origine des classements du modèle de 75% des /ɔ/_{app} comme des /o/ ou encore 17% comme des /u/.

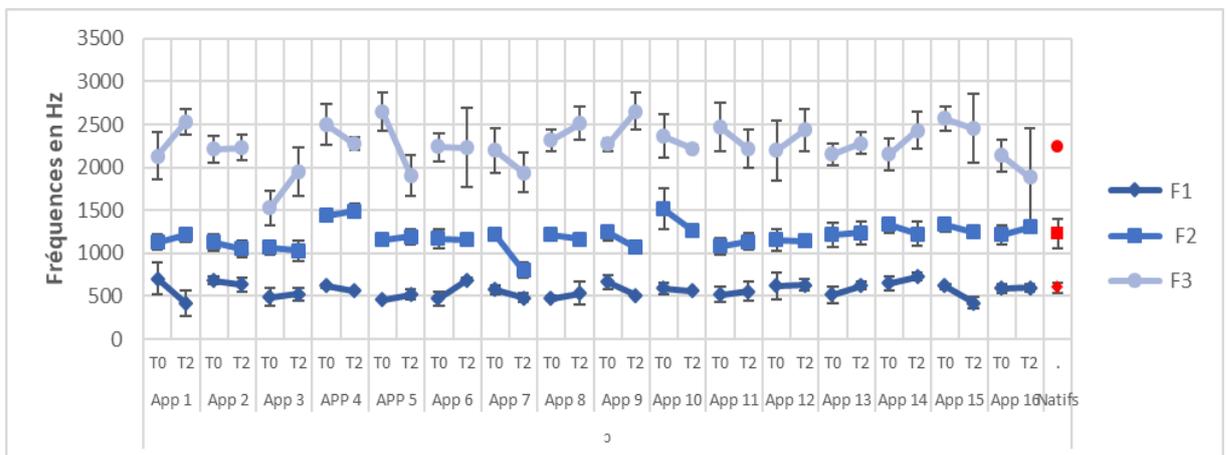


Figure 72 : Valeurs formantiques moyennes en Hz et écarts types des /ɔ/ produits par les apprenants à T0 et T2 (en bleu) et des /ɔ/ par les natifs (en rouge).

C. Conclusion sur l'évolution longitudinale de l'apprentissage des voyelles orales du français par des enfants tunisiens néo-apprenant du français. Test T2 :

Dans cette partie nous avons présenté les résultats du test T2, test effectué en fin de première année d'apprentissage (après 9 mois) sur la perception et la production des dix voyelles orales du français par 16 enfants tunisiens apprenants du français. Les résultats de ce test ont montré que :

Pareillement à T0, les apprenants présentent de meilleures performances en perception et en production concernant les voyelles « identiques » en comparaison des voyelles « nouvelles » et « similaires ». Ceci étant, comme à T0, nous relevons à T2 **une disparité entre voyelles au sein de la même catégorie de statut.**

En perception, si la catégorie « nouvelles » enregistre en générale une amélioration significative, cette amélioration n'est notée que pour les voyelles /y/, /ɔ/ et /ø/. La voyelle /œ/ ne présente pas d'amélioration significative entre le début et la fin d'apprentissage. Dans la catégorie « similaires », seule la voyelle /ɛ/ marque de meilleurs scores d'identifications correctes, les deux autres voyelles /e/ et /o/ ne présentent pas de meilleurs scores à T2.

Par ailleurs, en fin d'année d'apprentissage, les résultats en confusions marquent des tendances similaires à celles observées à T0. En effet, les voyelles « identiques » continuent à être confondues plus avec des « similaires » qu'avec des « nouvelles » et les voyelles « nouvelles » ainsi que les voyelles « similaires » continuent à être confondues principalement avec des voyelles de leurs catégories respectives. Nous notons également que les scores en confusions perceptives dépendent des voyelles mises en compétition : les paires /e-ɛ/, /o-ɔ/ et /œ-ø/ continuent à enregistrer les scores de confusions les plus élevés et nous relevons des améliorations significatives uniquement sur les paires /i-y/, /i-e/, /e-ɛ/, /y-ø/, /o-ø/ et /e-o/.

En production, les voyelles « identiques » suivies des voyelles « similaires » sont celles qui marquent une progression quant à leurs scores de classifications correctes.

Dans la catégorie « identiques », la voyelle /a/ marque la meilleure amélioration en nombre d'items classés comme bons exemplaire (passant de 39% à T0 à 77% à T2) alors qu'un tiers des /u/_{app} continuent à être classés dans la catégorie /o/.

Dans la catégorie « similaires », les voyelles /e/ et /ɛ/ présentent à T2 plus de bons exemplaires contrairement à la voyelle /o/ qui enregistre moins de bon exemplaires. La voyelle /ɛ/ reste toutefois celle qui présente le moins d'items correctement classifiés par le modèle (35% de bons exemplaires).

Dans la catégorie « nouvelles » les voyelles /y/, /ɔ/ et /œ/ enregistrent à T2 une diminution

dans leurs scores de classifications correctes. En revanche, la voyelle /ø/ présente le même score de classifications correctes enregistré à T0.

Enfin, nos données acoustiques viennent souligner les difficultés persistantes à T2. Nous avons observés par exemple : des /y/ réalisés avec un écart F2-F3 trop important et un F3 élevé s'approchant d'une réalisation /i/natif, des /u/app produits avec un F2 élevé tendant par conséquent vers /o/natif, des /a/app réalisés par certains apprenants avec un F1 bas et un F2 élevé ou encore des /ε/app produits avec un rapprochement notable entre F2-F3 et un F3 significativement élevé suggérant des réalisations vers /e/natif ou /i/natif et enfin des /œ/app et /ø/app avec des formants F1, F3 et un écart F2-F3 différents de ceux des natifs.