

L'apport de la coarticulation dans la perception de consonnes occlusives et constrictives

Murielle Gigandet

Résumé

Cet article présente les principaux résultats d'un travail qui étudie l'influence, au niveau de la perception, d'un phonème sur un autre lorsque ces deux phonèmes ne sont pas contigus. Nous avons demandé à des sujets d'écouter des logatomes CVCV présentés dans le bruit et d'identifier les phonèmes entendus. Les résultats montrent que l'influence perceptive à distance varie selon que le phonème est le stimulus (i.e. consonne influençable) ou le voisin (i.e. consonne influençante). L'influencabilité et la force d'influence dépendent de la consonne considérée, de la forme d'influence et de la classe à laquelle appartient l'élément considéré.

1. Introduction

Dans l'étude de la perception de la parole, nombre de questions demeurent encore non résolues, en particulier la manière dont sont identifiés les phonèmes dans la chaîne parlée. Clark & Clark (1977) et Calliope (1989) nous proposent un modèle de perception dont voici les points principaux : à une première étape dite auditive où le signal acoustique est traité dans sa représentation spectrale et ses aspects temporels, succède une étape phonétique pendant laquelle sont extraits les indices acoustiques du signal qui sont ensuite combinés afin d'identifier un phonème particulier. L'étape suivante est l'étape phonologique où l'identification préliminaire du phonème est ajustée aux contraintes phonétiques et phonologiques de la langue, ce qui permet d'accéder ensuite à l'étape de recherche lexicale qui nécessite la prise en compte d'autres indices, extra-auditifs.

Dans ce modèle de perception, le niveau qui nous intéresse plus particulièrement est celui de l'étape phonologique où l'auditeur va percevoir un phonème en combinaison avec d'autres phonèmes. La langue présente en effet cette caractéristique que les sons se combinent les uns avec les autres, mais surtout que cette combinaison implique une influence

mutuelle entre les sons. En production de la parole, cette influence est connue sous le nom de coarticulation : dans l'articulation d'un son, on trouve des "traces" de l'articulation d'un autre son voisin du premier, car le mouvement articulatoire d'un son commence et se poursuit dans les sons avoisinants.

Cette influence se rencontre également au niveau de la perception comme le montrent plusieurs études. Van Dommelen (1983) met en évidence que dans un groupe de deux consonnes voisines, le voisement de la seconde consonne peut influencer la perception du trait de voisement de la première. Alfonso (1981) dégage le fait que dans un contexte CVC, les déplacements de frontière dans la perception catégorielle du lieu articulatoire de la consonne initiale dépendent de la perception de la consonne finale. Enfin, Van den Berg & Slis (1987) montrent que la variation du trait de voisement des consonnes initiale et finale, dans des logatomes de forme CVCCVC, affecte la perception du voisement du groupe des deux consonnes centrales.

La plupart des études menées jusqu'à présent se sont concentrées sur la perception d'un trait particulier et non sur la perception "globale" d'un phonème. De plus, les études faites sur le français sont rares, la plupart concernant l'anglais. On aimerait aussi savoir si toute consonne peut influencer toute autre consonne et, dans l'affirmative, comment se manifeste cette influence. La question de départ de cette étude est donc la suivante : *Comment la perception d'un phonème est-elle influencée par la présence, dans la même chaîne parlée, d'un phonème non contigu ?*

Pour étudier ces phénomènes d'influence, nous avons choisi une expérience d'identification de phonèmes dans le bruit en nous inspirant de la recherche menée par Miller & Nicely (1955). Comme eux, nous avons analysé les réponses données aux stimuli proposés mais nous avons tenu compte, en plus, de la présence et de l'identité de l'autre phonème contenu dans l'élément présenté.

2. Méthode

Sujets : 11 sujets, 6 femmes et 5 hommes dont la moyenne d'âge était de 30 ans, ont pris part à l'expérience.

Matériaux linguistiques : Nous avons utilisé des logatomes de forme CVCV car les mots de deux syllabes sont des plus courants en français comme l'est la séquence CV (54,5% d'apparition contre 1,9% pour les VC). Pour contrôler l'effet de fréquence lexicale (la fréquence des mots pourrait biaiser l'étude dans le sens d'une meilleure perception des mots connus ou du remplacement par un phonème qui donnerait un mot connu), nous avons choisi pour voyelle le "e muet" ou "schwa", de fréquence très faible (0,4% d'occurrence), ce qui permet d'avoir un maximum de logatomes.

Nous avons limité le nombre de phonèmes étudiés à douze et notre intérêt a porté sur les consonnes occlusives (/b/, /d/, /g/, /p/, /t/, /k/), et sur les consonnes constrictives simples (/v/, /z/, /j/, /f/, /s/, /ch/ ; "j" et "ch" sont utilisés ici par convention comme symboles des deux chuintantes sonore et sourde).

Les stimuli de l'expérience ont été construits de la manière suivante : nous avons enregistré 144 logatomes (c.à.d. toutes les combinaisons possibles de CVCV où les C peuvent être chaque fois 12 consonnes différentes), puis nous les avons digitalisés et nous leur avons ajouté du bruit. Ces stimuli ont ensuite été répartis aléatoirement en 8 listes de 18 logatomes en moyenne puis réenregistrés sur cassette. Nous avons ajouté du silence entre chacune des 8 listes.

Procédure : Nous avons demandé aux sujets d'écouter les stimuli, de noter d'abord la seconde consonne entendue dans le logatome, puis dans une seconde écoute, la première consonne entendue. Les sujets n'ont eu ainsi à se concentrer que sur une consonne à la fois et nous avons pu tenir compte des deux effets possibles dans le logatome CVCV : la première consonne peut influencer la seconde et inversement. Nous avons donné aux sujets une liste des phonèmes possibles comme réponses.

Analyse des données : Comme le nombre de réponses était important (11 sujets ont écouté 12 consonnes-stimuli en fonction de 12 consonnes-voisines dans 2 positions différentes ce qui donne 3168 réponses), nous avons eu recours à l'informatique pour nous aider dans nos calculs. Nous avons donc construit une base de données dans laquelle nous avons entré tous nos résultats. Nous avons donné pour chaque item les réponses de chaque sujet, en notant chaque fois les traits de voisement et de mode de chaque consonne, aussi bien dans les stimuli que dans les réponses ; nous avons ensuite effectué tous les comptages nécessaires en créant des programmes de calcul à partir de la base de données ; puis nous avons transformé ces résultats en pourcentages, et enfin nous avons calculé différentes statistiques (corrélations, tests de signification, etc.).

L'influence mutuelle entre phonèmes peut être envisagée sous deux angles : un phonème peut en influencer un autre, mais en même temps ce phonème peut être influencé par l'autre phonème. Il s'agit bien d'une influence mutuelle, où chaque phonème peut jouer à la fois le rôle d'élément influençant et celui d'élément influençable. Deux types d'analyses doivent donc être faites en parallèle : celle du stimulus ou consonne influençable, et celle du voisin ou consonne influençante. De plus, l'identification de phonèmes dans le bruit peut mener à deux types de réponses : soit le stimulus est perçu correctement, soit la réponse donnée est différente de ce stimulus et constitue ce qu'on appelle une confusion. Ceci implique que nos deux analyses parallèles comportent chacune deux parties : la première porte sur l'analyse des réponses correctes, la seconde sur les erreurs ou confusions.

3. Résultats

3.1. La consonne en tant que stimulus

Nous allons commencer par examiner la consonne en tant que stimulus, c'est-à-dire en tant que phonème influençable par un autre phonème présent dans le même logatome. Nous considérerons d'abord la perception correcte, autrement dit nous verrons si une consonne est mieux perçue grâce à la présence d'une autre consonne ; puis nous étudierons les erreurs ou confusions afin de constater de quelle façon un stimulus peut être influencé par la présence d'une autre consonne.

a) Perception correcte : Le nombre total de réponses correctes est de 1577, soit 50% du nombre total des réponses. Après avoir calculé le pourcentage de réponses correctes sur un stimulus, il s'agissait de voir si ce pourcentage est identique quelle que soit la consonne-voisine qui accompagne ce stimulus dans le logatome présenté. Nous avons donc examiné les pourcentages en fonction de chaque voisin et avons calculé si les différences entre ces pourcentages étaient significatives¹. Si tel est le cas, cela veut dire que la perception correcte du stimulus impliqué dépend de l'identité du voisin présent dans le même logatome.

Pour faciliter l'analyse, nous avons regroupé les voisins selon les traits de voisement et de mode. Nous avons choisi ces deux traits parce qu'ils permettent de regrouper les consonnes en deux catégories bien définies et d'importance égale (six sonores / six sourdes et six occlusives / six constrictives). Ainsi, nous avons compté, par exemple, pour le stimulus /b/, un pourcentage global de perception correcte de 50%, un pourcentage de 57% lorsque le voisin est sonore et de 44% lorsque le voisin est sourd ; la différence de pourcentages de 13% est ici significative. Par contre, le pourcentage est de 48% lorsque le voisin est occlusif et de 52% lorsque le voisin est constrictif ; la différence de pourcentages de 4% n'est pas significative.

Une première analyse des résultats nous a indiqué les pourcentages de perception correcte des stimuli en fonction du trait de voisement du

voisin. La différence entre les pourcentages atteint un niveau significatif pour deux consonnes seulement : /b/ et /ch/. Une deuxième façon d'analyser les résultats a consisté à calculer les pourcentages de perception correcte des stimuli en fonction du trait de mode du voisin. Les résultats montrent qu'une seule consonne présente une différence de pourcentages significative : il s'agit de /s/.

La Figure 1 (page suivante) montre le degré d'influencabilité de chaque consonne dans la perception correcte. Ce degré a été obtenu de la manière suivante : on calcule la différence des pourcentages de perception correcte d'un stimulus selon le trait de voisement du voisin, puis on calcule la même différence avec le trait de mode du voisin et enfin on fait la moyenne entre les deux différences. Cette moyenne correspond au degré d'influencabilité. Plus le degré est élevé, plus le stimulus est influençable. Les consonnes /b/, /s/ et /ch/ apparaissent comme des consonnes fortement influençables ; au contraire, /p/ et /z/ subissent très peu d'influence de la part de leur voisin. Nous pouvons donc constater que seules quelques consonnes semblent être influencées dans leur perception correcte par leur voisin non contigu mais cette influence ne porte pas sur les mêmes consonnes selon que l'on considère un trait différent du voisin (voisement ou mode).

b) Erreurs (confusions) : Nous allons à présent prendre en considération les erreurs perceptives sur le stimulus et nous ferons l'hypothèse que ces erreurs ne sont pas faites qu'en fonction de la consonne-stimulus mais aussi en fonction de la consonne-voisine. Nous avons décidé de prendre comme mesure la force que possède un stimulus pour garder son trait bien qu'il soit remplacé par une consonne erronée. Par exemple, pour /b/ stimulus, nous avons compté le nombre de réponses erronées qui étaient sonores comme /b/, donc les cas où la réponse était /d/, /g/, /v/, /z/ et /j/. C'est ce que nous avons appelé le maintien du trait (dans les erreurs). L'hypothèse que nous vérifions ici est la suivante : un stimulus garde mieux son trait grâce à la présence du voisin. Si les différences entre les pourcentages de maintien d'un trait en fonction du voisin sont significatives, l'influence du voisin existe. Le pourcentage de maintien est basé sur le nombre total d'erreurs pour chaque stimulus.

¹ Tous les tests dans cet article ont utilisé le test t de Student avec un niveau de signification de 0.05. Les résultats détaillés des tests se trouvent dans le mémoire de l'auteur (Gigandet, 1991).

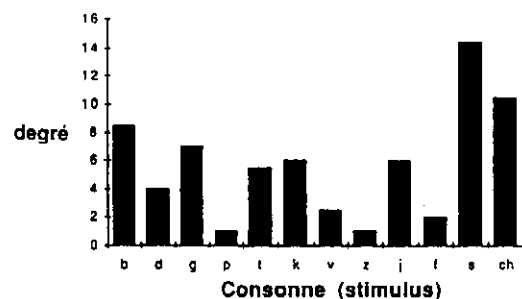


Figure 1 : Degré d'influçabilité dans la perception correcte

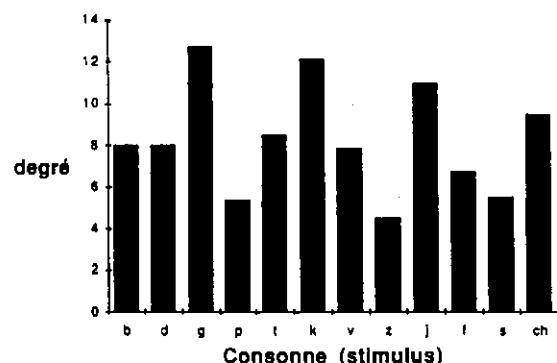


Figure 2 : Degré d'influçabilité dans les erreurs

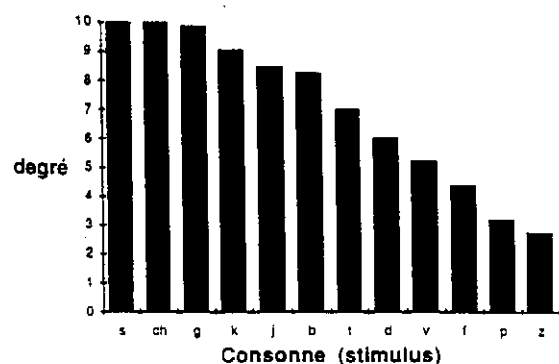


Figure 3 : Degré d'influçabilité global

Ainsi, nous avons pour /b/, un pourcentage global de maintien de 91%, un pourcentage de 41,5% lorsque le voisin est sonore, et de 49,5% lorsque le voisin est sourd. La différence de 8% n'est pas tout à fait significative.

Un premier calcul nous a indiqué les pourcentages de maintien du trait de voisement du stimulus dans les erreurs en fonction du trait de voisement du voisin. Les stimuli /g/ et /ch/ présentent des différences de pourcentages significatives ; ils sont donc influçables par la présence de leur voisin qui les aide à "garder une partie de leur identité" malgré les confusions perceptives. Trois consonnes ont des résultats proches du niveau de signification : /b/, /d/ et /j/. On peut également calculer les pourcentages de maintien du trait de mode du stimulus en fonction du trait de mode du voisin. Nous avons obtenu des différences significatives pour /t/ et /f/ ; la consonne /b/ a un résultat proche du niveau de signification.

La Figure 2 (page précédente) montre le degré d'influçabilité de chaque consonne dans les erreurs (maintien du trait). Le degré d'influçabilité est calculé en faisant la moyenne entre les différences de pourcentages de maintien du trait de voisement et du trait de mode du stimulus. /g/, /k/, /j/ et /ch/ apparaissent comme des consonnes influçables pour le maintien de leur trait dans les erreurs ; elles "profitent" de l'aide de leur voisin dans les erreurs qui se produisent pour garder leur trait. /p/ et /z/, au contraire, n'utilisent pas l'aide de leur voisin pour garder leur trait dans les erreurs. On peut remarquer que le degré d'influçabilité est plus élevé pour les erreurs que pour la perception correcte (moyennes de 8,33 et 5,7 ; différence significative). Une consonne subit donc plus d'influence de son voisin quand il se passe une erreur que dans la perception correcte.

La Figure 3 (page précédente) montre le degré d'influçabilité globale du stimulus. Ce degré est obtenu en calculant la moyenne entre le degré d'influçabilité de la perception correcte (Figure 1) et le degré de maintien du trait dans les erreurs (Figure 2). Nous pouvons observer les points suivants : /s/ et /ch/ subissent une forte influence de leur voisin ; elles profitent de leur voisin pour être perçues correctement ou, dans les erreurs, pour maintenir leur trait. A l'inverse, /p/ et /z/ apparaissent comme des consonnes peu influçables ; elles n'utilisent pas l'aide de leur

voisin pour être mieux perçues ou pour garder leur trait dans les erreurs. Notons également que les consonnes postérieures (/j/ et /ch/, /g/ et /k/) sont parmi les consonnes les plus influençables ; elles ont un comportement plus homogène que les médianes et les antérieures. Enfin, la moitié des consonnes étudiées ont un degré d'influencabilité de 8 ou plus, ce qui montre que l'influence de la consonne non contiguë est assez importante.

Nos conclusions à propos de l'étude du stimulus sont les suivantes : a) une consonne peut être influencée, dans sa perception, par une consonne non contiguë ; b) toutes les consonnes étudiées ne sont pas influençables au même degré ; c) les consonnes influençables ne sont pas les mêmes selon la forme d'influence (perception correcte ou erreurs) ni selon le trait du voisin (groupes de voisement ou de mode).

3.2. La consonne en tant que voisin

Nous allons à présent examiner la consonne en tant que voisin, autrement dit en tant que phonème influençant la perception d'un autre phonème présent dans le même logatome. Nous considérerons d'abord l'aide à la perception correcte et verrons si une consonne permet, par sa présence, une meilleure perception des consonnes non contiguës ; puis nous étudierons les erreurs et nous observerons quel genre d'influence un voisin peut avoir sur un stimulus lorsque celui-ci est remplacé par une réponse erronée.

a) Aide à la perception correcte : Si l'influence d'un voisin sur un stimulus était nulle, le pourcentage de perception correcte permis par un voisin devrait être identique quel que soit le stimulus présent dans le même logatome. Nous avons regroupé les stimuli selon les traits de voisement et de mode et nous avons examiné si le voisin influence davantage un groupe de consonnes-stimuli que l'autre et ceci de façon significative. Si les différences entre les pourcentages permis pour chaque groupe de consonnes-stimuli sont significatives, cela montre que le voisin agit de façon différenciée sur un stimulus selon le trait de celui-ci et donc qu'il influence effectivement, par sa présence, l'identification du stimulus. Par exemple, nous avons obtenu un pourcentage global de perception correcte permise par le voisin /b/ de 54%, un pourcentage de 61%

lorsque le stimulus était sonore, et de 47% lorsque le stimulus était sourd. La différence de pourcentages de 14% est ici significative.

Un premier calcul nous a donné les pourcentages de perception correcte permis par les voisins en fonction du trait de voisement du stimulus. Nous avons obtenu une différence de pourcentages significative pour les voisins /b/ et /ch/, et des résultats proches du niveau de signification pour /v/, /f/ et /s/. Un second calcul a porté sur les pourcentages de perception correcte permis par les voisins cette fois en fonction du trait de mode du stimulus. Les différences de pourcentages étaient significatives pour le voisin /j/.

La Figure 4 (page suivante) montre le degré d'influence du voisin sur la perception correcte du stimulus. Ce degré est calculé sur la moyenne entre les différences de pourcentages de perception correcte permis par le voisin lorsqu'on considère le trait de voisement et de mode du stimulus. Plus la différence de pourcentages est élevée, plus le voisin est influençant. /j/, /v/ et /ch/ apparaissent comme des consonnes influençant fortement la perception correcte d'un stimulus. A noter qu'on retrouve /ch/ comme dans la Figure 1 (influencabilité du stimulus dans la perception correcte) ce qui montre qu'une consonne peut être à la fois influençable et influençante. Par ailleurs, /p/ apparaît comme peu influençante, comme elle était peu influençable en tant que stimulus. Le degré d'influence est en moyenne plus élevé que le degré d'influencabilité (7,1 contre 5,7). Le coefficient de corrélation de Pearson entre le degré d'influencabilité et le degré d'influence pour les 12 consonnes est de 0.33.

b) Erreurs (confusions) : Nous allons considérer ici l'aide au maintien du trait, autrement dit la force que possède un voisin pour faire maintenir son trait au stimulus dans les erreurs. Par exemple, pour un stimulus sonore et un /b/ voisin, nous avons compté le nombre de réponses erronées sonores ; puis, toujours avec le voisin /b/ mais avec un stimulus sourd, nous avons compté le nombre de réponses erronées sourdes. Nous avons transformé les résultats en pourcentages afin d'examiner si la différence entre les pourcentages de chaque groupe était significative. Nous avons trouvé, par exemple, que le pourcentage global d'aide au maintien du trait de voisement que fournit le voisin /b/ était de 86%, qu'il était de 37% lorsque le stimulus était sonore et de 49% lorsque le

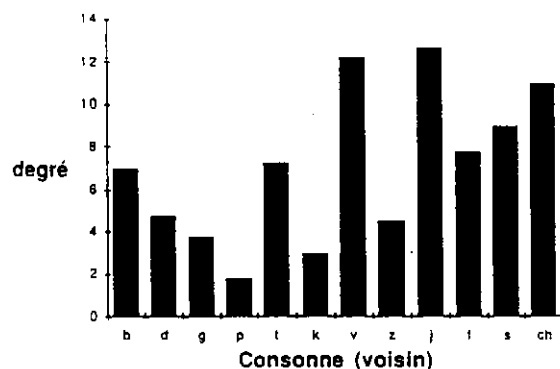


Figure 4 : Degré d'influence dans la perception correcte

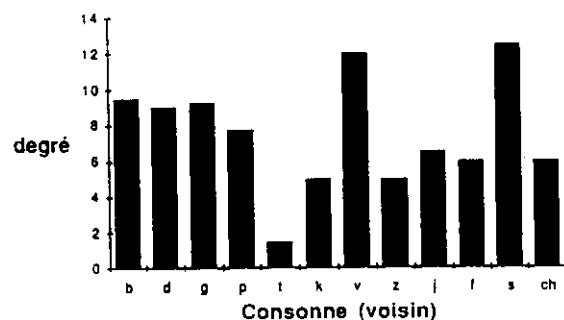


Figure 5: Degré d'influence dans les erreurs

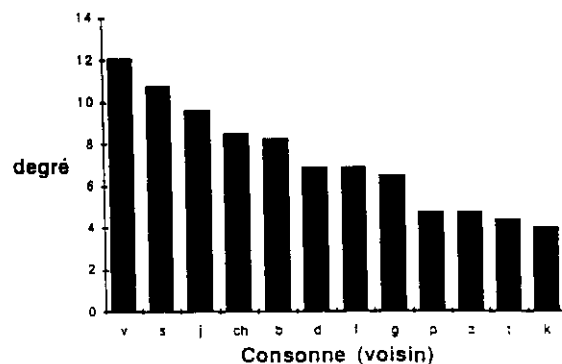


Figure 6 : Degré d'influence global

stimulus était sourd. La différence de pourcentages de 12% n'est pas significative.

Un premier calcul nous a donné les pourcentages d'aide au maintien du trait de voisement du stimulus dans les erreurs que fournit chaque voisin. Le pourcentage d'aide au maintien du trait est basé sur le nombre total d'erreurs fournies par le voisin. Nous avons trouvé que les différences de pourcentages étaient significatives pour les voisins /v/, /f/ et /s/. Un deuxième calcul nous a donné les pourcentages d'aide au maintien du trait de mode du stimulus dans les erreurs que fournit chaque voisin. Les différences de pourcentages étaient significatives pour les voisins /p/, /v/, /j/ et /s/ et très proches de la signification pour /d/. On retrouve donc /v/ et /s/ comme pour le voisement : ces deux consonnes semblent être des voisins ayant une grande force d'influence sur le maintien du trait du stimulus dans les erreurs.

La Figure 5 (page précédente) montre le degré d'influence du voisin sur le maintien du trait du stimulus dans les erreurs. Ce degré est calculé en prenant la moyenne entre les différences de pourcentages d'aide au maintien du trait de voisement et de mode du stimulus. Nous remarquons que /s/ et /v/ apparaissent comme des consonnes fortement influençantes dans l'aide au maintien du trait du stimulus. On retrouve /v/ à nouveau (voir l'influence du voisin sur la perception correcte, Figure 4) ce qui implique que cette consonne possède une grande force d'influence. /t/, /k/ et /z/ apparaissent au contraire comme des consonnes peu influençantes dans l'aide au maintien du trait. /k/ et /z/ apparaissent déjà comme telles dans la Figure 4, ce qui signifie que ces deux consonnes ont peu de force d'influence sur des consonnes non contiguës. Le degré d'influence est légèrement plus élevé pour les erreurs que pour la perception correcte (moyennes de 7,5 contre 7,06) mais cette différence n'est pas significative.

Nous constatons donc que seules certaines consonnes semblent être influençantes sur le maintien du trait du stimulus dans les erreurs, et que cette influence n'est pas due au même voisin selon le trait du stimulus considéré. De plus, un voisin semble influencer davantage un stimulus quand il s'agit de l'aider à maintenir un trait que quand il s'agit de le faire percevoir correctement. Enfin, nous voyons deux fonctionnements

différents selon la forme d'influence : dans la perception correcte, une consonne est plus influençante qu'influénçable tandis que dans les erreurs elle est plus influénçable qu'influénçante.

La Figure 6 (page précédente) montre le degré d'influence global de chaque consonne en tant que voisin. Ce degré est calculé en prenant la moyenne entre les degrés d'influence de l'aide à la perception correcte (Figure 4) et de l'aide au maintien du trait dans les erreurs (Figure 5). Nous pouvons noter les trois points suivants : quatre constrictives se trouvent parmi les consonnes les plus influençantes dont /s/ et /ch/ qui étaient déjà parmi les consonnes les plus influénçables (voir Figure 3) ; /v/ est une consonne très influençante mais peu influénçable tandis que /p/ et /z/ sont peu influençantes et peu influénçables ; enfin, la moyenne du degré global d'influénçabilité est de 7 et celle du degré global d'influence de 7,3 (différence non significative). La corrélation entre les deux échelles donne un r de 0.30.

Nos conclusions concernant l'étude du voisin sont les suivantes : une consonne peut être influençante sur la perception d'une consonne non contiguë ; cette force d'influence est différente selon les consonnes considérées ; les consonnes influençantes ne sont pas les mêmes selon la forme d'influence (perception correcte ou erreurs) ni selon le trait du stimulus (groupes de voisement ou de mode).

Voici nos conclusions générales aux études du stimulus et du voisin : dans l'ensemble, une consonne ne se comporte pas de la même façon en tant que stimulus et en tant que voisin ; la relation entre influénçabilité et force d'influence dépend de la consonne considérée ; le comportement d'une consonne face à une consonne non contiguë est d'une grande complexité.

4. Discussion générale

Par notre étude de perception dans le bruit, nous avons cherché à savoir comment se présente l'influence mutuelle entre deux consonnes non contiguës. Nous avons constaté qu'une consonne peut être influencée, dans sa perception, par une autre consonne non contiguë mais qu'elle peut aussi influencer la perception de cette autre consonne. Nous avons vu également que ces phénomènes dépendent de la forme d'influence (perception

correcte ou erreurs) et du trait articutoire des consonnes (groupes de voisement ou de mode). Nous avons aussi montré qu'il est difficile de dégager de grandes classes ou catégories de consonnes dont le comportement serait homogène dans tous les cas étudiés. Et enfin, nous avons vu que la relation entre influénçabilité et force d'influence dépend de la consonne considérée.

Cette influence perceptive à distance, complexe et subtile, mérite d'être étudiée davantage. Il serait intéressant de modifier certains aspects de l'expérience comme, par exemple, analyser les mêmes stimuli mais avec un autre trait comme celui du lieu d'articulation, tenir compte de la position du phonème dans le mot, étudier d'autres consonnes, ou enfin utiliser d'autres stimuli que les CVCV.

Des études comme celle que nous avons menée ont leur importance en perception de la parole car, comme le disent Miller & Nicely (1955) :

"On pourrait en savoir davantage sur la perception de la parole, et même améliorer la communication, si on savait quels types d'erreurs se produisent [...]"

à quoi on pourrait ajouter : "et si on savait aussi pourquoi elles se produisent".

5. Bibliographie

- ALFONSO, P.J. (1981): "Context effects on place perception in stops consonants", *Annual Convention of the American Speech-Language and Hearing Association*, 23, 10, 714.
- CALLIOPE (1989): *La parole et son traitement automatique*, Paris, Masson.
- CLARK, H. & E. CLARK (1977): *Psychology and Language*, New York, Harcourt Brace Jovanovitch.
- GIGANDET, M. (1991): *L'apport de la coarticulation dans la perception de consonnes occlusives et constrictives*, Mémoire d'orthophonie, Faculté des lettres, Université de Neuchâtel.

MILLER, G.A. & P.E. NICELY (1955): "An analysis of perceptual confusions among some English consonants", *The Journal of the Acoustical Society of America*, 27, 2, 338-352.

VAN DEN BERG, R.J.H. & I.H. SLIS (1987): "Phonetic context effects in the perception of voicing in C1C2 sequences", *Journal of Phonetics*, 15, 39-46.

VAN DOMMELEN, W.A. (1983): "Parameter interaction in the perception of French plosives", *Phonetica*, 40, 32-62.