

Perception de la Langue française Parlée Complétée : Intégration du trio lèvres-main-son

Clémence Bayard

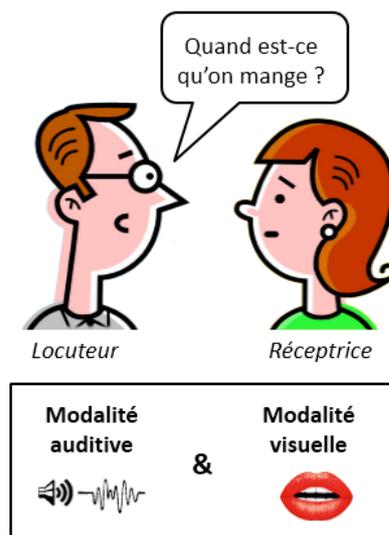
Post doctorante au GIPSA-lab, Grenoble Images Parole Signal Automatique (Grenoble)

1. Introduction théorique

Dans cet exposé Clémence Bayard va nous présenter les travaux de sa thèse réalisée en cotutelle sous la direction de Cécile Colin et Jacqueline Leybaert à l'Université Libre de Bruxelles. Durant ses 4 années de recherche elle s'est intéressée à la perception de la LPC et plus précisément à la manière dont les décodeurs prenaient en compte les informations labiales, manuelles et auditives. Avant de vous présenter certaines de ses études voyons ensemble quelques notions théoriques indispensables pour comprendre son travail.

1.1 L'intégration audio-visuelle chez les personnes entendantes

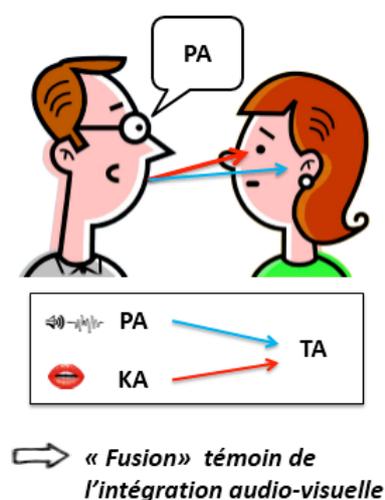
Que savons-nous sur la manière dont les entendants perçoivent la parole ? Imaginons la situation suivante : vous êtes dans un endroit bruyant (par exemple un wagon de métro ou un grand magasin) et l'ami qui vous accompagne vous pose la question suivante : « Quand est-ce qu'on mange ? ». Comme l'environnement est bruyant et qu'il est difficile de bien percevoir les informations auditives, quelle stratégie allez-vous utiliser ? Vous allez certainement vous focaliser sur le visage de votre locuteur, et sans vous en rendre compte lire sur ses lèvres.



En effet, on sait aujourd'hui que même pour les entendants, percevoir la parole n'est pas un phénomène purement auditif, il implique à la fois la modalité auditive et la modalité visuelle. Les sourds, n'ayant pas totalement accès à l'information auditive, utilisent aussi spontanément cette stratégie et combinent les deux informations pour mieux percevoir la parole. On appelle ce phénomène l'intégration audio-visuelle.

Cette intégration audio-visuelle est un phénomène spontané et irréprouvable, elle est présente même si l'information auditive est claire (pas de bruit ambiant). Ainsi, pour la majorité des personnes si on présente deux informations contradictoires, par exemple des lèvres prononçant la syllabe /ka/ avec le son de la syllabe /pa/, et qu'on leur demande qu'avez-vous perçu?, elles vont répondre la syllabe /ta/. Pourquoi la syllabe /ta/ ? Car elle a des caractéristiques auditives communes avec la syllabe /pa/ et des caractéristiques visuelles communes avec la syllabe /ka/. On appelle ce type de réponses les réponses fusion et cette « illusion » l'effet McGurk (McGurk & MacDonald, 1976).

- Chez les personnes entendantes



Afin de vous convaincre de ce que j'avance voici une vidéo de démonstration (lien vidéo, 2min33 - <https://www.youtube.com/watch?v=G-IN8vWm3m0>). Dans ce film vous allez entendre toujours le même son. Mais selon que vous vous focaliserez sur le visage de gauche ou sur le visage de droite, votre perception devrait être modifiée.

1.2 L'intégration audio-visuelle chez les personnes sourdes

Malgré les avancées technologiques les informations auditives fournies par les prothèses ou l'implant cochléaire restent dégradées. Que se passe-t-il si on présente deux informations contradictoires à des sourds? Comme l'information auditive est dégradée, ils vont donner plus de réponses visuelles /ka/ que /ta/ (Desai, Stickney & Zeng, 2008; Leybaert & Colin, 2007; Rouger, et al. 2008). Cependant cette prédominance des réponses visuelles

n'est pas immuable. Dans une récente étude (Huyse, Berthommier & Leybaert, 2012), on a remarqué que si l'on dégrade cette fois-ci l'information labiale alors les sourds vont donner moins de réponses visuelles et vont augmenter leur nombre de réponses auditives.

En conclusion on sait que l'intégration audio-visuelle est un processus adaptatif qui dépend du profil du récepteur (sourds et entendants ne donnent pas le même type de réponse) mais qui dépend aussi de la qualité des informations. Une information auditive dégradée augmente le nombre de réponses visuelles. A l'inverse une information visuelle dégradée augmente le nombre de réponses auditives.

1.3 Du Cued Speech à la Langue française Parlée Complétée

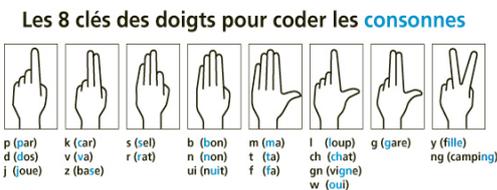
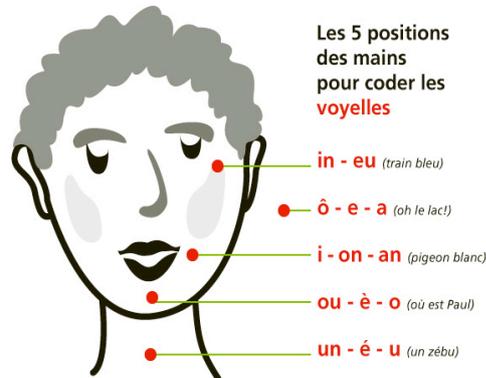
Comme expliqué précédemment, les sourds ont spontanément recours à la lecture labiale pour identifier un message oral. Or les informations fournies par les lèvres sont ambiguës. Certains sons sont peu visibles sur les lèvres d'autres ont la même image labiale c'est le cas du /p/ et du /m/. Dans la situation illustrée ci-dessous, sans contexte il est impossible pour la fille de savoir si le garçon lui demande « tu as vu le chameau » ou « tu as vu le chapeau ». Si le contexte peut aider, les études ont montré que l'usage unique de la lecture labiale ne permet de percevoir correctement qu'environ 50% d'un message oral phonèmes (Montgomery & Jackson, 1983 ; Owens & Blazek, 1985 ; Bernstein, Demorest et Tucker, 2000 ; Nicholls & Ling, 1982).



Face à ce constat le Dr Orin Cornett a eu une idée : créer un système de gestes manuels qui, associés à la lecture labiale, permet de désambiguïser l'information labiale : le Cued Speech (Cornett, 1967). Ce système a été adapté à plus de 60 langues. La version française, connue sous le nom de Langue française Parlée Complétée ou LPC, a été créée en 1977 et fête ses 38 ans d'existence.

La LPC : comment ça marche ?

La personne code avec sa main tout ce qu'elle dit, même les liaisons entre les mots, en décomposant ses paroles en suite de syllabes de type CV (Consonne-Voyelle). Les voyelles sont codées par cinq positions de la main par rapport au visage et les consonnes par huit configurations digitales.



Chaque clé code un groupe de phonèmes distincts aux lèvres. Par exemple la première configuration digitale code les sons /p/, /d/ et /j/ qui, si on regarde les lèvres sont très facilement différenciables. Les sosies labiaux sont eux codés par des clés différentes. (ex : /pa/, /ba/, /ma/).

Les informations labiales et manuelles sont donc complémentaires. Et il est nécessaire d'associer les deux pour percevoir correctement le message oral. Grâce à ce système même sans contexte, l'information labiale est désambiguïsée.

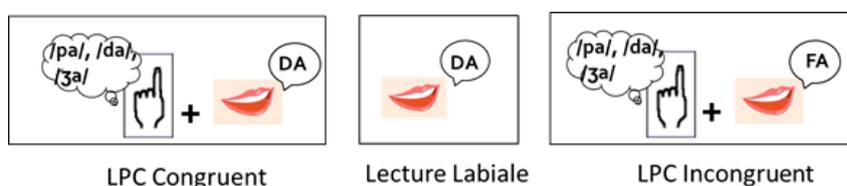
La LPC : perception et production

Dans ses recommandations O. Cornett (1994) préconisait une synchronie entre les mouvements du code et les sons produits. Toutefois en 2005 l'équipe du GIPSA-LAB de Grenoble s'est demandé comment la LPC était réellement produite (Attina, 2005). Ils ont

donc réalisé une étude et ont révélé que les gestes manuels étaient produits en avance par rapport aux sons. Ils ont donc voulu savoir si cette avance était utilisée par les décodeurs en perception. Et ils ont montré que oui. Ainsi les décodeurs profitent de l'avance de la main pour sélectionner un nombre de syllabes potentielles. Puis avec l'information labiale ils affinent leur perception. Ces résultats renversent la conception classique de la LPC qui considère que les lèvres sont ambiguës et que la main vient lever cette ambiguïté. Finalement il serait possible que ce soit l'information manuelle qui, comme elle est disponible avant, soit ambiguë et que les lèvres viennent lever cette ambiguïté.

La même année que le GIPSA-LAB, l'équipe bruxelloise de l'ULB (Alegria & Lechat, 2005). menait une étude pour répondre à la question suivante : quel est le poids de chaque information sur le percept final. Ils ont donc mené une étude inspirée de celles sur l'effet McGurk. Ils ont créé trois conditions:

- l'une sans LPC (la condition lecture labiale)
- l'une avec les bons gestes LPC (la condition LPC congruent)
- l'une avec de mauvais gestes LPC (la condition LPC incongruent, ex la syllabe /fa/ avec la clé codant /pa, da, ja/)



Ils ont testé deux groupes d'enfants exposés à la LPC. L'un exposé de façon précoce et l'autre de façon tardive (à l'entrée à l'école). Quels sont les résultats? Les participants prennent en compte l'information manuelle même quand celle-ci est incongruente. De plus, ils ont constaté que le poids de l'information manuelle augmentait avec l'expertise. Le groupe précoce donnait plus de réponse main que le groupe tardif. Le poids de l'information manuelle augmente aussi quand l'information labiale est dégradée. Enfin, les participants ont donné des réponses « compromis » qui évoquent l'effet McGurk. Ces résultats suggèrent une véritable intégration de l'information labiale et manuelle.

1.4 Objectif de la thèse de Clémence Bayard

Dans ce travail, 2 questions ont été posées:

1. Quand la LPC est perçue sans son, y a-t-il ou non une véritable intégration des informations labiales et manuelles? Et si oui quelles en sont les caractéristiques? Comme dans l'intégration AV (Audio-Visuelle) classique, le poids de chaque information dépend-il du statut auditif du récepteur et de la qualité de chacune des informations?

2. Quand la LPC est perçue avec du son, comment les gestes de la main modulent-ils l'intégration audio-visuelle (impact de la LPC sur l'effet McGurk ?)

2. Intégration du duo lèvres-main

Pour répondre à la première question, nous avons mené 3 études mais une seule va vous être présentée en détail (Bayard, 2014).

2.1 Méthode

Dans cette expérience nous nous sommes demandé si les décodeurs intégraient véritablement les informations labiales et manuelles et pouvaient par conséquent, percevoir des fusions ou des combinaisons. On a donc créé une tâche d'identification de syllabes avec trois conditions :

- l'une sans LPC (la condition lecture labiale)
- l'une avec les bons gestes LPC (la condition LPC congruent)
- l'une avec de mauvais gestes LPC (la condition LPC incongruent).

On a également voulu tester l'effet de la dégradation de chaque type d'information. On a donc fait varier la visibilité des informations labiales. La moitié des vidéos étaient des syllabes /apa, aja ou ava/ très facilement reconnaissables sur les lèvres. L'autre moitié étaient des syllabes /aka, ala ou assa/ moins reconnaissables sur les lèvres. On a également fait varier la qualité de l'information manuelle. Dans un tiers des vidéos la main était nette, dans le deuxième tiers elle était moyennement floutée et enfin dans le dernier tiers elle était très floutée. Enfin on a testé l'effet du statut auditif. En proposant notre paradigme à deux groupes de participants : un groupe de 15 sourds décodeurs LPC et un groupe de 15 entendants décodeurs LPC.

Les réponses des participants ont été classées en 4 catégories : réponses correctes, réponses « lèvres », réponses « main » et « combinaison ». Par exemple dans la condition lecture labiale avec la vidéo /apa/ on a considéré comme réponse correcte la réponse /apa/ et comme réponse lèvres les réponses /aba et ama/ en effet celles-ci partagent la même image labiale que la syllabe /apa/.

Dans la condition LPC congruent : /apa/ est la réponse correcte, /aba et ama/ des réponses lèvres et /ada et aja/ des réponses main. En effet /ada et aja/ sont codés par la même clé que /apa/. Dans la condition LPC incongruent avec /apa/ aux lèvres et la clé /l, ch gn/, il n'y a pas de réponse correcte ; /aba et ama/ sont des réponses « lèvres ». /ala, acha et agna/ des réponses « main » et les réponses /apla, achpa/ des réponses « combinaison ».

2.2 Hypothèses

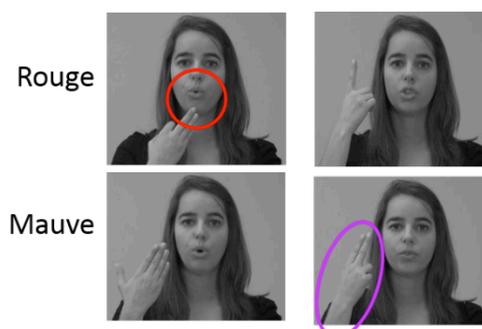
Pour cette étude, nous avons formulé deux hypothèses :

- La qualité de l'information module le poids de chacune d'entre elles. Ainsi, si l'information labiale est ambiguë le poids de la main augmente. A l'inverse si c'est l'information manuelle qui est ambiguë le poids des lèvres augmente.
- Le statut auditif et celui de l'expertise modulent le poids de chaque information. Les sourds accordent plus de poids à la main. Les entendants moins familiers du décodage accordent plus d'importance à l'information labiale.

2.3 Résultats

Les résultats obtenus ont-ils confirmé nos hypothèses? Oui! Les participants intègrent les deux informations. Les deux groupes prennent en compte l'information manuelle même en condition LPC incongruent et les sourds ont perçu des combinaisons. La dégradation de l'information labiale augmente bien le poids de l'information manuelle. A l'inverse, la dégradation de l'information manuelle augmente le poids de l'information labiale. Enfin, le groupe sourd et le groupe entendant affichent des patterns de réponses différents. Les sourds accordent plus de poids à l'information manuelle que les entendants qui donnent priorité à l'information labiale.

Notons que le phénomène de combinaison a également été mis en évidence dans une étude utilisant des vidéos de mots codés. Ainsi, la vidéo présentant des lèvres prononçant « rouge » et une main codant « mauve » a été perçue par certains participants comme « rose ». Pourquoi la couleur rose? Car la première syllabe du mot « rose » partage la même image labiale que la première syllabe du mot « rouge ». Et la deuxième syllabe du mot « rose » est codée par la même clé que la deuxième syllabe du mot « mauve ».



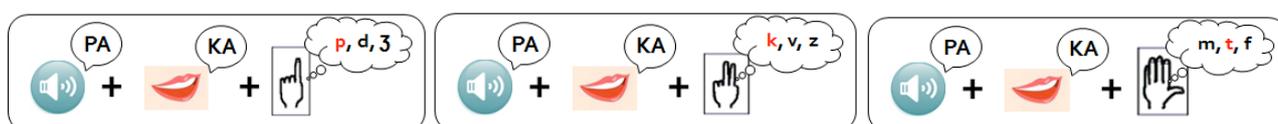
3. Intégration du trio lèvres-main-son

Dans le deuxième volet de notre travail nous nous sommes demandé ce qu'il advenait de l'intégration audio-visuelle en présence de clés LPC? Comment l'information manuelle module-t-elle l'intégration audio-visuelle? L'information portée par les clés vient-elle s'intégrer au couple lèvres-son, pour former un percept unique avec le trio lèvres-main-son?

3.1 Méthode

Pour répondre à ces questions nous avons élaboré une expérience (Bayard, Colin & Leybaert, 2014) utilisant des stimuli audio-visuels McGurk (video : audio /pa/ et lèvres /ka/) produits ou non avec des clés manuelles. Pour évaluer la contribution de chaque information la clé manuelle était congruente :

- soit avec l'information auditive (clé codant /p, d, ʒ/),
- soit avec l'information labiale (clé codant /k, v, z/),
- soit avec la fusion attendue (clé codant /m, t, f/).



Dans cette étude, nous avons également évalué l'effet du statut auditif en testant un groupe de sourds décodeurs LPC et un groupe d'entendants décodeurs LPC.

Après chaque vidéo, le participant répétait à voix haute la syllabe perçue. Les réponses ont été classées en quatre catégories : fusion (pour la réponse /ta/), lèvres (pour la réponse /ka/), son (pour la réponse /pa/), autre lèvres (pour la réponse /ga/ qui est un sosie labial du /ka/), autre main (pour les réponses en accord avec la clé et autre que /pa, ta ou ka/) et enfin réponse autre (pour toutes autres propositions).

3.2 Résultats

McGurk sans LPC

Sans clé LPC, le groupe « sourds » comme le groupe « entendants » donne un fort taux de réponses « fusion ». Ils donnent ensuite majoritairement des réponses « son ».

Clé LPC congruente avec l'information auditive

L'ajout d'une clé en accord avec le son produit un effet différent sur les groupes. Chez les entendants cela fait diminuer le nombre de réponse fusion et sans surprise augmenter le nombre de réponses son. Le groupe de décodeurs sourds, lui ne donne pas plus de réponses audio mais opte pour une réponse « autre » codée avec la même clé

manuelle (à savoir /da/ ou /za/). Ainsi, en dépit de bonnes performances en condition audio seule, les participants sourds semblent davantage s'attacher aux informations visuelles fournies par les lèvres et la main, qu'aux informations auditives.

Clé LPC congruente avec l'information labiale

Que se passe-t-il quand la clé est en accord avec les lèvres? Pour les deux groupes l'effet est le même: il y'a une diminution des réponses fusion et une augmentation nette des réponses lèvres.

Clé LPC congruente avec la fusion

Maintenant quels sont les résultats quand on ajoute une clé en accord avec la fusion? On constate que pour les deux groupes le résultat est le même: comme sans clé le taux de fusion est déjà très élevé il n'y a pas d'effet significatif. Les participants donnent le même pourcentage de fusion.

3.3 Conclusion et implications théoriques

En résumé qu'avons-nous appris grâce à cette étude?

La LPC est intégrée au traitement audio-visuel « naturel ». On a bien vu avec les réponses des participants, qu'ils prennent en compte l'information manuelle. Nos résultats ont également montré que le poids de chaque information sur le percept final n'est pas immuable: il varie en fonction de la clé associée. Enfin avec cette étude nous nous rendons bien compte que les deux groupes se comportent différemment. De façon surprenante, même quand la main est en accord avec le son, le groupe sourd semble plus confiant dans les informations visuelles que les informations auditives. Il est difficile pour eux d'ignorer l'information manuelle. Les entendants en revanche se fient davantage à l'information auditive et peuvent facilement ignorer l'information manuelle.

Ces résultats nous ont amené à imaginer deux modèles de perception de la parole. Le premier modèle correspond à la manière dont les entendants traitent les informations. Dans celui-ci le récepteur effectue d'abord une intégration audio-visuelle classique (les informations labiales et auditives sont combinées). Ensuite si nécessaire l'information manuelle est prise en compte. Dans le second modèle, correspondant au traitement effectué par les sourds, le récepteur combine d'abord les informations visuelles disponibles (à savoir l'information labiale et l'information manuelle), puis dans un second temps l'information auditive est prise en considération.

Si ces premiers résultats sont prometteurs, il faut rester prudent dans nos conclusions. En effet le groupe de sourds était limité (seuls 8 participants ont participé à notre étude). En plus, on sait que la population sourde est très hétérogène. On a donc conduit une nouvelle étude (Bayard, Colin & Leybaert, 2015) avec le même matériel. Mais cette fois nous nous sommes demandé si la manière de traiter les informations était liée à la

récupération auditive plutôt qu'au statut auditif. Nous avons donc testé 36 sourds implantés sachant décoder la LPC. 17 d'entre eux avait une bonne récupération auditive. Et 19 une moins bonne récupération auditive.

Les résultats ont révélé des patrons de réponses différents selon le groupe.

Sans clés LPC, le groupe avec bonne récupération auditive donne une majorité de réponses « fusion », puis ensuite une forte proportion de réponses « lèvres ». Le groupe avec une moins bonne récupération auditive donne lui une majorité de réponse « lèvres », puis ensuite une forte proportion de réponses « fusion ».

Comment varie ce patron de réponses quand on ajoute une clé en accord avec le son ? Chez les deux groupes l'information manuelle diminue la proportion de réponses « lèvres ». Mais pour le groupe avec une bonne récupération auditive c'est au profit des réponses « sons ». Alors que pour le groupe avec une moins bonne récupération auditive, comme pour le groupe « sourds » de l'étude précédente, c'est au profit des réponses « main ».

Quels sont les résultats quand la clé est en accord avec les lèvres? Pour les deux groupes l'effet est le même: il y a une diminution des réponses fusion et une augmentation des réponses lèvres même si celle-ci n'est pas significative.

Enfin quels sont les résultats quand on ajoute une clé en accord avec la fusion? On constate que pour les deux groupes le résultat est le même: la main fait diminuer le nombre de réponses « lèvres » et augmente très fortement le nombre de réponses « fusion ».

Ces nouveaux résultats nous amènent à nuancer nos précédentes conclusions. Le poids accordé à chaque modalité dépend davantage de la récupération auditive que du statut auditif. Les sourds avec une bonne récupération auditive se comportent comme les entendants de l'étude précédente.

Ces résultats nous amènent à reconsidérer nos modèles :

- Les entendants et sourds avec une bonne récupération auditive, commenceraient par intégrer les informations labiales et auditives. Puis ils traiteraient l'information manuelle.
- Les sourds avec une moins bonne récupération auditive, commenceraient par intégrer les informations labiales et manuelles, puis ils traiteraient l'information auditive.

4. Discussion

4.1 Que nous apprennent les résultats obtenus dans ce travail de thèse ?

Le premier élément, et non des moindres, c'est que la LPC, par la présence conjointe d'indices visuels (liés aux lèvres et à la main) et d'indices auditifs (via les prothèses auditives ou l'implant cochléaire), offre un cadre idéal pour les recherches sur l'intégration multimodale dans le traitement de la parole. Dans notre travail, face au succès indéniable de la méthode LPC nous nous sommes posé deux grandes questions:

Comment se fait-il qu'un système inventé de toute pièce puisse être aussi bien associé à l'information naturellement transmise par la lecture labiale? En d'autres termes y a-t-il une véritable intégration du duo lèvres-main? Nos études ont montré que oui et comme dans l'intégration audio-visuelle, le poids de chaque info sur le percept final dépend du statut auditif du décodeur et de la qualité de chacune des informations.

Avec les avancées technologiques, nombreux sont les sourds équipés d'implant cochléaire et/ou de prothèses auditives. Un certain nombre d'entre eux utilise aussi la LPC. Comment se fait alors l'intégration du trio lèvres-main-son? En d'autres termes la LPC module-t-elle l'intégration « naturelle » des informations auditives et labiales? Nos deux dernières études montrent que oui.

4.2 Quelles sont les implications pratiques de nos études ?

Le premier élément à souligner c'est que le trio lèvres-main-son fonctionne et qu'il apporte un argument en faveur de l'utilisation combinée de l'implant et de la LPC. Par ailleurs les nombreuses études sur les entendants ont révélé le caractère multi modal de la parole. Il est naturel de combiner à la fois les informations provenant de la modalité auditive et celles provenant de la modalité visuelle. Nous doutons donc de l'intérêt des rééducations purement auditives. Les études déjà réalisées sur ce sujet ont d'ailleurs révélé le bénéfice qu'il y a à opter pour une rééducation multi modale. Les enfants entraînés à la fois avec l'information auditive et visuelle ont ensuite de meilleures performances face à des informations purement auditives que les enfants entraînés uniquement dans la modalité auditive.

On sait qu'il est moins naturel pour les enfants implantés de regarder sur les lèvres, il est donc nécessaire de réduire le regard de l'enfant pour utiliser ce canal d'information. A l'heure actuelle l'enjeu des thérapeutes va être de trouver un bon équilibre entre les différentes modalités.

5. Conclusion

Elle code, je décède: ça à l'air tout simple et naturel. La LPC ayant été créée de toute pièce, ça n'était pourtant pas gagné. Qu'est ce qui explique ce succès? Tout d'abord la parole codée partage un certain nombre de caractéristiques avec la parole audio-visuelle. Les informations sont complémentaires et comme l'information labiale est en avance sur le son, l'information manuelle est en avance sur l'information labiale. Ce qui induit un véritable ancrage de la main. L'avance de l'information manuelle sur le mouvement des lèvres alerte le décodeur et semble permettre une optimisation du traitement des informations labiales.



Au terme de nos études, nous rejoignons les auteurs qui qualifient le code LPC de « greffe » cognitive réussie. Ces caractéristiques font qu'il a été totalement incorporé dans les processus déjà existants du traitement de la parole. L'information manuelle n'est plus un simple outil d'aide à la perception de la parole, elle fait partie intégrante de « l'objet parole » et accepte certaines distorsions. Il suffit de voir les sourds s'exprimer entre eux pour se rendre compte qu'ils peuvent décoder un message oral même si le locuteur parle en mangeant, si celui-ci ne donne que des informations sur les voyelles ou sur les consonnes.

6. Références

- Alegria, J., Lechat, J. (2005). Phonological processing in deaf children: when lipreading and cues are incongruent. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 10(2), 122-133.
- Attina, V. (2005). " La Langue française Parlée Complétée: Production et Perception." PhD diss., Institut National Polytechnique de Grenoble.
- Bayard, C. (2014) " Perception de la Langue française Parlée Complétée : intégration du trio lèvres-main-son." PhD diss., Center for Research in Cognition and Neurosciences.

- Bayard, C., Colin, C., Leybaert, J. (2014). How is the McGurk effect modulated by Cued Speech in deaf and hearing adults? *Frontiers in psychology*, 5, 1-10. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00416.
- Bayard, C., Colin, C., Leybart, J. (2015). Integration of auditory, labial and manual signals in cued speech perception by deaf adults: an adaptation of the McGurk paradigm. In *FAAVSP-2015*, 163-168.
- Bernstein, L. E., Tucker, P. E., & Demorest, M. E. (2000). Speech perception without hearing. *Perception & Psychophysics*, 62(2), 233-252.
- Cornett, R. O. (1967). Cued Speech, *American Annals of the Deaf*, 3-13.
- Desai, S., Stickney, G., & Zeng, F. G. (2008). Auditory-visual speech perception in normal-hearing and cochlear-implant listeners. *J Acoust Soc Am*, 123(1), 428-440. doi: 10.1121/1.2816573.
- Huyse, A., Berthommier, F., & Leybaert, J. (2012). *Degradation of labial information modifies audiovisual speech perception in cochlear-implanted children. Ear and hearing*, 34(1), 110-121
- Leybaert, J., & Colin, C. (2007). Le rôle des informations visuelles dans le développement du langage de l'enfant sourd muni d'un implant cochléaire. *Enfance*, 59(3), 245-253.
- McGurk, H., & MacDonald, J. (1976). Hearing lips and seeing voices. *Nature*, 264, 746-748.
- Montgomery, A. A., & Jackson, P. L. (1983). Physical characteristics of the lips underlying vowel lipreading performance. *J Acoust Soc Am*, 73(6), 2134-2144.
- Nicholls, G. H., & Ling, D. (1982). Cued Speech and the reception of spoken language. *J Speech Hear Res*, 25(2), 262-269.
- Owens, E., & Blazek, B. (1985). Visemes observed by hearing-impaired and normal-hearing adult viewers. *J Speech Hear Res*, 28(3), 381-393.
- Rouger, J., Fraysse, B., Deguine, O., & Barone, P. (2008). McGurk effects in cochlear-implanted deaf subjects. *Brain Research*, 1188, 87-99.