

## **Analyse de la voix chantée en production chez des enfants implantés cochléaires : étude de cas**

Marie-Lorraine Michon\*, Myriam de La Forest-Divonne\*\*, Isabelle Prang\*\*\*, Dr. Christiane Lobryeau-Desnus\*\*\*\*

\* orthophoniste, 45 boulevard de Gouvion-Saint-Cyr, 75017 Paris et IME Le Phare, 11 rue des Poissonniers, 92200 Neuilly-sur-Seine  
marie-lorraine.michon@orange.fr

\*\* orthophoniste, 40 rue Louis Blanc, 75010 Paris  
myriamdlfd@gmail.com

\*\*\* orthophoniste, hôpital universitaire Necker Enfants Malades, service O.R.L. du Pr N. Garabedian, 149 rue de Sèvres, 75015 Paris  
isabelle.prang@nck.aphp.fr

\*\*\*\* O.R.L., phoniatre, 14 Rue Lejemptel, 94300 Vincennes et Hôpital Pitié Salpêtrière, service orl du Pr. G. Lamas, 41 bd Vincent Auriol, 75013 Paris  
christiane-lobryeau@orange.fr

D'après un mémoire d'orthophonie présenté en 2012 à Paris par Myriam de La Forest-Divonne et Marie-Lorraine Michon.

Réalisé au sein de l'Hôpital universitaire Necker Enfants Malades

Service O.R.L du Pr N.Garabedian

149 rue de Sèvres 75015

Mémoire pédiatrique réalisé avec la population de l'hôpital Trousseau.

## Résumé :

Cette étude s'intéresse à la capacité à chanter d'un groupe d'enfants sourds profonds porteurs d'un implant cochléaire. Dans ce but, une analyse subjective et objective des productions de deux comptines (« Alouette » et « Promenons-nous dans les bois ») principalement pour le rythme et la mélodie a été réalisée pour 63 enfants entendants et 7 enfants sourds implantés ou appareillés. Ces enfants étaient tous âgés de 4 à 5 ans et scolarisés en moyenne et grande section de maternelle.

Une évaluation des productions par un jury d'écoute naïf et un jury avisé a permis l'analyse subjective, les critères retenus étant l'intensité vocale, le respect du rythme, le respect de la mélodie, la qualité du timbre et la fluidité du débit, avec une notation de 1 à 5 pour chacun.

L'écriture des partitions puis des courbes mélodiques pour chaque enfant et pour chaque chanson a rendu possible l'analyse objective, au moyen de la mise en parallèle de chaque courbe d'enfant sourd avec la courbe de la moyenne des enfants entendants de son âge et la courbe de la partition d'origine. Le nombre de temps marqués et le respect de la valeur des notes ont été les critères retenus pour l'analyse du rythme, le respect de la justesse et de l'intonation ont permis l'évaluation de la justesse.

A l'issue de ces travaux, les résultats montrent que, malgré des résultats différents de ceux des enfants entendants, les enfants sourds de notre étude peuvent reproduire non seulement le rythme mais aussi la mélodie des chansons.

**Mots clés :** chant, surdité, enfants, implant cochléaire.

## Sung voice analysis on deaf children with cochlear implant: case studies

### Summary:

This study concerns the singing ability of deaf children wearing cochlear implants.

For this purpose, a subjective and objective analysis has been conducted on a population of 63 children with normal hearing and 7 deaf children, wearing either a hearing aid or a cochlear implant. These children were aged from 4 to 5 years old and attended kindergarten. Two songs named "Alouette" and "Promenons-nous dans les bois" were chosen to compare in particular the rhythmic and melodic skills between the children.

The subjective analysis was based on the judgments of two juries. The criteria used were the following: vocal tone, respect of the rhythm, respect of the melody, vocal intensity and fluency, with a scoring basis of 1 to 5.

Writing the musical score and musical curve of each song for each child was necessary to conduct the objective analysis, with a parallel between each deaf child, the average of hearing children and the original score curve. Rhythm was analyzed through the value of musical notes and the total sum of beats. These curves also permitted the analysis of the melodic skills.

Despite that deaf children had different outcomes on average than others, the results highlighted that they have the capacity to reproduce not only rhythm, but also melody.

**Key words:** singing, deafness, children, cochlear implant.

## ----- INTRODUCTION -----

Si la surdité est le handicap le moins visible, elle est aussi le handicap sensoriel le plus répandu chez l'enfant : en France, environ un bébé sur mille serait touché de surdité.

Aujourd'hui, grâce aux nouvelles avancées de l'implant cochléaire, le monde sonore leur est accessible quel que soit le degré de surdité. Bien qu'il existe des variabilités individuelles, les bénéfices de l'implantation précoce sont reconnus : on sait qu'elle permet une réhabilitation de la voix parlée en permettant un développement phonologique et linguistique.

L'implant cochléaire est un dispositif électro-acoustique, permettant de rétablir un canal auditif efficace chez des sujets atteints de surdité profonde ou sévère. (Estienne, 1998).

Tout implant cochléaire est composé de deux parties :

- Une partie externe, comprenant un microphone, un microprocesseur vocal et une antenne émettrice.

- Une partie interne, comprenant une antenne réceptrice, un stimulateur, des électrodes (Delprat, Huraut, 1996).

A l'inverse de la prothèse auditive, basée uniquement sur l'amplification des sons, l'implant permet de stimuler directement et électriquement le nerf cochléaire par des électrodes implantées chirurgicalement dans la rampe tympanique de la cochlée (jusqu'à 22 électrodes). L'intérêt de cette technique est de remplacer l'organe de Corti défaillant et de restaurer la « résolution spectrale » qui permet la « discrimination fréquentielle » (Govaerts et al., 2004.), c'est-à-dire la capacité de différencier les sons selon leur fréquence. C'est une capacité essentielle pour la compréhension de la parole. D'après Rivière et Orreteguy (2008), grâce à l'activation des électrodes l'implant cochléaire réhabilite toutes les fréquences de la parole et donne accès aux modulations de la voix parlée. Cela permet à l'enfant d'accéder à la communication orale. Pour cela, la notion de précocité est fondamentale (Hage et al., 2006).

Beaucoup d'études ont été réalisées sur le développement du langage de l'enfant sourd. Ces travaux montrent que si l'acquisition du langage représente un défi et un enjeu majeur pour les enfants sourds, elle est cependant possible grâce à un appareillage adapté et plus particulièrement à l'implant cochléaire qui permet à des enfants même sourds profonds d'avoir accès à une communication orale.

Ainsi, l'étude de Bakhshae et al. (2007) révèle les chiffres suivants :

Lors de la première année post-implant, on peut reconnaître certains mots mais la parole reste peu intelligible (catégorie 2 sur l'échelle de Nottingham).

Après deux ans d'implantation, leur parole est intelligible pour un auditeur concentré (catégorie 3).

Après quatre à cinq ans d'implantation, 71,5 à 78% des enfants sont intelligibles pour tout le monde (catégorie 5), selon Carré (2008).

Qu'en est-il de la voix chantée ?

Dans les esprits, surdité profonde et voix chantée sont antinomiques. Pourtant, le chant possède un grand nombre de caractéristiques qui sont exploitées durant la prise en charge des enfants sourds, afin de permettre un développement du langage oral, mais aussi un développement psycho-affectif, cognitif, social,...

Le chant suscite du plaisir, des émotions. Il est universel, a existé de tous temps et est présent dans toutes les cultures. Il est également propre à chaque culture et contribue au sentiment d'appartenance et d'identification à une même culture.

Le chant est aussi « là où langage et musique se mélangent, et qui nous définit comme étant humain. » (Carré, 2008).

D'après le *Dictionnaire d'Orthophonie* (Brin et al., 2004), la voix chantée peut être définie comme une « voix émise selon certaines normes, soumise aux contraintes physiologiques inhérentes aux particularités la distinguant de la voix parlée et à des techniques élaborées en vue de la meilleure réalisation possible. Si la voix parlée se situe globalement dans un registre moyen, la voix chantée change souvent de registre (grave, aigu). La modulation dans la voix chantée est plus étendue que dans la voix parlée, le dessin mélodique y est plus varié, les phrases mélodiques y sont beaucoup plus longues, le rythme du chant est différent de celui de la parole. Enfin, si dans la voix parlée on ne sent pas la transition d'un son à un autre (portamento), dans la voix chantée en revanche, les sons se succèdent au moins par demi-tons ».

Pour les enfants entendants, chanter est un acte naturel, qui leur vient comme la parole. Nous avons cherché à savoir ce qu'il en était pour les enfants sourds implantés.

En effet, le domaine de la voix « qui traduit la relation à soi et aux autres (...) révèle souvent à la personne sourde la réalité de sa surdité. » (Carré, 2008).

La présente recherche a donc pour objectif d'analyser les capacités productives de ces enfants en voix chantée.

Peuvent-ils chanter ? Ont-ils accès aux modulations, aux intonations de voix ? Peuvent-ils les reproduire ?

C'est tout l'objet de notre étude, basée sur la comparaison entre des enfants entendants et des enfants sourds implantés ou appareillés de moyenne et grande section. Les enfants de cette étude ont donc entre quatre et cinq ans, âges auxquels la voix chantée n'est pas encore stabilisée. Il s'agit en effet d'un processus en constante évolution : si le chant s'installe dès deux ans, il n'est bien stabilisé que vers huit ans.

Nous avons procédé à l'étude de cas de sept enfants sourds de quatre à cinq ans que nous avons enregistré sur deux chansons enfantines : Alouette et Promenons-nous dans les bois.

Dans ce travail nous nous intéresserons particulièrement au rythme et à la mélodie, à travers l'analyse du schéma intonatif et de l'enveloppe rythmique de leurs productions.

Cette étude a pour but d'apporter des éléments de réponse à notre problématique générale : puisque les enfants implantés peuvent reproduire la prosodie de la parole c'est-à-dire les variations de hauteur, d'intensité et de rythme de la voix parlée, peuvent-ils chanter ?

Partant de ce questionnement, notre mémoire s'est appuyé sur différentes hypothèses :

- 1) Avec un implant cochléaire et une éducation auditive précoce, les enfants sourds peuvent chanter...
- 2) ... mais on retrouve des caractéristiques vocales propres à la surdité.
- 3) Pour notre groupe d'enfants sourds, le rythme est mieux préservé que la mélodie, comme le relate la littérature.
- 4) La mémoire auditive est bénéfique dans l'apprentissage du chant.

## ----- METHODOLOGIE -----

### 1. Population

#### a. La population contrôle

Elle est constituée de soixante-trois enfants normo-entendants de moyenne (34 enfants) et de grande section (29 enfants) de maternelle, issus de deux écoles différentes en Seine-Saint-Denis et à Paris.

Nous ne connaissons pas la langue maternelle de ces enfants. Cependant, tous sont scolarisés en français et ainsi immergés dans la langue et la culture française depuis l'âge de trois ans. De plus, aucun d'entre eux ne présente de troubles diagnostiqués.

### **b. Population étudiée**

La population de l'étude est constituée de cinq enfants sourds implantés cochléaires et deux enfants sourds appareillés. Nous avons ainsi enregistré sept enfants, soit cinq filles et deux garçons, que nous avons nommés A, E, M, L, T, H et D.

Six d'entre eux sont de parents entendants et un de parents sourds. Le recrutement s'est effectué parmi les enfants suivis en ORL à l'Hôpital Armand TROUSSEAU, à Paris, au sein de l'unité d'implantation cochléaire pédiatrique, grâce à la collaboration de leur orthophoniste. Toutes les familles ont donné leur accord.

Nos sept sujets répondent à plusieurs critères :

- Ils ont bénéficié d'un diagnostic et d'une éducation précoces.
- Ils sont scolarisés en maternelle, dans leur école de quartier, donc en langue française.
- Ils sont tous porteurs d'une surdité moyenne-sévère à profonde.
- Ils sont nés en 2006 et 2007.
- Ils ne présentent pas de troubles associés.
- Leur moyen de communication privilégié est le langage oral.
- Au moment de l'étude, les enfants choisis ont acquis un niveau de langage oral assez efficace pour communiquer avec leurs pairs entendants.
  
- Deux enfants (D et L) présentent une surdité profonde acquise, suite à une méningite.
- Trois enfants (M, T et H) présentent une surdité profonde congénitale d'emblée. Parmi eux, l'enfant T vit dans une famille de musiciens et est donc particulièrement exposée à la musique et au chant. L'enfant M, née de deux parents présentant une surdité profonde congénitale, est au contraire très peu exposée au monde sonore et musical.
- Deux enfants (A et E) présentent une surdité moyenne à sévère congénitale évolutive.
  
- Deux enfants évoluent dans un contexte bilingue : E présente un bilinguisme français-polonais et M grandit dans un milieu bilingue français oral-Langue des Signes Française (LSF).
- Cinq enfants parlent uniquement le français oral.

A et E présentent une surdité moyenne à sévère et sont appareillés.

A, âgé de 4 ans 3 mois lors de la passation, était scolarisé en moyenne section de maternelle (MSM).

E avait 5 ans 1 mois et était en grande section de maternelle (GSM).

H (4 ans 11 mois), L (5 ans 1 mois), T (5 ans 2 mois), M (4 ans 2 mois) et D (5 ans 7 mois) présentent une surdité profonde bilatérale et sont implantés. D était en GSM, les quatre autres enfants en MSM.

L étant né très prématurément, bien qu'il soit né en 2006 nous avons comparé ses productions avec celles des autres enfants de MSM, ce qui correspond à son niveau scolaire.

## **2. Protocole**

### **a. Matériel utilisé**

Le protocole est le suivant : nous avons choisi deux comptines généralement connues des enfants dans les univers francophones : « **Alouette** » et « **Promenons-nous dans les bois** ».

Dans ce cadre, nous avons créé deux fiches illustrant ces chansons, que nous mettions à disposition des enfants pour solliciter leur intérêt et faciliter l'entrée en relation.

Le protocole a également fait l'objet de recueil de données audio grâce à l'enregistrement de chacun des enfants. Ils ont tous été enregistrés à partir d'un enregistreur « Zoom H1 », composé de micros multidirectionnels. Cet appareil a été choisi en raison de son aspect ludique en forme de micro. De plus la finesse de son manche facilitait la préhension pour un jeune enfant.

### **b. Choix des chansons**

La chanson « **Alouette** » a été retenue en raison de son aspect répétitif et de sa grande amplitude (1 octave) et de l'écart parfois important existant entre deux notes consécutives.

La chanson « **Promenons-nous** » a été retenue en raison de son aspect rythmique et répétitif.

### **c. Procédure et conditions d'enregistrement**

Pour les deux chansons proposées, il n'y a pas eu d'apprentissage particulier dans le cadre du mémoire, ni pour les enfants sourds ni pour leurs pairs entendants.

Cependant, tous les avaient déjà entendues (crèche, garderie, école, maison...) et certains les avaient apprises à l'école ou à la maison.

#### **- La population contrôlée**

Les enregistrements ont été réalisés en novembre et décembre. Ils se sont déroulés au sein des écoles. Tous les enfants ont été enregistrés en-dehors de la présence de leurs parents et professeur des écoles.

Pour des raisons de sécurité, nous n'avons pas eu l'autorisation de nous trouver seule avec un enfant. Nous les avons donc reçus par petits groupes de quatre à cinq élèves.

#### **- La population de cette étude**

Nos passations ont été effectuées entre décembre 2011 et février 2012.

Trois enfants ont été vus sur leur lieu de rééducation et les quatre autres à l'Hôpital Trouseau. L'accord des parents, condition *sine qua non* permettant la participation de leur enfant à cette étude, a été obtenu pour chaque enfant.

Nous avons reçu chaque enfant individuellement, dans une pièce silencieuse.

#### **- Le déroulement des passations**

La passation s'est toujours déroulée de la même façon :

- Faire connaissance et expliquer à l'enfant ce qu'on attend de lui : « tu vas chanter les deux chansons dans le micro qui t'enregistre. D'abord, on va chanter une fois tous les deux. Ensuite, soit tu chantes en répétant après moi, soit tu chantes tout seul et si tu ne sais plus, je t'aiderais. C'est toi qui choisis. »
- Regarder les images, que certains commentaient.
- Chanter les chansons ensemble, sans micro : avec les enfants entendants, nous les chantions donc avec tous les enfants ensemble.
- Procéder à l'enregistrement des chansons en laissant l'enfant décider du choix de la première chanson. Les enfants ont chanté en répétition phrase à phrase (voix chantée indirecte). Nous avons cherché à respecter le ton pris par l'enfant lors du chant ensemble.

Le temps de passation était très court : en moyenne 10 minutes par enfant. En effet, seuls le premier couplet et le refrain de chaque chanson étaient proposés.

Nous étions placées face à eux, à leur hauteur, tout en nous adaptant à la disposition des lieux.

### 3. Nos observations

Nous craignons que chanter en répétition soit trop « scolaire » et déplaie aux enfants. Au contraire il est apparu que ce mode de passation les rassurait davantage, qu'ils soient sourds ou entendants. Ce constat nous a amenées à systématiser les passations en répétition.

Tous ont participé volontiers. Les enfants sourds nous ont semblé davantage conditionnés et vivant ces passations comme une véritable situation de test.

Nous avons observé des tons de voix très différents d'un enfant à l'autre. De plus, nous avons également remarqué une amélioration importante entre 4 ans et 5 ans non seulement en concentration mais aussi d'un point de vue de la justesse.

### 4. Analyse

#### a. Analyse subjective : jurys d'écoute

En parallèle d'une analyse objective des productions des enfants, il nous a semblé intéressant de faire évaluer les productions des enfants par deux jurys d'écoute, l'un naïf (jury 1) et l'autre avisé de la présence d'enfants sourds parmi les enfants enregistrés (jury 2), afin de recueillir des observations subjectives sur leur voix.

Pour ce faire, nous avons sélectionné de façon aléatoire des enregistrements d'enfants entendants de moyenne et grande sections que nous avons mêlés aux enregistrements des enfants sourds. Seuls les enregistrements d'A n'y figurent pas : en effet, les premiers n'étaient pas exploitables et les seconds ont été réalisés ultérieurement à la mise en place des jurys.

Avec le logiciel Audacity, nous avons segmenté ces enregistrements, de façon à supprimer nos voix et ne garder que la leur.

Le déroulement était le suivant :

- Explication de chacun des critères d'évaluation
- Ecoute de l'ensemble des enregistrements d' « **Alouette** » afin de s'en imprégner.
- Deux écoutes successives de chaque enregistrement d'« **Alouette** », pendant lesquelles les membres du jury remplissaient le tableau ci-dessous, pour chaque enfant.
- Ecoute de l'ensemble des enregistrements de « **Promenons-nous dans les bois** » afin de s'en imprégner.
- Deux écoutes successives de chaque enregistrement de « **Promenons-nous dans les bois** », pendant lesquelles les membres du jury remplissaient le tableau ci-dessous, pour chaque enfant.

Dans le cadre de ce jury d'écoute, nous avons construit une échelle d'évaluation, inspirée du VANFIBR, échelle créée par Aurore Mesley en 2001.

Le VANFIBR a pour objet l'évaluation de la voix et de la parole de l'enfant sourd. Il s'agit d'une méthode subjective composée de différents paramètres : Voisement, Appréciation globale, Nasonnement, Fréquence, Intensité, Bruits parasites, Rythme. Cette échelle se note de 0 à 21, 0 représentant la normalité.

Dans notre échelle, nous avons préféré une notation positive de 0 à 5, le 5 représentant de très bonnes performances. Ainsi, à l'image des échelles anglo-saxonnes, plus le score est élevé, meilleures sont les capacités mélodiques et rythmiques de l'enfant.

<b>ENFANT</b>	<b>Echelle d'évaluation</b>				
	1 -	2	3	4	5 +
Intensité	Trop fort <input type="checkbox"/> Trop faible <input type="checkbox"/>	Trop fort <input type="checkbox"/> Trop faible <input type="checkbox"/>			
Timbre (clarté, absence de bruits parasites : nasalisation, raucité etc.)					
Respect de la mélodie					
Respect du rythme					
Fluidité du débit					
Appréciation générale					

Figure 1. Tableau présenté pour chaque enfant.

**RESULTATS :**

EE GSM : enfants entendants de grande section de maternelle  
E et D sont les enfants de la population étudiée scolarisés en GSM

EE MSM : enfants entendants de moyenne section de maternelle  
M, T, L et H sont les enfants de la population étudiée scolarisés en MSM

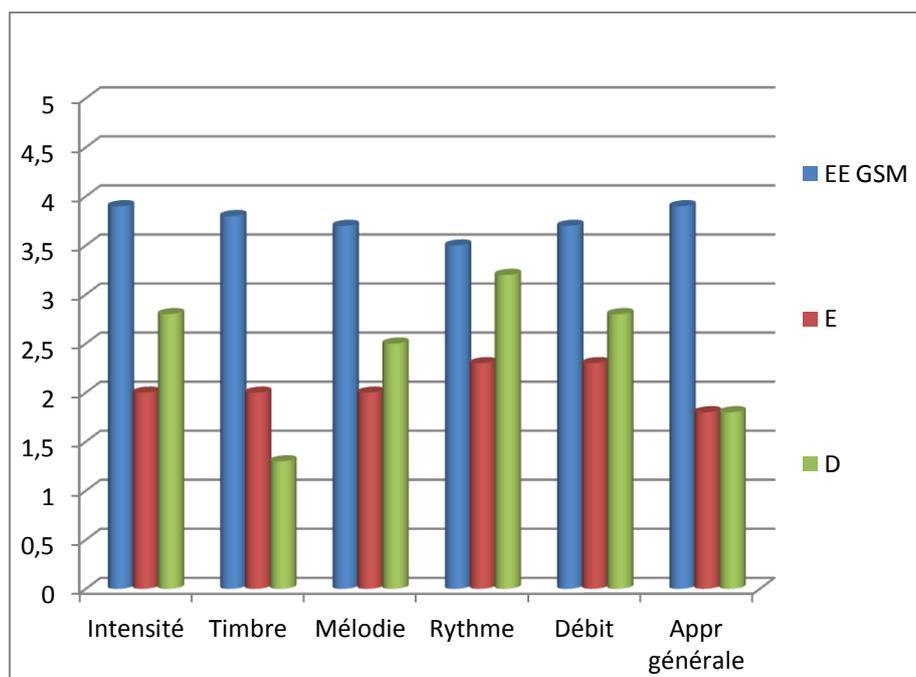


Figure 2.

Alouette : Moyenne des jugements de la voix chantée des enfants de grande section de maternelle (GSM) par catégorie, par le jury 1. En ordonnée, 5 représente le niveau le plus positif et 0 le plus négatif.

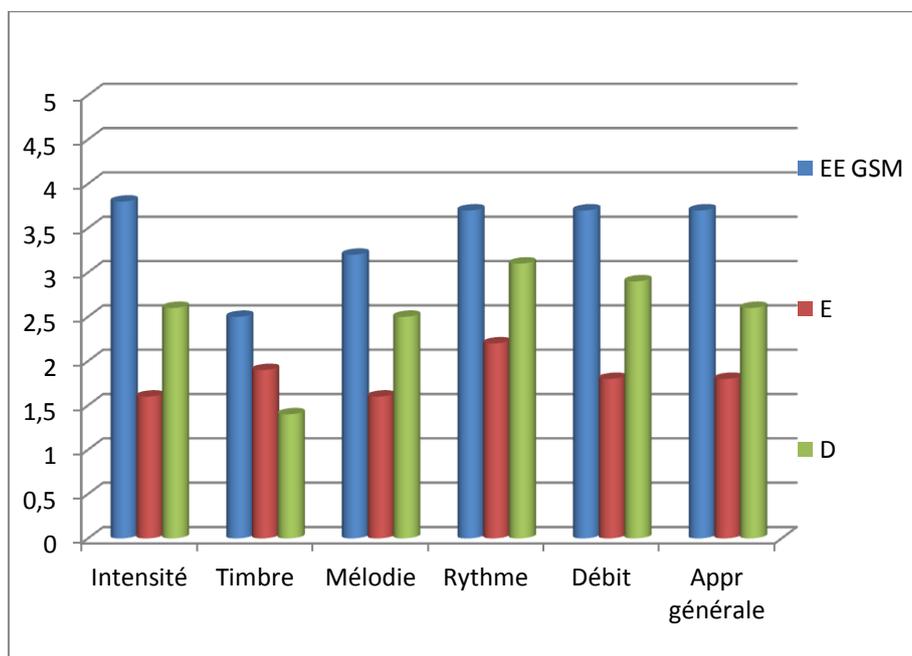


Figure 3.

Alouette : Moyenne des jugements de la voix chantée des enfants de grande section de maternelle (GSM) par catégorie, par le jury 2. En ordonnée, 5 représente le niveau le plus positif et 0 le plus négatif.

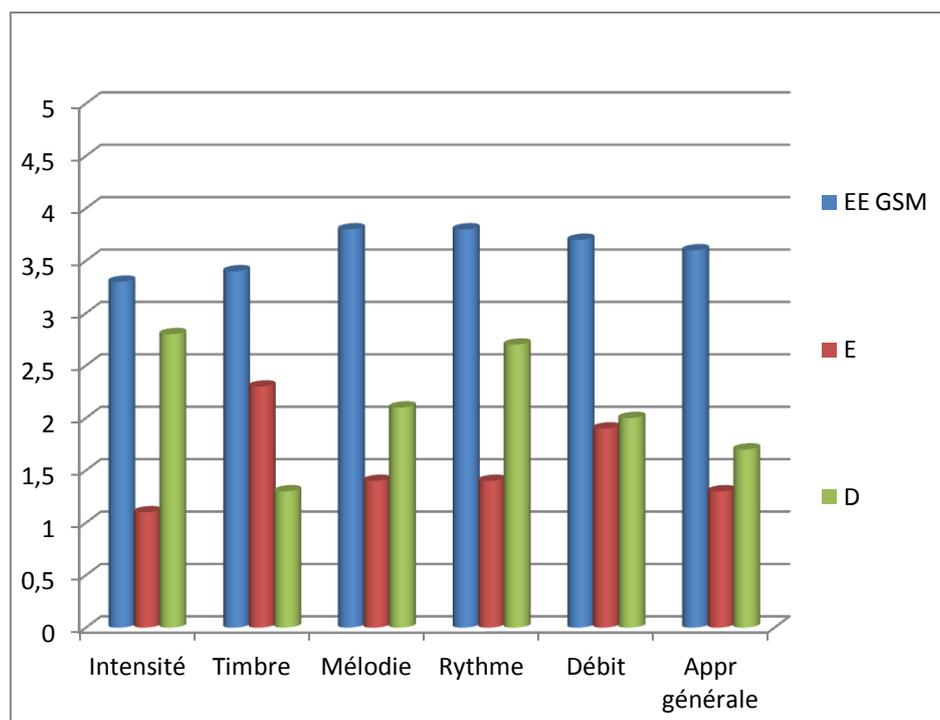


Figure 4.

Promenons-nous : Moyenne des jugements de la voix chantée des enfants de grande section de maternelle (GSM) par catégorie, par le jury 1. En ordonnée, 5 représente le niveau le plus positif et 0 le plus négatif.

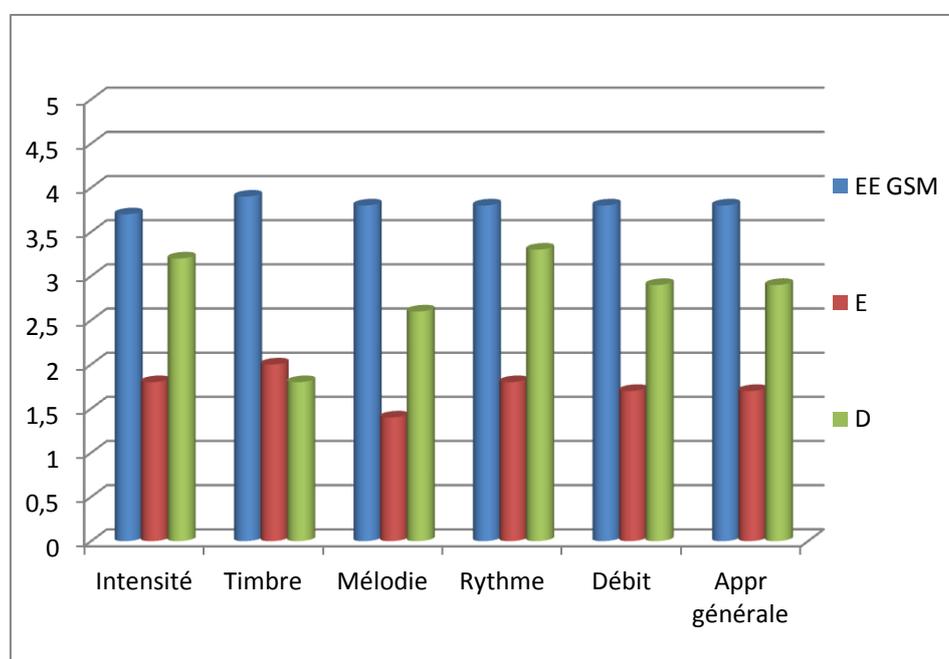


Figure 5.

Promenons-nous : Moyenne des jugements de la voix chantée des enfants de grande section de maternelle (GSM) par catégorie, par le jury 2. En ordonnée, 5 représente le niveau le plus positif et 0 le plus négatif.

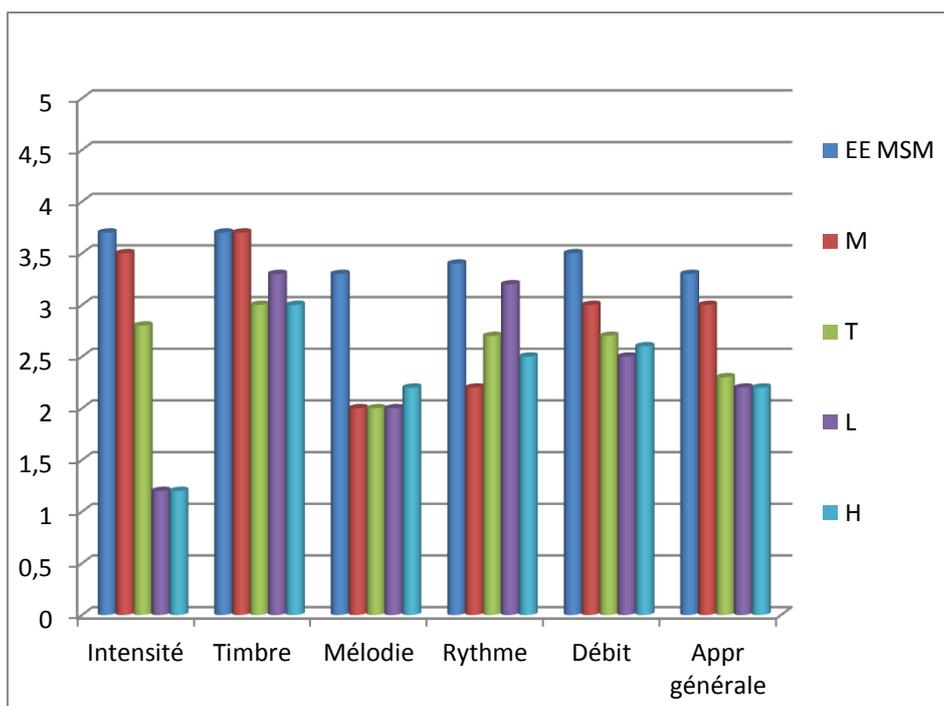


Figure 6.

Alouette : Moyenne des jugements de la voix chantée des enfants de moyenne section de maternelle (MSM) par catégorie, par le jury 1. En ordonnée, 5 représente le niveau le plus positif et 0 le plus négatif.

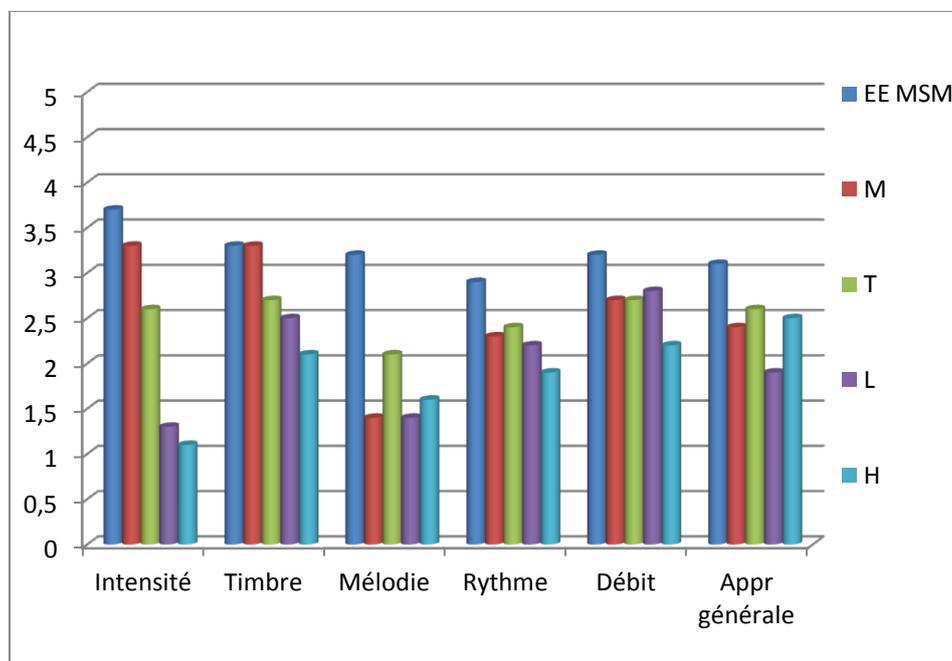


Figure 7.

Alouette : Moyenne des jugements de la voix chantée des enfants de moyenne section de maternelle (MSM) par catégorie, par le jury 2. En ordonnée, 5 représente le niveau le plus positif et 0 le plus négatif.

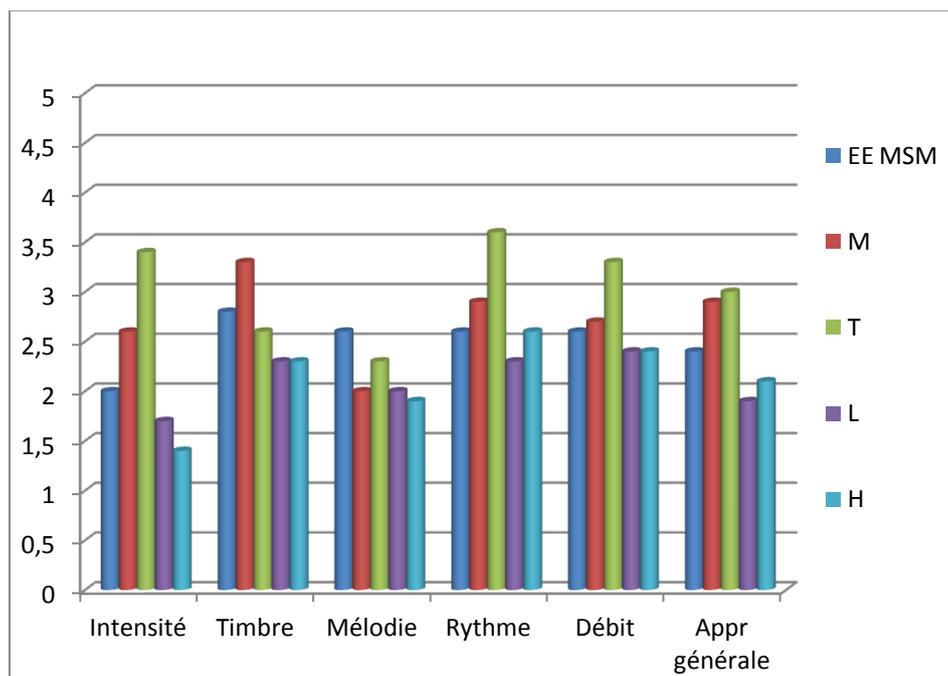


Figure 8.

Promenons-nous : Moyenne des jugements de la voix chantée des enfants de moyenne section de maternelle (MSM) par catégorie, par le jury 1. En ordonnée, 5 représente le niveau le plus positif et 0 le plus négatif.

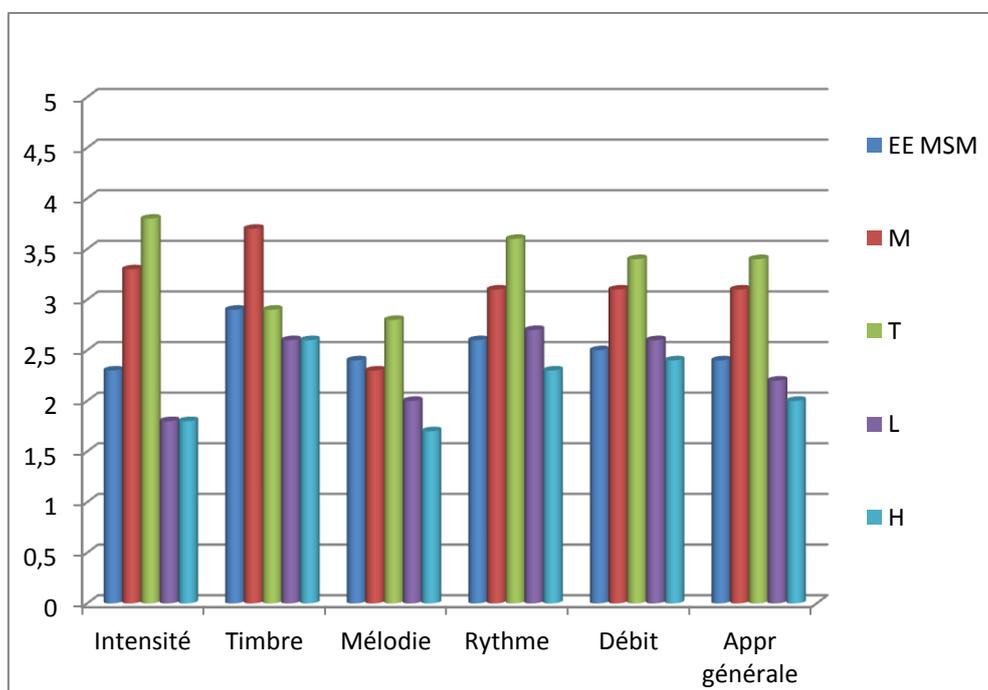


Figure 9.

Promenons-nous : Moyenne des jugements de la voix chantée des enfants de moyenne section de maternelle (MSM) par catégorie, par le jury 2. En ordonnée, 5 représente le niveau le plus positif et 0 le plus négatif.

**Analyse**

On constate que les différences entre les moyennes données par les deux jurys sont peu importantes. Les notes sont même parfois rigoureusement identiques.

Malgré des résultats globalement meilleurs pour les enfants entendants, les appréciations générales sont souvent proches entre enfants entendants et sourds.

On voit que la mélodie et l'intensité sont les deux critères les moins bien réussis par les enfants sourds et qu'il n'y a pas de différence au niveau du timbre.

On observe globalement de meilleures notes pour les enfants implantés que non implantés, avec parfois des résultats meilleurs pour les enfants sourds implantés qu'entendants : par exemple T (histogramme vert) et M (histogramme rouge) en MSM.

L'un des enfants sourds obtenant les meilleurs scores est T, implantée à la suite d'une surdité congénitale et appartenant à une famille de musiciens.

**b. Analyse objective**

Dans notre étude, nous nous sommes attachées seulement aux structures rythmiques et mélodiques des productions des enfants.

**1 - Procédure : le recueil des données**

Au piano, nous avons transcrit en partitions les enregistrements de tous les enfants sourds et des enfants entendants qui ont fait partie de notre jury d'écoute.

Une fois les partitions écrites, nous avons réalisé les courbes mélodiques pour chaque enfant et pour chaque chanson : en ordonnée sont inscrites les paroles correspondant à chaque note ; en abscisse les notes demi-ton par demi-ton, entre les octaves 2 et 4. Chaque note est symbolisée par une lettre de l'alphabet (sans rapport avec la notation anglo-saxonne).

Pour réaliser ces courbes, nous nous sommes appuyées sur une précédente étude menée par Isabelle Prang, portant sur l'apprentissage du chant à un groupe d'enfants déficients auditifs (1980). Nous avons donc choisi de mettre en parallèle chaque courbe d'enfant sourd avec la courbe de la moyenne des enfants entendants de son âge (réalisée en prenant pour chaque note, la note moyenne des courbes) et la courbe de la partition d'origine.

ALOUETTE  
Enfant T

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V X Y

A LU  
E TØ  
ZÀ TI  
JA LU  
E TØ  
A LU  
E TØ  
ZØ  
TØ  
PLY  
ME  
R E  
ZØ  
TØ  
PLY  
MØ  
RE  
LA  
TET  
ZØ  
TØ  
PLY  
MØ  
RE  
LA  
TET  
E  
LA  
TET  
E  
LA  
TET

double bémol    bémol    demi-bémol    bécarre    demi dièse    dièse    double dièse

double bémol    bémol    demi-bémol    bécarre    demi dièse    dièse    double dièse

—x—x position d'origine  
—x—x enfants entendants MSM  
—x—x enfant sourd

Figure 10. Exemple de transcription en partition pour l'enfant T.

## 2 - résultats

Pour analyser le rythme, nous nous sommes appuyées sur deux éléments :

- Le nombre de temps marqués : il représente le nombre de temps comptabilisés à la fin de la chanson, par rapport à la partition d'origine.
- Le respect de la valeur des notes : il s'agit du respect du nombre de temps pour chaque note par rapport à la partition d'origine.

Pour l'analyse de la mélodie, deux éléments ont été pris en compte :

- La justesse : calculer la justesse des notes revient à calculer le nombre de fausses notes chantées par l'enfant.
- L'intonation : elle se mesure par l'évaluation du respect de l'enveloppe mélodique.

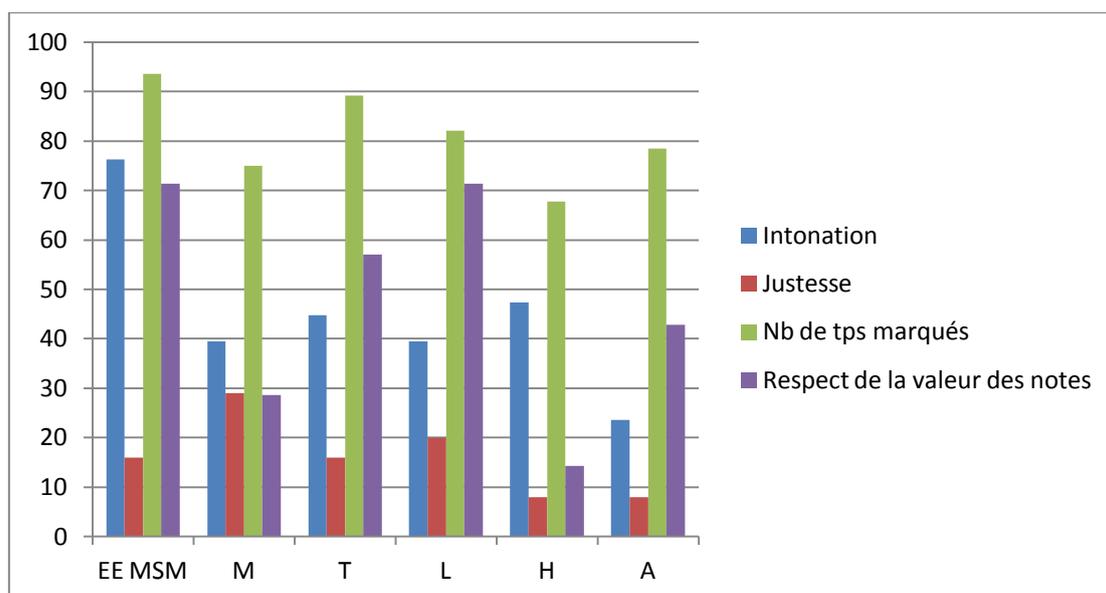
**RESULTATS :**

Figure 11.

Alouette : analyse objective de la mélodie et du rythme chez les enfants de MSM. En ordonnée les pourcentages.

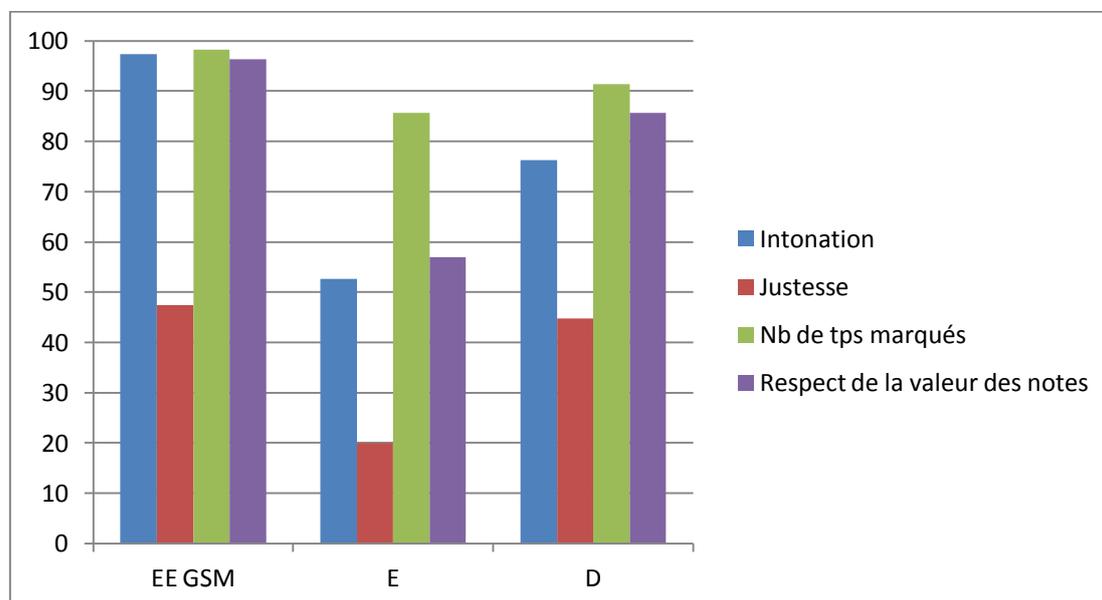


Figure 12.

Alouette : analyse objective de la mélodie et du rythme chez les enfants de GSM. En ordonnée les pourcentages.

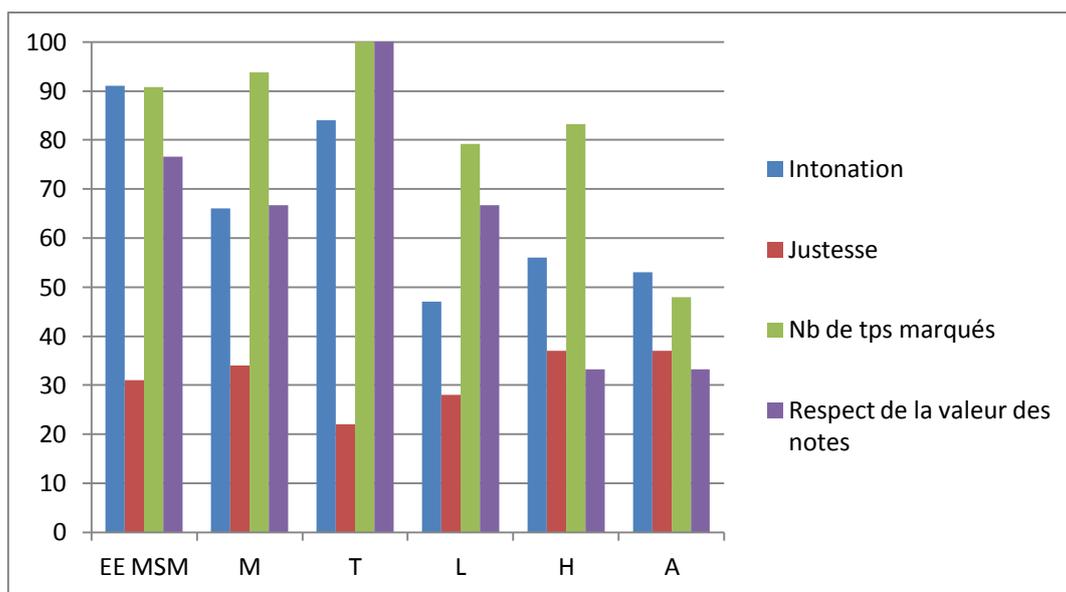


Figure 13.

Promenons-nous : analyse objective de la mélodie et du rythme chez les enfants de MSM. En ordonnée les pourcentages.

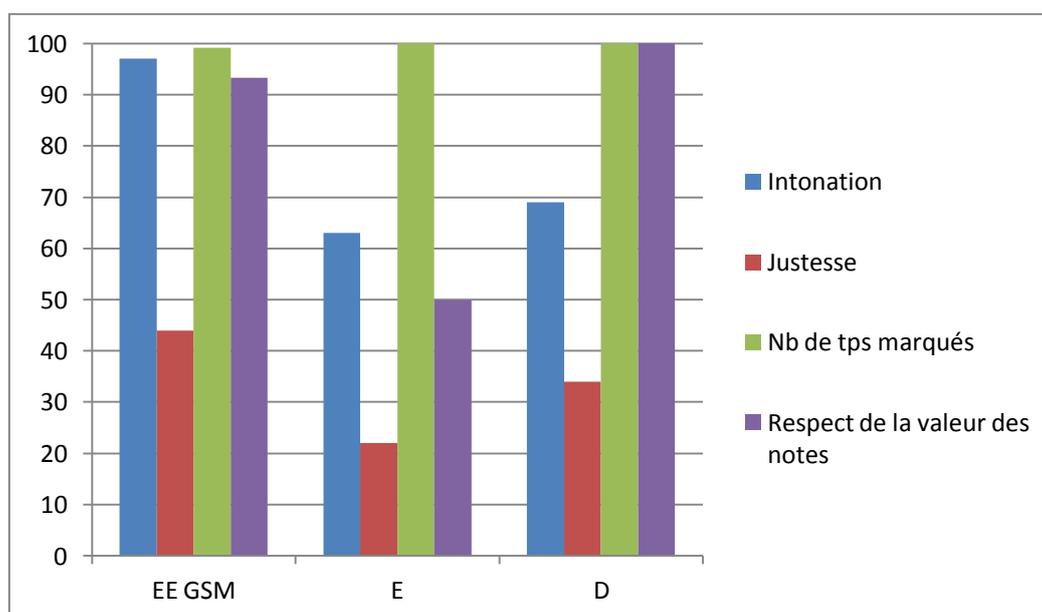


Figure 14.

Promenons-nous : analyse objective de la mélodie et du rythme chez les enfants de GSM. En ordonnée les pourcentages.

## Analyse

### RYTHME

Pour tous les enfants, la valeur de chaque note (en rouge) est moins bien respectée que le nombre de temps global sur la partition (en bleu).

Dans l'ensemble les enfants implantés ont de meilleurs résultats que les non implantés : l'implant permet donc une analyse plus fine des structures rythmiques.

De plus, L et D qui bénéficient d'une mémoire auditive présentent des histogrammes très proches de ceux des enfants entendants.

L'enfant T, vivant dans un environnement musical porteur, présente des résultats comparables à ceux des enfants entendants, avec deux scores de 100% pour la chanson Promenons-nous.

### MELODIE

Le schéma intonatif est mieux respecté que la justesse, que les enfants soient entendants ou sourds. C'est ce schéma intonatif qui marque la différence entre entendants et sourds : l'intonation est globalement meilleure pour les entendants (excepté l'enfant T).

Concernant la justesse, la différence porte peu sur le nombre d'erreurs, mais plutôt sur le type d'erreurs : celles des enfants sourds sont en effet de plus grande amplitude que celles des enfants entendants.

## ----- DISCUSSION -----

### 1. Avec un implant cochléaire et une éducation auditive précoce, les enfants sourds peuvent chanter...

Les résultats de cette étude nous permettent d'observer que les enfants sourds peuvent reproduire une mélodie et un rythme, même si des perturbations prosodiques par rapport à leurs pairs entendants ont été relevées.

Nous notons que ces perturbations sont moindres chez les enfants porteurs d'un implant cochléaire : les scores d'E et A qui ne sont pas implantés sont plus faibles que les autres.

L'éducation auditive précoce mise en place pour les enfants implantés peut expliquer ces résultats : en effet, un travail sur la voix modulée dès le plus jeune âge permet de travailler les différents paramètres vocaux.

De même, l'étendue vocale, c'est-à-dire l'ensemble des fréquences chantées par un sujet, est plus restreinte pour les enfants sourds mais semble améliorée par le port d'un implant. On remarque qu'en GSM, l'amplitude vocale augmente, tant chez les enfants entendants que chez les enfants sourds. Ainsi, bien que l'étendue soit plus faible, les enfants sourds peuvent toutefois moduler leur voix.

Ces résultats tendraient à confirmer notre hypothèse n°1.
---

## **2. ... mais on retrouve des caractéristiques vocales propres à la surdité.**

Du fait de la mise en place plus tardive d'une boucle audio-phonatoire, nous supposons que la voix des enfants sourds présentait des caractéristiques vocales particulières.

Dans cette étude, les résultats des jurys d'écoute montrent une légère différence dans l'évaluation du timbre entre les enfants sourds et leurs pairs entendants, au profit des enfants entendants. Toutefois, des caractéristiques vocales spécifiques aux enfants sourds ne semblent pas avoir été dégagées.

Cependant, il ne faut pas oublier que le timbre vocal n'est pas objectivable : ces conclusions doivent donc être considérées avec précaution.

Il ressort davantage de l'analyse subjective que l'intensité de ces enfants est plus faible et le débit parfois plus haché que la moyenne des enfants de leur âge. Cela pourrait être dû au temps de privation sonore qu'ils ont vécu au début de leur vie.

Toutefois, les jurys ont parfois donné à certains enfants entendants des notes comparables à celles des enfants sourds et ce pour chaque critère.

Ces résultats tendraient à infirmer notre hypothèse n°2.

## **3. Pour notre groupe d'enfants sourds, le rythme est mieux préservé que la mélodie, comme le relate la littérature.**

Dans cette étude, nous observons, tant dans l'analyse objective que dans l'analyse subjective, une différence entre les résultats obtenus pour la justesse et ceux obtenus pour le rythme, en faveur du rythme. En ce qui concerne celui des enfants implantés cochléaires, leur rythme est proche de celui de leurs pairs entendants, ce qui confirme l'apport de l'IC dans la reproduction du rythme.

Ces résultats tendraient à confirmer notre hypothèse n°3.

## **4. La mémoire auditive est bénéfique dans l'apprentissage du chant.**

Dans la reproduction du rythme, nous constatons que les trois enfants qui le respectent le mieux, sont L, D (bi-implantés) et T (issue d'un environnement musical très porteur). Toutefois ceci n'est pas vérifié pour la justesse.

Ces résultats sont cependant à prendre avec précaution : en effet, il s'agit ici d'une étude de cas qui appelle à d'autres travaux et non d'une analyse statistique.

Notre hypothèse n°4 ne peut donc être ni confirmée, ni infirmée.

## **BIAIS ET LIMITES DE L'ETUDE**

Malgré notre volonté d'objectivité, certains biais ressortent toutefois de cette étude.

### Biais liés à la population

- Les résultats reflètent les performances des enfants à un moment précis. Plusieurs facteurs ont pu interférer : la fatigue, la maladie, le stress... Ainsi, les résultats obtenus peuvent parfois ne pas être révélateurs de leurs capacités.

- Nous avons manqué d'informations sur l'éducation auditive des enfants entendants, il serait intéressant de procéder à une comparaison par groupes entre enfants sourds et enfants entendants en fonction de leur exposition à la musique et au chant.

#### Biais liés à l'étude

- L'évaluation de la voix chantée est subjective. Elle est perçue différemment par chacun. Les partitions musicales que nous avons écrites pour notre étude auraient pu être entendues et transcrites différemment par une tierce personne.
- Nous avons chanté nous-mêmes, or toute voix est fluctuante.

## ----- CONCLUSION ET PERSPECTIVES -----

Cette étude montre que l'implant cochléaire permet à des enfants sourds profonds de chanter, et parfois mieux que les enfants ayant un degré de surdité moindre mais non implantés.

Ainsi, non seulement une intégration en école et en crèche permet à l'enfant sourd d'avoir accès au chant ; mais aussi, l'accès au chant est pour l'enfant sourd un facteur d'intégration parmi ses pairs entendants.

Le fait qu'il puisse chanter suscite également un enthousiasme tant chez les parents que chez les professionnels. Par le biais d'un questionnaire que nous leur avons fait remplir, les parents nous ont fait part de leur joie de partager des moments de complicité autour des chansons et de voir leur enfant s'intégrer dans la famille et avec ses pairs entendants.

Comme mentionné dans la littérature, le rythme est mieux réussi que la mélodie pour les enfants sourds de l'étude. Cependant, les résultats montrent qu'ils ont accès à la mélodie. Leur apprentissage n'étant pas terminé, ils progresseront encore sur le plan audiophonatoire, on peut penser que cet écart tendra à se réduire.

Dans l'analyse subjective, aucun jury n'a relevé de différence de timbre entre enfants sourds et entendants.

Ce constat est très encourageant. En effet, actuellement le timbre de voix d'un sourd est plus difficilement améliorable que l'intensité, qui elle était un critère différentiel.

Les résultats de T montrent que même chez les enfants sourds, à partir du moment où il y a un environnement musical, les capacités mélodiques et rythmiques se mettent en place.

Il serait intéressant de poursuivre ces travaux sur une population plus importante. En effet, il s'agit ici d'une étude de cas et non d'une analyse statistique : la population correspondant à nos critères est encore restreinte du fait du peu d'implantations actuelles. Il sera sans doute possible dans l'avenir de faire une étude plus large car de plus en plus d'enfants seront implantés.

Il ressort de notre recherche que grâce au chant, il y a une réelle potentialisation de la prise en charge éducative et thérapeutique : les enfants de notre étude se sont montrés motivés et ont pris plaisir à chanter.

Pour nous orthophonistes, le chant nous paraît donc être un outil particulièrement intéressant dans la prise en charge des jeunes sourds. En effet, il accompagne efficacement la découverte du monde sonore.

De plus, par ses aspects éducatif, stimulant et ludique, il offre de nombreuses possibilités et est source de plaisir pour l'enfant comme pour son entourage.

## ----- BIBLIOGRAPHIE -----

Bakhshae, M., Ghasemi, M.M., Taghi Shakeri, M., Razmara, N., Tayarani, H., Reza Tale, M. (2007). Speech development in children after cochlear implantation. *European Archives Otorhinolaryngology*, 264, 1263-1266. Consulté le 06.02.2014 de Academia.edu : [http://www.academia.edu/3080370/Speech\\_development\\_in\\_children\\_after\\_cochlear\\_implantation](http://www.academia.edu/3080370/Speech_development_in_children_after_cochlear_implantation)

Brin, F., Courrier, C., Lederlé, E., Masy, V., (2004). *Dictionnaire d'Orthophonie*. Isbergues : Ortho Edition.

Carré, A. (2008). *Musique et surdité : le paradoxe du sourd musicien*. Courlay : Fuzeau.

Delprat, F., Huraut, M. (1996). *La perception auditive et son évaluation chez l'enfant sourd porteur d'implant cochléaire*. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophonie. Paris : Université Paris VI - Pierre et Marie Curie.

Estienne, F. (1998). *Voix parlée, voix chantée. Examen et thérapie*. Issy les Moulineaux : Masson.

Govaerts, P.J., Daemers, K., Schauwers, C., de Beukelaer, M., Yperman, G., de Ceulaers, S., Gillis, A. (2004). Implantation précoce et/ou bilatérale. *Rééducation orthophonique*, 217, 31-47. Consulté le 06.02.2014 de Ortho Edition : [http://www.orthoedition.com/medias/fichiers/2011-01-10-10-16-55\\_1034881.pdf#page=33](http://www.orthoedition.com/medias/fichiers/2011-01-10-10-16-55_1034881.pdf#page=33)

Hage, C., Charlier, B., Leybaert, J. (2006). *Compétences cognitives, linguistiques et sociales de l'enfant sourd. Pistes d'évaluation*. Belgique : Mardaga.

Mesley, A. (2001). *Elaboration d'un protocole d'évaluation de la voix des sourds*. Thèse de doctorat. Université de Paris.

Michon, M.L., de La Forest-Divonne, M. (2012). Analyse de la voix chantée en production chez des enfants sourds implantés : étude de cas. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophonie. Paris : Université Paris VI - Pierre et Marie Curie. Consulté le 06.02.2014 de : [http://dumas.ccsd.cnrs.fr/docs/00/75/92/31/PDF/MEM\\_ORTHO\\_2012\\_de\\_la\\_FOREST-DIVONNE\\_Myriam-MICHON\\_Marie-Lorraine.pdf](http://dumas.ccsd.cnrs.fr/docs/00/75/92/31/PDF/MEM_ORTHO_2012_de_la_FOREST-DIVONNE_Myriam-MICHON_Marie-Lorraine.pdf)

Prang, I. (1980). L'apprentissage du chant à un groupe d'enfants déficients auditifs. *Rééducation orthophonique*, 18(116), 537-547.

Rivière, A., Orreteguy, L. (2008). *Effet d'un entraînement auditif dans l'indentification des émotions chez les adultes implantés cochléaires*. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophonie. Toulouse : Université Le Mirail III.