

Etude de l'évolution, en fonction de l'âge, du temps maximum phonatoire et du rapport S/Z chez une population d'enfants âgés de 3 à 10 ans

Mémoire en vue de l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophonie

Présenté par Guillemette du CREST et Marion CHEVIGNON

Dirigé par Marie ARNOLDI, orthophoniste, CHRU Claude Huriez, Lille

Soutenu publiquement en juin 2014.

RÉSUMÉ

Lors du bilan vocal de l'enfant, pour les épreuves du Temps Maximum Phonatoire et du rapport S/Z, on utilise l'étalonnage de l'adulte. Le but de notre étude a été de montrer que l'enfant n'est pas capable de produire les mêmes performances que l'adulte et donc qu'un étalonnage spécifique lui serait nécessaire. C'est pourquoi nous avons fait passer ces épreuves à 247 enfants français âgés de 3 à 10 ans qui ne présentaient pas de trouble vocal apparent. Pour cela nous avons enregistré le temps d'émission maximum des sons /a/, /s/ et /z/ à trois reprises et avec des consignes adaptées à leur âge. Les données obtenues ont montré une augmentation du Temps Maximum Phonatoire avec l'âge ainsi que des résultats moins élevés que chez l'adulte. En revanche, les résultats individuels observés pour le rapport S/Z ont été très hétérogènes. Au vu des différents résultats obtenus, on peut donc dire qu'il semble important de créer un étalonnage spécifique à l'enfant pour l'épreuve du Temps Maximum de Phonation, mais qu'étant donnés les résultats peu analysables de l'épreuve du rapport S/Z, celle-ci ne semble pas être pertinente dans le bilan vocal de l'enfant.

Mots-clés : Orthophonie – Voix – Recherche – Enfant (de 0 à 12 ans) – Temps Maximum Phonatoire – Rapport S/Z

ABSTRACT

In the child's vocal assessment, the professionals are used to take the adults' results as normative in regard of the Maximum Phonation Time and the S/Z ratio. The purpose of our study was to point the differences in the performances between children and adults and therefore the importance of a specific calibration for children. That's why we carried out these tests on 247 children aged from 3 to 10 years old without any apparent vocal disorder. In that purpose, we recorded the maximum phonation times of the

sounds /a/, /s/ and /z/ (three times each) with instructions adapted to the children's age. The obtained data showed an increase in the Maximum Phonation Time with age and lower results than those from the adults. However, the S/Z ratio's individual results were very heterogeneous. In view of the different results, the establishment of a specific calibration for the children seems evident for the Maximum Phonation Time. On the other hand, the results of the S/Z ratio are not analyzable enough, so it doesn't seem to be relevant in the child's vocal assessment.

Keywords : Speech therapy – Voice – Study – Child – Maximum Phonation Time – S/Z ratio

INTRODUCTION

Dans le cadre du diagnostic des pathologies vocales, différentes épreuves sont utilisées indifféremment pour les adultes et les enfants. Cependant, elles ne prennent pas réellement en compte les différences qui existent entre eux puisque les étalonnages utilisés pour les adultes sont également appliqués aux enfants.

En partant de ce constat, nous avons choisi de nous pencher sur deux épreuves, le Temps Maximum Phonatoire et le rapport S/Z, qui permettent d'obtenir des informations importantes dans le diagnostic des pathologies vocales. Notre objectif sera de montrer que les enfants n'ont pas les mêmes capacités que les adultes, et donc qu'un étalonnage spécifique à cette population est nécessaire.

CONTEXTE THÉORIQUE

- **La voix :**

Pour Cornut (2009), « la voix représente essentiellement le support acoustique de la parole », car elle permet de produire les sons. Cette dernière est définie par Corpelet *et al.* (1999) comme étant « au langage oral ce que l'écriture est au langage écrit. Par une succession de sons placés dans un ordre déterminé, un sens va pouvoir être donné aux vocalisations ; tous ces signes sonores constitutifs de la parole ont reçu le nom de signifiants », ce qui correspond au nom de l'objet.

- **Rappels anatomiques :**

- **L'appareil respiratoire :**

Selon Le Huche *et al.* (2001), la voix peut être considérée comme une expiration sonorisée. Ainsi lorsque nous respirons au repos, les muscles inspireurs permettent de remplir les poumons qui se vident ensuite par le relâchement de ces muscles. L'expiration est alors passive. Cependant, lorsque nous parlons, l'expiration est active puisque les poumons se vident grâce aux muscles expirateurs. On parle alors de « souffle phonatoire ».

- **Le larynx :**

Le larynx est un conduit cylindrique rétréci en son milieu, au niveau des plis vocaux, ayant une armature fibro-musculo-cartilagineuse recouverte de muqueuse. Il est situé en arrière du pharynx, à l'extrémité supérieure du tube trachéal et il est surplombé par la base de langue.

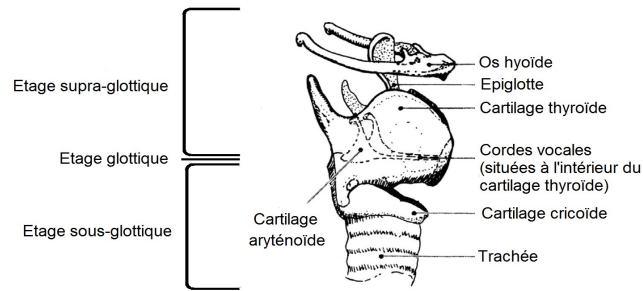


Figure 1 : Le larynx, d'après Gillie-Guilbert C. (2001), p.8

La structure cartilagineuse du larynx est composée de trois cartilages de soutien (les cartilages thyroïdien, cricoïdien et épiglottique) et de deux cartilages mobiles (les cartilages aryténoïdiens) qui constituent l'armature du larynx.

Le bon fonctionnement du larynx est également assuré par sa musculature qui est composée de muscles extrinsèques et intrinsèques. La musculature extrinsèque permet de fixer le larynx au squelette avoisinant, notamment à l'os hyoïde, et est constituée des muscles élévateurs et abaisseurs du larynx. La musculature intrinsèque (qui comprend les plis vocaux) a un rôle différent, puisqu'elle relie les cartilages entre eux et permet la production vocale. On y distingue trois groupes de muscles, les deux premiers correspondant aux muscles adducteurs et le troisième aux muscles abducteurs.

Les plis vocaux sont situés à l'intérieur du larynx, au niveau de la glotte, qui correspond à l'espace laissé par les plis vocaux lorsqu'ils sont écartés l'un de l'autre. Ce sont deux replis muqueux horizontaux (ressemblant à deux lèvres) situés au-dessous des bandes ventriculaires. Les plis vocaux se rejoignent sur la commissure antérieure du larynx et s'étendent de la partie postérieure du cartilage thyroïde à l'apophyse vocale des cartilages aryténoïdes.

Le rôle principal et vital du larynx se situe dans la déglutition et la respiration où il joue le rôle de sphincter afin de permettre l'ouverture et la fermeture glottique. Cependant, il a également un rôle secondaire, celui de la phonation. Corpelet *et al.* (1999) expliquent que c'est lorsque la pression sous-glottique est suffisamment importante, grâce au flux expiratoire, que les plis vocaux s'écartent, avant de se refermer une fois que celle-ci a diminué, puis de se rouvrir lorsqu'elle est de nouveau suffisante. C'est la répétition de ses ouvertures et de ces fermetures qui est à l'origine de la vibration des plis vocaux et de la production du son.

○ **Les cavités de résonance :**

Le pharynx est un conduit musculo-membraneux, zone de jonction entre le nez, la bouche, le larynx et l'œsophage qui permet de modifier les sons produits par les plis vocaux grâce aux muscles de la paroi qui peuvent moduler son volume. Il est divisé en trois parties (de haut en bas) : le rhinopharynx, l'oropharynx et l'hypopharynx. Le voile du palais joue également un rôle dans l'articulation. S'il est abaissé, l'air peut passer de l'oropharynx au rhinopharynx, permettant de transformer les sons en voyelles ou en consonnes nasales, ce qui n'est pas le cas s'il est relevé.

Le Huche *et al.* (2001) décrivent la bouche comme étant le résonateur principal (avec le pharynx) mais aussi l'articulateur principal. En effet, ce sont les différents éléments qui composent la cavité buccale (joues, langues, dents, lèvres, etc.) qui permettent de moduler les sons de façon fine.

○ **Evolution de l'appareil vocal :**

	Enfant	Adulte
Cage thoracique	Avant 7 ans : Forme circulaire des côtes avec orientation horizontale du diaphragme et ossification non terminée	Forme de cône avec une circonférence inférieure évasée et mobile et une circonférence supérieure étroite et peu mobile.
	7 ans : Forme elliptique définitive atteinte	
	8 ans : Nombre maximal d'alvéoles et de bronchioles atteint	
	Jusqu'à la fin de la puberté : Développement progressif des différents éléments jusqu'à taille définitive	
Poids des poumons	Naissance : 60 à 70 g	1200 à 1400 g
Fréquence respiratoire	Naissance : 87 cycles par minute	16 à 20 cycles par minute
	1 an : 47 cycles par minute	
Contrôle respiratoire volontaire	Avant 6 mois : Non acquis	Acquis
Capacité vitale	33 mL/kg	52 mL/kg
Volume courant	6 mL/kg	7 à 9 mL/kg
Capacité résiduelle fonctionnelle	30 mL/kg	34 mL/kg
Débit expiratoire lors de la voix parlée	De 4 à 15 ans : 50 à 150 mL/s	60 à 300 mL/s
Capacité pulmonaire totale	63 mL/kg	86 mL/kg

Tableau I : Evolution de l'anatomie de l'appareil respiratoire et des capacités pulmonaires

D'un point de vue anatomique, l'appareil respiratoire de l'enfant diffère de celui de l'adulte, notamment dans ses proportions, ce dont le tableau I permet de rendre compte. De nombreuses modifications anatomiques vont avoir lieu tout au long de la croissance de l'enfant, jusqu'à donner à la cage thoracique sa forme adulte et aux poumons leur volume final.

Le larynx descendant dans le cou, le pharynx s'allonge et son volume augmente. De plus, la langue se postérionise et s'abaisse, ce qui libère la cavité buccale. L'évolution de la morphologie et de la taille de ces cavités s'arrête vers 20 ans et permet de fixer la majorité des caractéristiques de la voix qui aura évolué en parallèle.

		Enfant	Adulte	
			Femme	Homme
Larynx		20 mm également répartis entre le niveau sus-glottique et le niveau sous-glottique	Hauteur de 35 mm et diamètre antéro-postérieur à la partie supérieure de 25 mm	Hauteur de 45 mm et diamètre antéro-postérieur à la partie supérieure de 35 mm
Cartilages	Consistance	Hypercellulaire	Plus rigide	
	Thyroïde	Angle antérieur ouvert à 130°	Angle antérieur ouvert à 120°	Angle antérieur ouvert à 90°
	Cricoïde	6 mois ; Diamètre de 4 à 5 mm 6 ans : Diamètre de 8 à 10 mm	Hauteur de 25 mm Diamètre de 20 mm	
Muscles du larynx		Surtout de type 2	Type 1	
Plis vocaux		Naissance : 4,5 à 5,6 mm 6 à 7 ans : 8 mm 10 ans : 10 mm	12 à 17 mm	16 à 25 mm
Bandes ventriculaires		Naissance : 7 mm	15 mm	20 mm
Fréquence du fondamental		6 à 7 ans : 280 Hz	230 Hz	120 à 130 Hz

Tableau II : Evolution des différents éléments composant le larynx

Le tableau II résume les principales mesures anatomiques référencées dans la littérature scientifique et met en évidence les différences qui existent entre l'enfant et l'adulte, permettant d'appuyer les hypothèses selon lesquelles les productions vocales des enfants et des adultes peuvent ne pas être identiques.

◦ **Les atteintes de la voix :**

Cependant, la voix, comme tout élément dépendant du corps humain, peut être atteinte par diverses pathologies. Celles-ci se divisent en deux catégories : les pathologies vocales d'origine fonctionnelle dues à une mauvaise utilisation du geste vocal et les pathologies vocales d'origine organique. Si l'enfant n'est pas à l'abri d'une pathologie vocale, toutes ne le concernent pas et certaines lui sont spécifiques. Ainsi, les pathologies vocales d'origine fonctionnelle les plus courantes chez les enfants sont la dysphonie hyperkinétique et la dysphonie hypokinétique. L'enfant peut également être sujet aux pathologies vocales d'origine organique qui touchent principalement les plis vocaux.

• **Le bilan orthophonique :**

Le bilan orthophonique a pour but de « faire le constat [...] des déficits et perturbations du comportement phonatoire, de s'efforcer de comprendre le mécanisme et d'apprécier les divers facteurs étiologiques en cause, de façon à pouvoir envisager une thérapeutique et établir un pronostic » (Le Huche *et al.*, 2001).

Il débute par l'anamnèse qui nous renseigne sur la plainte du patient, son ressenti envers sa voix et les difficultés qu'il rencontre.

Puis l'examineur procède à l'analyse du geste vocal, en diverses situations de phonation. Il commence par observer la statique corporelle, explore les tensions musculaires globales et/ou locales, continue son examen en observant la coordination pneumo-phonique et il s'intéresse aux cavités de

résonance et à leur utilisation en regardant notamment la qualité du timbre de la voix et l'efficacité du vibreur laryngé.

Enfin, l'orthophoniste propose deux types d'épreuves au patient : des épreuves subjectives et des épreuves objectives, dont font partie le Temps Maximum Phonatoire et le rapport S/Z.

- **Le Temps Maximum Phonatoire (TMP) :**

C'est une « épreuve qui [consiste] à demander à la personne dysphonique [d'émettre] le plus longtemps possible une note confortable de sa tessiture ». Elle fournit des informations sur la bonne capacité du larynx à transformer l'énergie acoustique, mais aussi sur la fonction respiratoire, la capacité thoracique mais aussi sur la fonction vocale et la qualité de l'occlusion glottique. D'après Hirano *et al.* (1968), le TMP de l'adulte se situerait entre 25 et 35 secondes pour l'homme et entre 15 et 25 secondes chez la femme. Il est considéré comme pathologique s'il est égal ou inférieur à 10 secondes.

- **Le rendement vocal (ou rapport S/Z) :**

Le rapport S/Z a pour but de comparer la production d'un phonème voisé (/z/) et d'un phonème sourd (/s/), utilisant le même mouvement articulatoire. Chez le sujet normal et le sujet dysphonique sans pathologie laryngée, ce rapport est censé être proche ou égal à 1. En revanche, chez le sujet présentant une pathologie vocale, le résultat du rapport S/Z est augmenté dans la majorité des cas.

BUTS ET HYPOTHÈSES

L'enfant, longtemps considéré comme un adulte miniature, n'a de cesse de montrer sa spécificité au fil des différentes études. Ainsi, étant donné la constitution anatomique de l'enfant, dont la capacité respiratoire est plus faible que celle de l'adulte, nous pouvons supposer que le TMP est plus faible chez les enfants et augmente avec l'âge, au cours de la croissance. En revanche, à l'inverse des adultes pour lesquels le TMP varie selon le sexe, il n'y aurait pas de différence significative entre les filles et les garçons, puisqu'il n'y a pas de réelle différence anatomique avant la puberté. De plus, nous postulons que, l'enfant ne maîtrisant pas forcément son appareil respiratoire et manquant donc de coordination pneumo-phonique, le rapport S/Z qu'il émet serait différent de 1, et s'en rapprocherait avec l'âge.

MÉTHODOLOGIE

- **Recrutement des sujets :**

Afin d'avoir le plus grand nombre de sujets réunis au même endroit, nous avons réalisé nos passations dans des écoles maternelles et élémentaires de Lille entre le 18 octobre et le 17 décembre 2013.

- **Méthode :**

Nous nous sommes inspirées de la méthode décrite par Françoise Estienne dans son ouvrage *Voix parlée, voix chantée* (1998, Masson : Paris). Elle préconise ainsi d'expliquer aux enfants le protocole qui sera utilisé et de montrer un modèle. A cela s'ajoute une consigne classique, telle qu'on la proposerait à un adulte, et une consigne imagée, comme celles que nous présenterons par la suite.

- **Passation des épreuves :**

Notre échantillon réunit 247 enfants âgés de 3 ans 1 mois à 10 ans 10 mois, soit 122 sujets féminins et 125 sujets masculins (dont la répartition est indiquée tableau III). Nous avons inclus tous les sujets de 3 à 11 ans ne présentant pas de trouble d'articulation et avons exclu ceux qui étaient malades ainsi que les enfants qui ont refusé de participer. De plus, nous avons pris en compte la qualité de la voix et avons exclu celles présentant une instabilité, un forçage ou une asthénie.

Age (années ; mois)	[3;0 - 3;11]	[4;0 - 4;11]	[5;0 - 5;11]	[6;0 - 6;11]	[7;0 - 7;11]	[8;0 - 8;11]	[9;0 - 9;11]	[10;0 - 10;11]
Effectif	14	27	27	40	39	48	25	27

Tableau III : Répartition de l'échantillon de notre étude

Nous avons utilisé des chronomètres et des tableaux pour recueillir les données. Pour aider à la compréhension des consignes nous avons également le dessin d'une abeille et le dessin d'un serpent, qui ont été très utiles, ainsi que des enregistrements vidéos montrant un exemple de passation.

Pour les enfants de la petite section à la grande section de maternelle, les consignes étaient les suivantes : « je vais te demander de faire un /s/ le plus long possible comme le serpent qui va loin, loin », « maintenant, je vais te demander de faire un /z/ le plus long possible comme l'abeille qui vole longtemps », « maintenant, je vais te demander de faire comme pour le /s/ du serpent et le /z/ de l'abeille", mais avec le /a/ ». Pour les enfants du CP au CM2, nous avons utilisé les consignes suivantes : « je vais te demander de faire un /s/ le plus long possible, sans t'arrêter, jusqu'à ce que tu n'aies plus d'air », « est-ce que tu veux bien faire la même chose avec le /z/? », « et maintenant, est-ce que tu veux bien refaire la même chose, mais avec le /a/? ». Pour chacune des consignes, nous avons demandé à l'enfant de produire trois fois chaque phonème dont nous avons gardé le meilleur score pour chacun pour l'analyse des résultats.

RÉSULTATS

- **Le Temps Maximum Phonatoire (TMP) :**

Suite à une analyse prenant en compte le sexe, on ne note pas de différence significative du score entre les filles et les garçons quelle que soit la tranche d'âge.

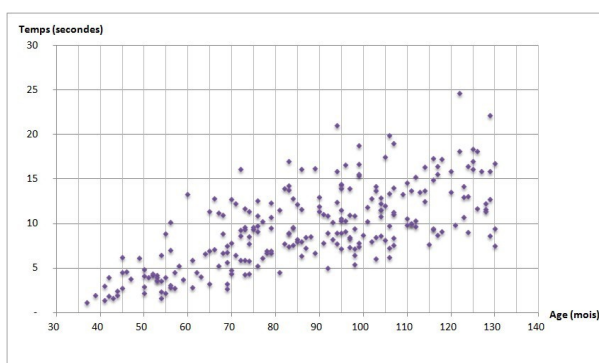


Figure 2 : Temps Maximum Phonatoire, en fonction de l'âge

La figure 2 permet d'observer la dispersion du Temps Maximum Phonatoire pour l'ensemble des enfants ayant participé à l'étude. On y voit une augmentation du TMP corrélée avec l'âge. Ainsi, la moyenne

du TMP entre 36 et 47 mois atteint seulement 2,94 secondes (avec un écart-type de 1,43) puis augmente progressivement pour atteindre 14,23 secondes (avec un écart-type de 4,03) entre 120 et 131 mois.

Age (années)	[3;0 - 3;11]	[4;0 - 4;11]	[5;0 - 5;11]	[6;0 - 6;11]	[7;0 - 7;11]	[8;0 - 8;11]	[9;0 - 9;11]	[10;0 - 10;11]
Moyenne du TMP (secondes)	2,94	4,31	7,26	9,24	10,59	11,12	12,36	14,23
Ecart-type (secondes)	1,43	1,94	3,26	3,09	3,26	3,65	2,96	4,03

Tableau IV : Ecarts-types obtenus pour le Temps Maximum Phonatoire en fonction de l'âge

- **Le rapport S/Z :**

Pour ce qui est du rapport S/Z, l'analyse prenant en compte le sexe ne permet pas non plus de noter de différence significative du score entre les filles et les garçons quelle que soit la tranche d'âge.

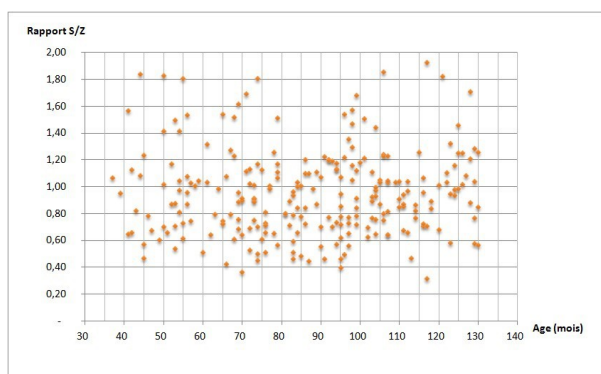


Figure 3 : Le rapport S/Z réparti en fonction de l'âge des enfants

On peut observer sur la figure 3 que la majorité des résultats obtenus se concentrent entre 0,70 et 1,20 et s'étendent de 0,32 à 1,93. On note également qu'il ne semble pas y avoir de corrélation entre le rapport S/Z et l'âge de l'enfant. En effet, les résultats restent fortement hétérogènes quelle que soit la tranche d'âge étudiée, avec des écarts allant de 0,81 à 1,61 entre le résultat le plus faible et le résultat le plus élevé. Enfin, contrairement aux conclusions que nous avons pu tirer de l'analyse des résultats pour le Temps Maximum Phonatoire, nous ne pouvons pas établir de conclusion aussi évidente pour celle concernant le rapport S/Z.

DISCUSSION

- **Eléments théoriques :**

Au cours de nos recherches bibliographiques nous avons rencontré des difficultés à trouver des éléments sur différents points. Tout d'abord sur l'anatomie de l'enfant, qui est bien moins détaillée que celle de l'adulte, probablement car il est considéré comme un être avec ses spécificités depuis moins d'un siècle. Il ne nous pas été possible non plus de retrouver l'étude décrivant les résultats du TMP pour les adultes qui date de 1968, posant la question d'une réactualisation des données. Enfin, pour le rapport S/Z, nous avons

noté un décalage entre la littérature et la pratique clinique, c'est pourquoi nous avons choisi dans notre analyse de prendre 1 comme référence pour le score normal et de ne pas parler de score pathologique.

- **Sujet, matériel et méthode :**

Nous avons choisi de réaliser les passations dans deux régions mais seulement l'une d'entre elles nous en a donné l'autorisation. Les passations ayant donc été réalisées uniquement dans la région Nord-pas-de-Calais, il nous semblerait intéressant de poursuivre ce mémoire sur le reste du territoire français.

Nous avons choisi de donner deux types de consignes. Nous avons proposé aux enfants les plus jeunes des consignes plus ludiques (dessins, consigne imagée) afin de faciliter leur compréhension, alors que les enfants âgés de plus de 6 ans ont eu les mêmes consignes que les adultes, c'est-à-dire uniquement verbales. Ce choix s'est révélé pertinent puisque seulement quelques enfants ont refusé de participer à notre étude et la majorité d'entre eux se sont volontiers pliés aux activités.

- **Résultats :**

Si nous avons pu observer une augmentation du TMP en fonction de l'âge, nous avons également pu voir que certains enfants ne semblaient pas aller jusqu'au bout de leur capacité pulmonaire, particulièrement les plus jeunes, peut-être à cause d'un manque de coordination pneumo-phonique. On peut donc se poser la question de la pertinence de cette épreuve avant un certain âge.

Pendant les passations, nous avons observé que pour certains enfants réaliser l'épreuve du S/Z était difficile : s'ils n'avaient pas de difficulté à émettre le son /z/, ils ont été plusieurs à nous faire part de leur difficulté à émettre le son /s/. Selon Tait *et al.* (1980), cela pourrait être dû à un débit d'air glottique plus faible lors de l'émission du /z/. Gelfer *et al.* (2006) proposent également qu'« un signal voisé permettrait de mieux transporter l'énergie aérodynamique vers une énergie acoustique, rendant l'émission du son /z/ plus facile si une intensité spécifique est demandée ». De plus, l'hétérogénéité des résultats concernant le rapport S/Z, ainsi que la proportion d'enfants présentant un rapport S/Z non significatif, nous poussent à nous poser des questions quant à la pertinence de réaliser cette épreuve auprès d'enfants.

- **Comparaison de nos résultats avec ceux d'une étude brésilienne (Tavares *et al.*, 2012) :**

Afin d'appuyer nos résultats, nous avons choisi de les confronter à ceux d'une étude menée au Brésil par Tavares *et al.* (2012). Cette étude, comme la nôtre, montre une augmentation du Temps Maximum Phonatoire avec l'âge. Nos résultats sont également similaires aux leurs pour le rapport S/Z, même si l'étude brésilienne ne note aucune instabilité des résultats entre les tranches d'âge et situe la majorité des enfants dans la norme.

CONCLUSION

Nous avons formulé trois hypothèses à propos du Temps Maximum Phonatoire chez les enfants et celles-ci semblent avoir été validées par notre étude. Ainsi, avec un TMP moyen qui oscille entre 2,94 secondes et 14,23 secondes entre 3 et 10 ans, on peut affirmer qu'il est inférieur à celui attendu à l'âge adulte. Les scores que nous avons observés montrent également que le TMP augmente avec l'âge des

enfants. De plus, notre échantillon étant équilibré et suite à des analyses statistiques, nous pouvons également affirmer qu'il ne semble pas y avoir de différence selon le sexe concernant la tranche d'âge que nous avons étudiée.

Contrairement au Temps Maximum Phonatoire, l'hypothèse selon laquelle le rapport S/Z serait différent de 1 et s'en rapprocherait avec l'âge est infirmée par nos résultats. En effet, nous avons pu observer qu'en moyenne, et quelle que soit la tranche d'âge, si l'on prend les résultats globaux, ceux-ci se situent toujours autour de 1. De plus, ils ne s'en rapprochent pas nécessairement. Cependant, si l'on prend les résultats à l'échelle individuelle, on peut tout de même remarquer que peu de scores sont proches de 1 quel que soit l'âge (14,2%), et si cela ne valide pas l'hypothèse selon laquelle le rapport S/Z serait différent de 1, cela ne l'invalide pas entièrement non plus.

Ces résultats montrent bien la spécificité de l'enfant par rapport à l'adulte et donc la nécessité de créer des étalonnages spécifiques tenant compte de ses particularités.

RÉFÉRENCES

- CORPELET D. et MONDAIN M. (1999). Particularités physiologiques de la voix de l'enfant. *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*. 12. 480 – 7.
- GELFER M.P., PAZERA J.F. (2006). Maximum duration of sustained /s/ and /z/ and the s/z ratio with controlled intensity. *Journal of Voice*. 20. 369-379.
- GILLIE-GUILBERT C. (2001). « Et la voix s'est faite chair ... » : Naissance, essence, sens du geste vocal. *Cahiers d'ethnomusicologie*. 14. 3 – 38.
- HIRANO M., KOIKE Y., VON LEDEN H. (1968). Maximum phonation time and usage during phonation. *Folia Phoniatrica* 20. 185 – 201.
- TAIT N.A., MICHEL J.F., CARPENTER M.A.. (1980). Maximum duration of sustained /s/ and /z/ in children. *Journal of Speech Hearing Disorder*. 45. 239-246
- TAVARES E., BRASOLOTTO A., RODRIGUES S., PESSIN A., MARTINS R. (2012). Maximum Phonation Time and s/z Ratio in a Large Child Cohort. *Journal of the voice*. 26. 171-177.
- WOISARD V., PERCODANI J., SERRANO E., PESSAY J.J. (1998), L'évolution de l'appareil phonatoire et la voix de l'enfant in : Fédération Nationale des Orthophonistes (éd.). *Rééducation orthophonique : les pathologies vocales chez l'enfant*. 194. 19-30.
- BRIN F., COURRIER C., LEDERLE E., MASY V. (2004). Dictionnaire d'Orthophonie. Isbergues : OrthoEdition.
- CORNUT G. (2009). La voix. Paris : PUF.
- DEJONG-ESTIENNE F. (1998). Voix parlée, voix chantée : examen et thérapie. Paris : Elsevier Masson.
- LE HUCHE F., ALLALI A. (2001). La Voix : anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole. Paris : Elsevier Masson.
- SERIEN S. ET THÉÉT A. (1991). Le profil vocal objectif : application à une population enfantine de 5 et 6 ans. Mémoire d'orthophonie. Université de Lille 2.