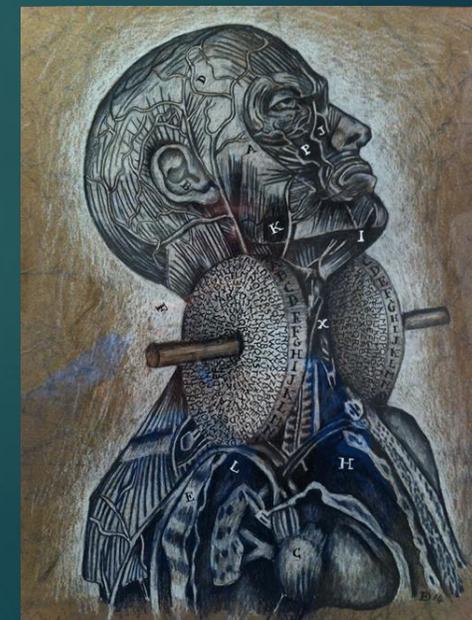


QUELQUES SPECIFICITES DE LA VOIX DE L'ENFANT

DR GÉRARD CHEVAILLIER
ORL-PHONIATRE, PARIS
WWW.DOCVADIS.FR/GERARD.CHEVAILLIER

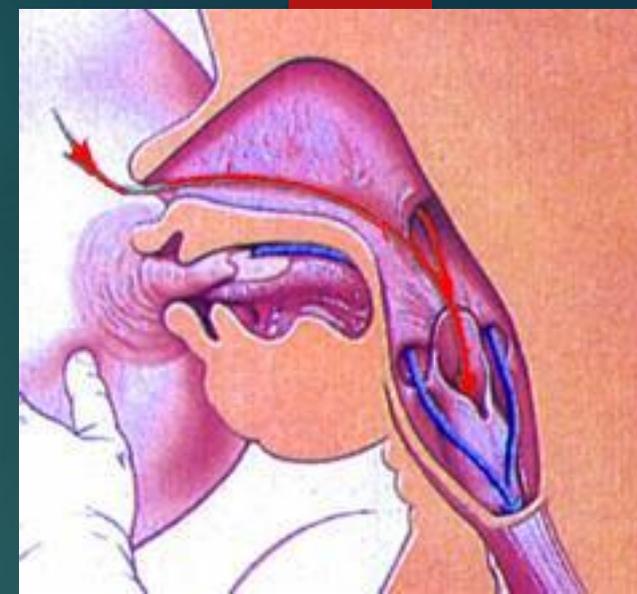


Développement de la production phonatoire

A la naissance

Priorité à la respiration et à la déglutition

- ▶ La structure cordale peu propice à la vibration
 - ▶ taille des plis vocaux 4,5 mm
 - ▶ pas de ligament vocal (Sato et al. 2001)
- ▶ Rôle des plis vocaux
 - ▶ induire une accélération du jet d'air
 - ▶ créer les conditions aérodynamiques propices à la vibration des structures supra glottiques (Nicollas et al. 2009, Nicollas et al. 2006)
- ▶ Nécessite un régime de pression sous-glottique très élevé car résistance glottique élevée et faible flux d'air (Nicollas et al. 2006)



es Maîtrises et filières Voix



A la naissance

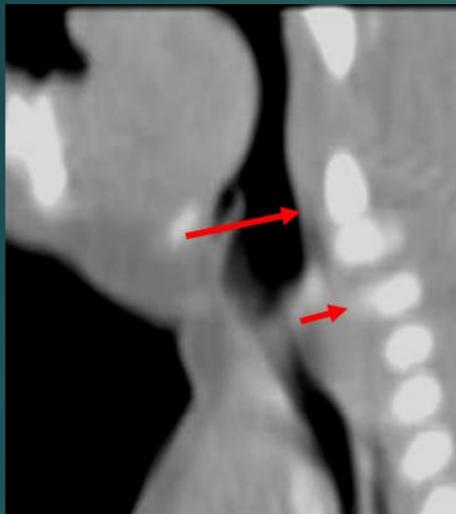


- ▶ Le cri d'une durée de 1 s en moyenne autour de 500 Hz
- ▶ Très riche en harmoniques aigus 3000 Hz
- ▶ Intensité autour de 90 dB
- ▶ Manifestations sonores inspiratoires
- ▶ Témoin de la décharge motrice
- ▶ Dans un contexte de grande hypertonie
- ▶ Innervation du muscle vocal avec fibres de type 2 contraction brèves et rapides

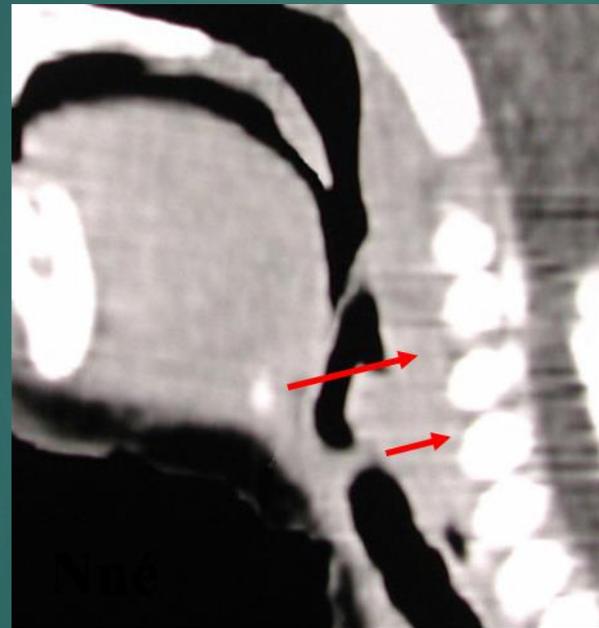
Pendant la première année

- ▶ Les deux premiers mois : **descente du larynx**
 - ▶ étendue de 5 demi-tons, glissandi ascendants
 - ▶ contraction lentes et durables, innervation du muscle vocal avec des **fibres de type 1**
- ▶ 3ème mois : conduites réflexes
 - ▶ le cri prend une fonction d'appel, début du dialogue mère-enfant
 - ▶ enrichissement du timbre
- ▶ du 4 ème au 6 ème mois : **Lallation**
 - ▶ découverte des jeux vocaux et du plaisir qui en découle
 - ▶ la voix s'aggrave et baisse en intensité, atteint 12 demi-tons
 - ▶ mise en place du mécanisme respiratoire

Descente du larynx



32 SA



Nouveau né



13 ans

13 ans

Descente du larynx dans le cou de la 3ème à la 7ème vertèbre cervicale

Pendant la première année

7

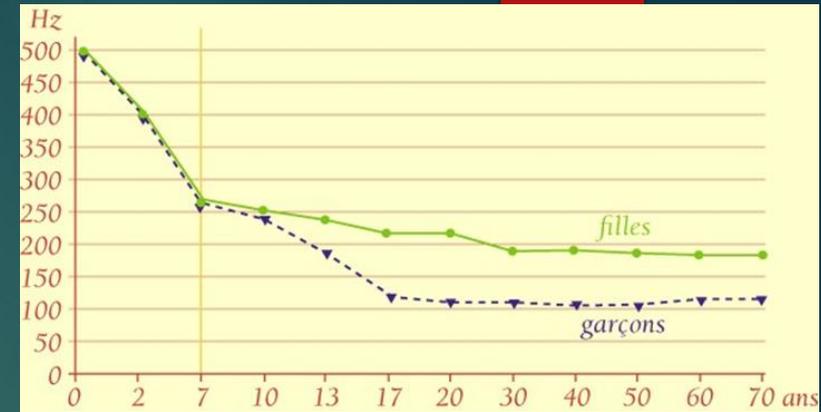
- ▶ A 7 mois
 - ▶ étendue de une octave, rythmes plus nets puis
 - ▶ imitation des sons entendus dans l'environnement : **mimétisme de la mélodie**
- ▶ A 8 mois sélection et canalisation des productions pour aller vers la **fonction de communication**
 - ▶ contrôle audio-phonatoire visuel et perceptif pour apprendre les positions articulatoires
 - ▶ rôle capital du feed-back positif de la mère
- ▶ A 1 an : **premiers mots**
 - ▶ canalisation des émotions par le vocal et moins par le moteur
 - ▶ la fréquence descend vers 400 Hz dû à la maturation du plis vocal et à l'abaissement du larynx

De 2 à 6 ans

- ▶ A 2 ans
 - ▶ la communication linguistique se développe
 - ▶ l'intonation supplée la syntaxe
 - ▶ L'étendue s'élargit autour de 2 octaves
- ▶ à 3 ans
 - ▶ l'enfant crie pour s'affirmer , début du **forçage vocal possible**
 - ▶ la F° est stabilisé vers 318 Hz
- ▶ entre 4 et 5 ans : Mise en place du **langage communicant**
 - ▶ la F° oscille autour de 300 Hz,
- ▶ à 6 ans : entrée au C.P.
 - ▶ imitation des voix de l'entourage
 - ▶ la voix se standardise peu à peu, étendue de 3 octaves

De 7 ans à 11 ans

- ▶ À 7 ans filles et garçons ont le même F° vers 270 Hz
 - ▶ sur deux voire trois octaves
 - ▶ les garçons ont une voix plus forte que les filles
 - ▶ leurs timbre les différencient
 - ▶ le contrôle de la voix se rapproche de celui de l'adulte
- ▶ Différenciation de la F° vers 8 ans, Garçons : 268 Hz, fille 295 Hz
- ▶ Les plis vocaux mesurent entre 8 et 12 mm vers 11 ans, Garçons : 188 Hz, filles 248 Hz
- ▶ Au total
 - ▶ maturation psychomotrice responsable de la maîtrise des muscles agonistes et antagonistes
 - ▶ maturation des différentes structures du pli vocal (couches sup et ligament)



Performances vocales

10

- ▶ Modifications morphologiques => **abaissement de la F^0** (Hirschberg 1999)

Naissance	450 Hz
5 ans	320 Hz
7 ans	286 Hz
8 ans	275 Hz



Performances vocales

- Modifications caractéristiques viscoélastiques du pli vocal => augmentation progressive du champ de variation de la fréquence laryngée

Nourrisson		5 demi-tons
12 ans	-Garçon	14 à 19 demi-tons
	-Fille	16 à 22 demi-tons

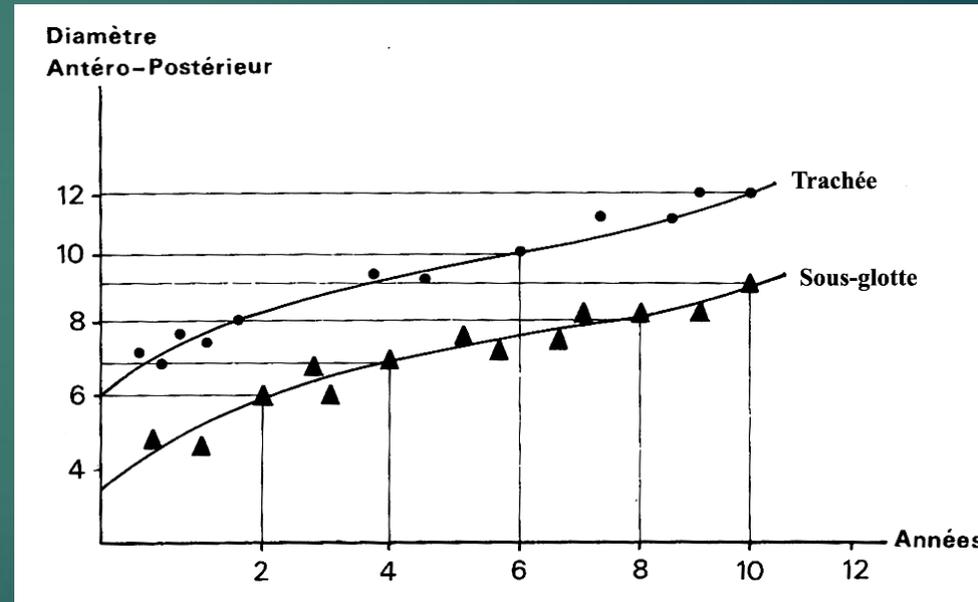


Développement de l'appareil phonatoire

Modifications morphologiques chez l'enfant

13

- ▶ Croissance laryngée => accélération pendant les **deux premières années de vie et la puberté**. Entre ces deux périodes, la croissance est linéaire
- ▶ Capacité vitale modeste => intensité vocale = **augmentation de la pression expiratoire**



Larynx du nouveau né

14

- ▶ Larynx globuleux de 2 cm
 - ▶ Epiglotte en spatule
 - ▶ Cartilage Thyroïde plat
- ▶ Glotte étroite de 6 mm cartilagineuse pour moitié
- ▶ Cordes larges et étroites : 4,5 – 5,5 mm
- ▶ Bandes ventriculaires épaisses
- ▶ Respiration abdominale
- ▶ Faible capacité respiratoire = forte pression pour crie

Différentiation sexuelle

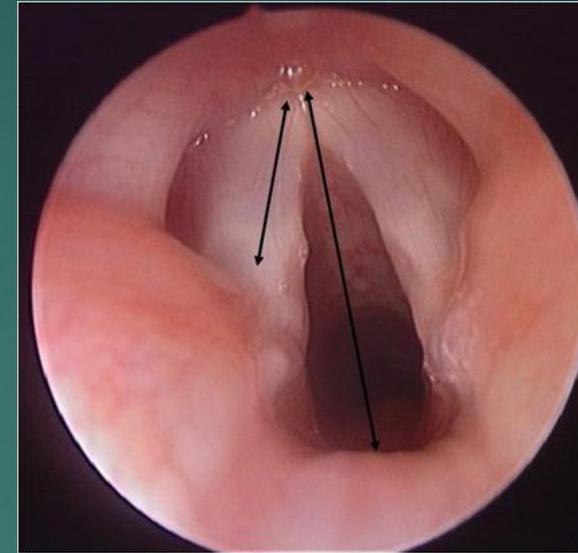
15

- ▶ Un **dimorphisme sexuel** de la taille cartilage thyroïde et ouverture glottique dès la naissance (Fayoux et al. 2008)
- ▶ l'angle antérieur du cartilage thyroïde est plus ouvert chez les filles que chez les garçons
- ▶ La partie membraneuse des cordes vocales est plus petite chez les filles que chez les garçons

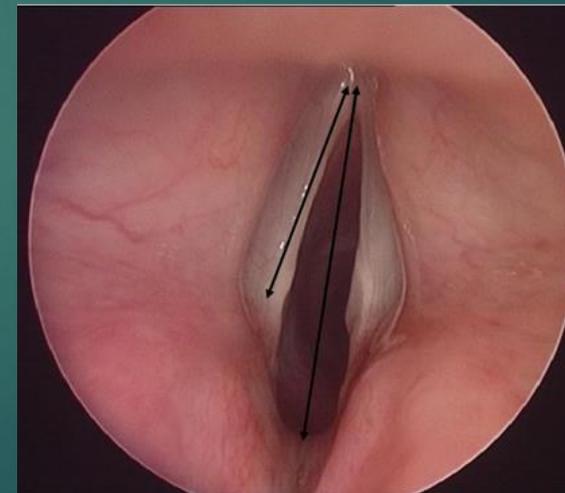
=> pas de différence fonctionnelle

Evolution du pli vocal

- ▶ Modification des proportions relatives des CV
- ▶ Modifications progressives des proportions des types collagène et fibres musculaires
- ▶ Développement des structures fibro-élastiques contrôlé par les macula flava sous la dépendance des tensions induites par les vibrations vocales (Sato et al. 2008) +++



Nouveau-né



11 ans

Evolution du pli vocal

17

- ▶ Développement de la Lamina Propria de type «adulte» avec sa **structure globalement tri-lamellaire** se fait progressivement jusque vers l'âge de 6 à 8 ans jusque vers 15 ans (Ishii et al. 2000)
- ▶ Mode vibratoire cordal définitif
- ▶ Structure tri-lamellaire à partir de 12 ans mais **organisation définitive vers 17 ans** (Ishii et al. 2000)

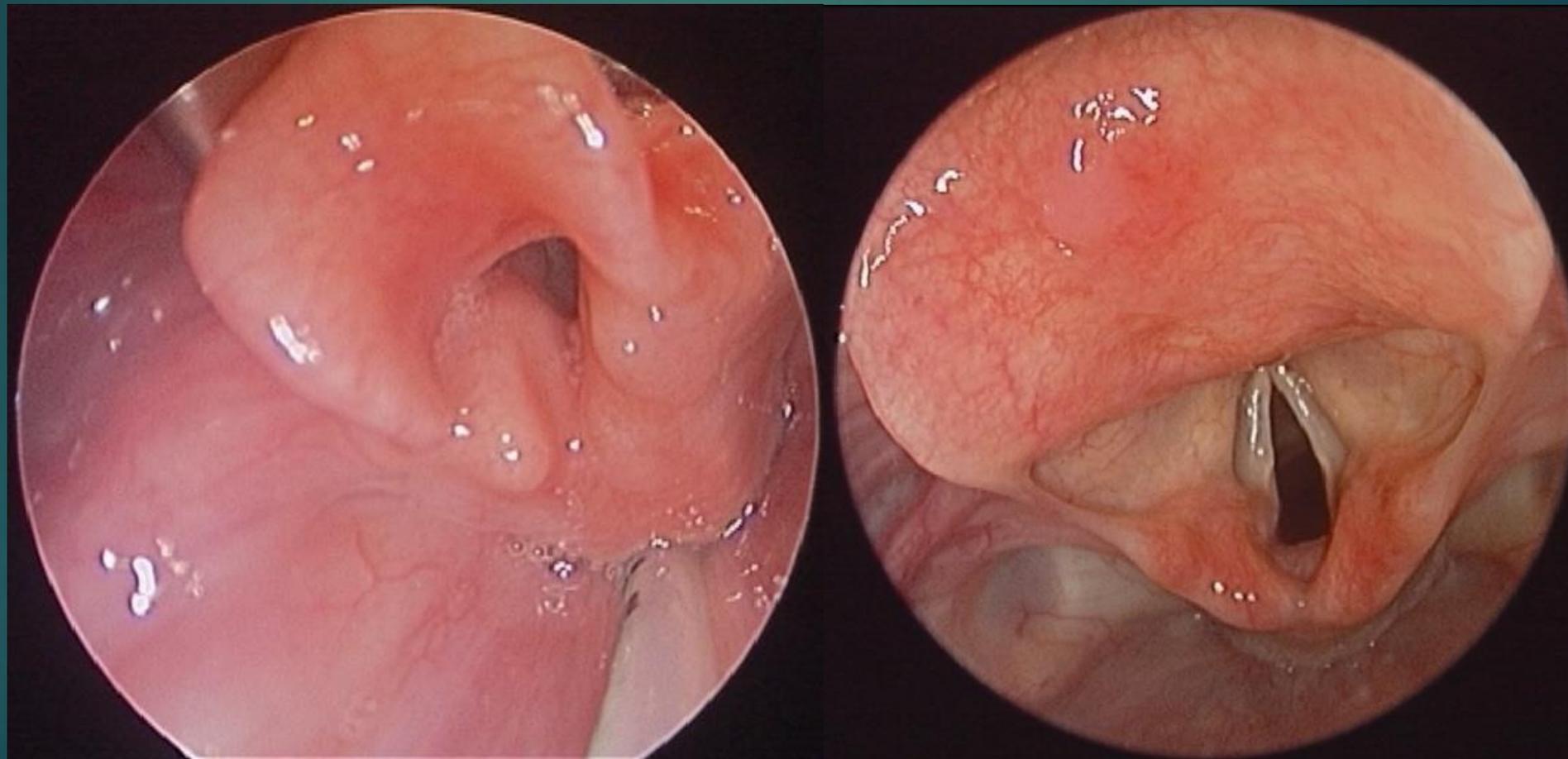
Evolution du « conduit vocal »

18

- ▶ Structures supra-glottiques
- ▶ Modifications morphologiques importantes durant les 5 premières années
- ▶ Descente du larynx (Boe et al. 2007, Vorperian et al. 2007) = fondamental pour la production de la parole, chez l'homme moderne (Lieberman et al. 2001)

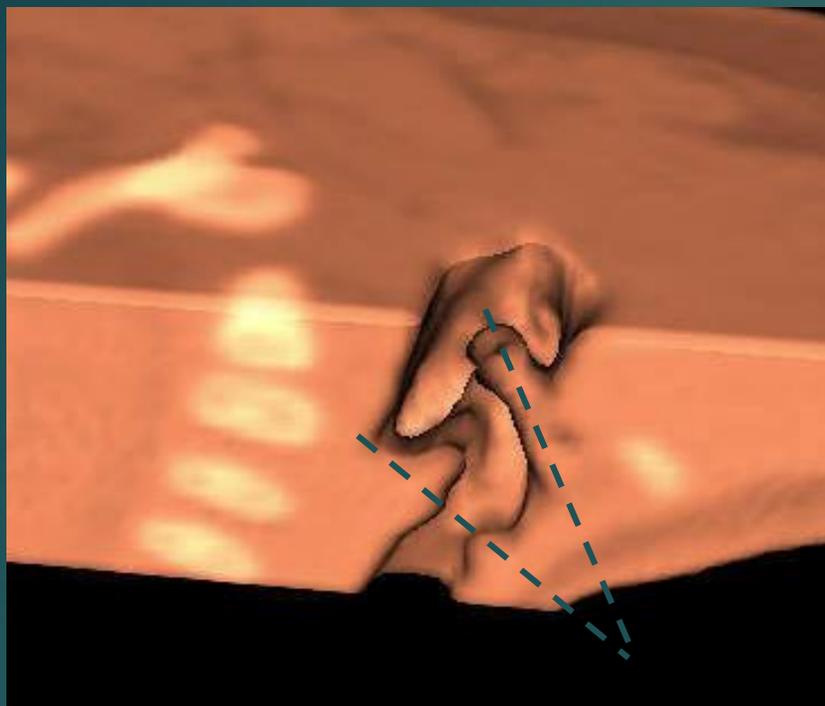
Evolution du « conduit vocal »

19

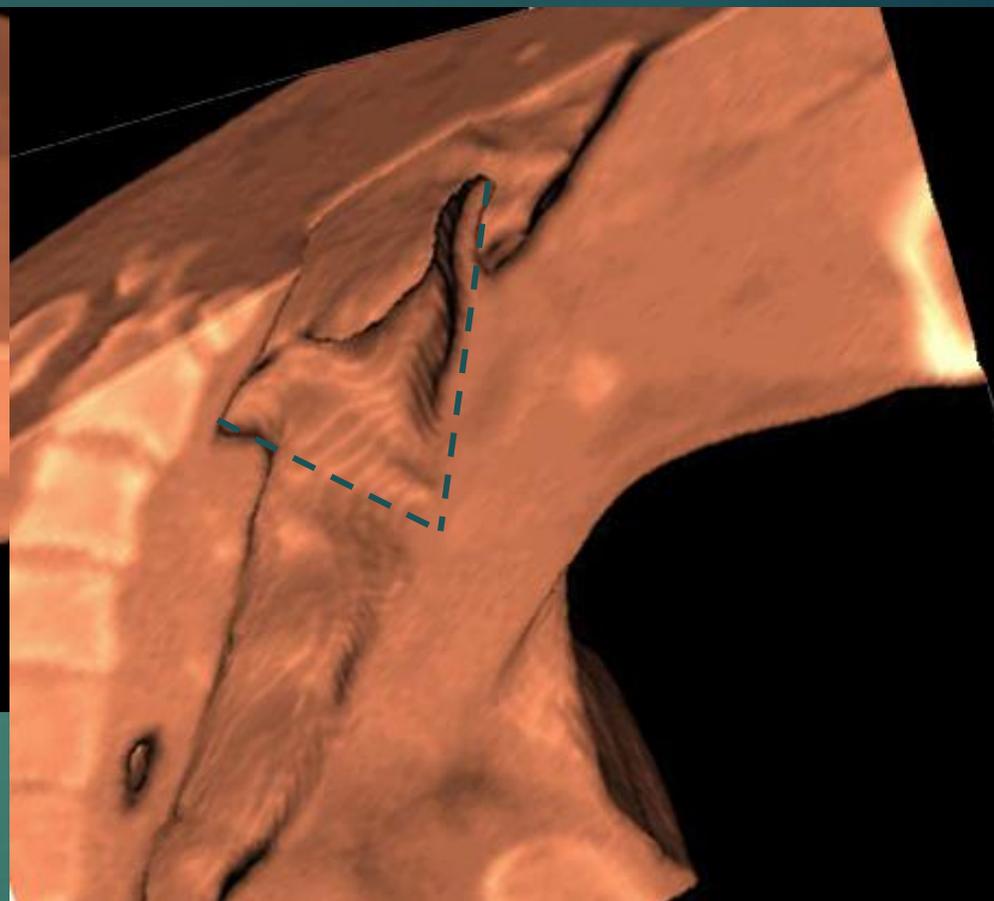


Nouveau-né

4 ans

**Nouveau né**

P Fayoux

Enfant**Modification de l'angle glotto-épiglottique**

Soudure de la boîte crânienne

21



Augmentation du volume de la cavité buccale

Evolution des résonateurs

22

- ▶ Diminution de la musculature latérale, diminution du volume lingual, augmentation de la mobilité latérale (Iskander et al.2003)
- ▶ Désenclavement vélo-laryngé
- ▶ Élargissement cavités oro et rhino-pharyngées
- ▶ Modification de l'angulation du cavum
- ▶ Elargissement des fosses nasales
- ▶ Pneumatisation cavités sinusiennes

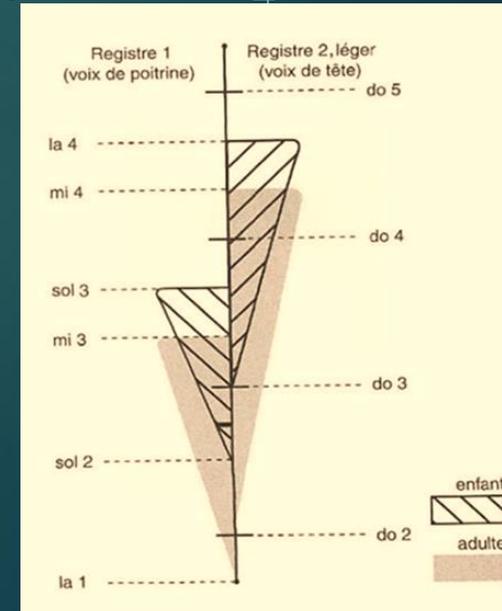


Mécanismes vocaux de l'enfant

23

- ▶ La voix parlée et chantée utilisent le **même mécanisme**
- ▶ Le **M2 est souvent le mécanisme privilégié** jusqu'à la mue : 25 demi tons, intensité et dynamique plus forte en M2
- ▶ Le **M1 est déjà présent chez l'enfant avant la mue** mais peu utilisé (non travaillé en conservatoire)
- ▶ Zone de **recouvrement M1/M2** : 8 demi tons
- ▶ **M1 devient mécanisme privilégié en cas de raucité infantile**
- ▶ Le M3 est parfois retrouvé (B Roubeau 2013)

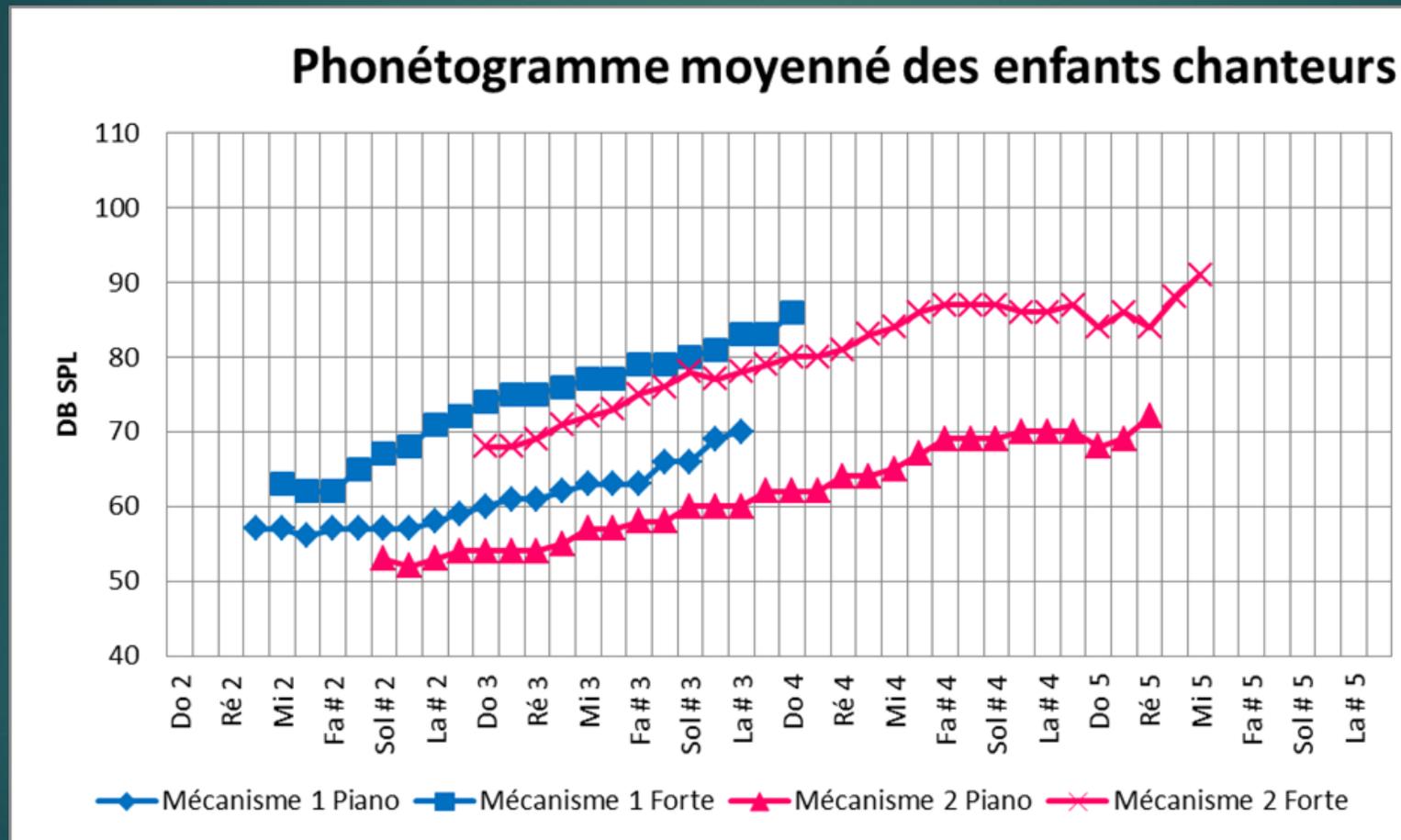
5ème Rencontres des Maîtrises et
11/07/2017



Phonétogramme moyenné d'enfants chanteurs âgés de 8 à 15 ans : 32 demi tons

24

5ème Rencontres des Maîtrises et filières Voix
11/07/2017

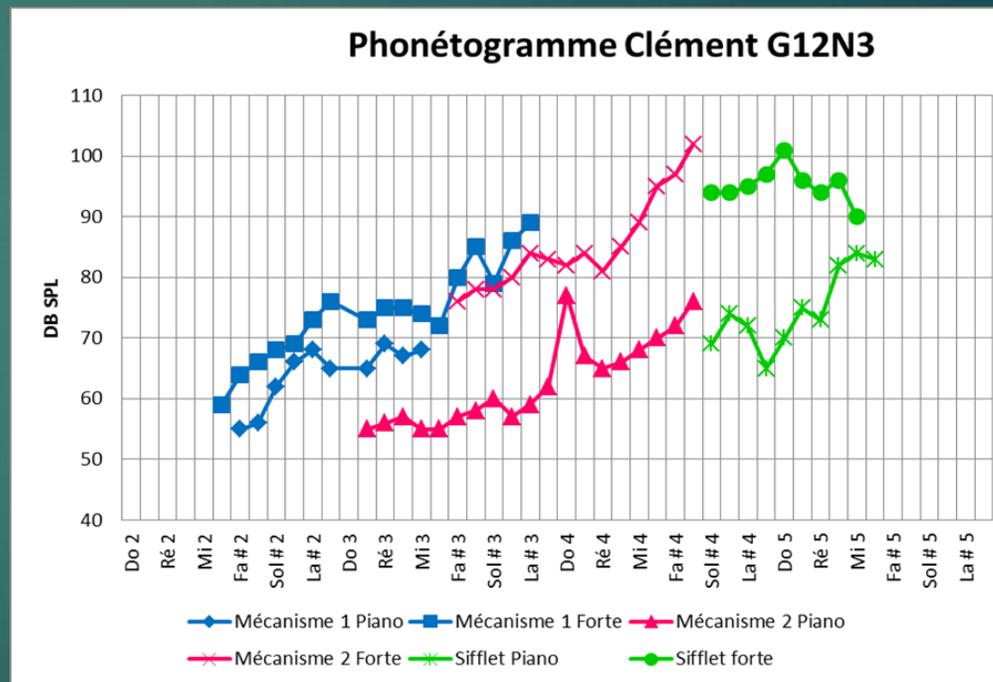
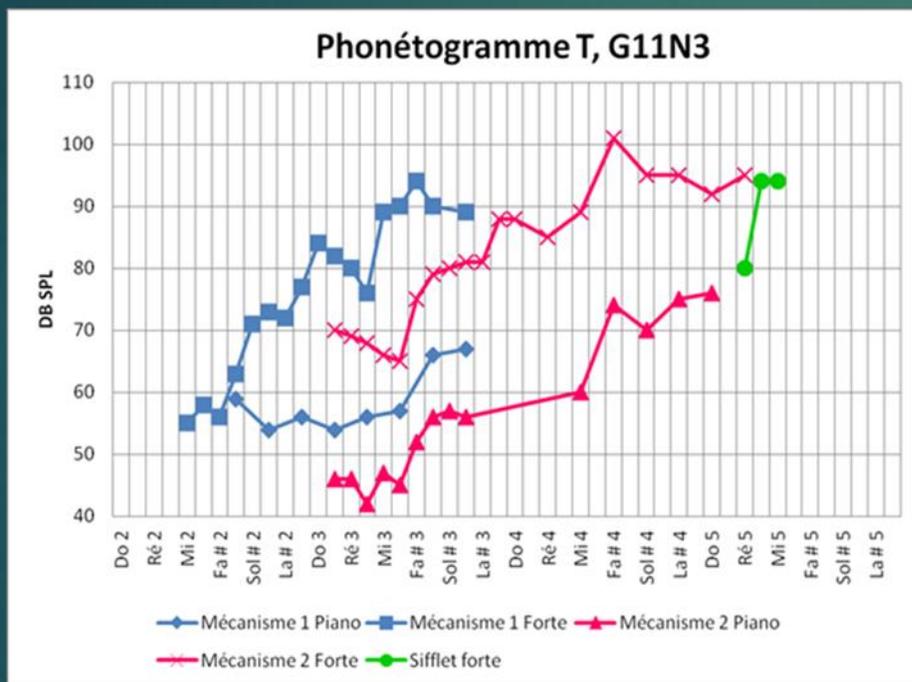


B Roubeau 2013

Phonétogramme par registre

25

5ème Rencontres des Maîtrises et filières Voix
11/07/2017



Phonétogramme d'un garçon de 11 ans niveau 3

Phonétogramme de Clément, 12 ans classé niveau 3.

Caractéristiques comparatives

26

- ▶ M1 en demi tons
 - ▶ **Enfant 15**
 - ▶ Femme 19
 - ▶ Homme 29 ***
- ▶ M2
 - ▶ **Enfant 25**
 - ▶ Femme 30
 - ▶ Homme 29
- ▶ Recouvrement > chez les adultes
 - ▶ **Enfant 8 *****
 - ▶ Femme 15
 - ▶ Homme 17
- ▶ Dynamique
 - ▶ **Enfant 18 dB en M2**
 - ▶ Femme 24
 - ▶ Homme 32
- Proches en M2

Synthèse sur les mécanismes

27

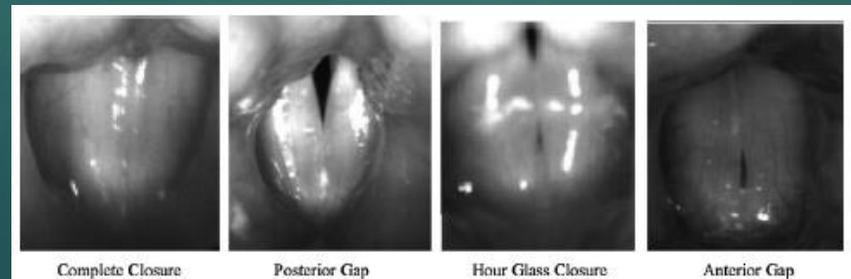
5ème Rencontres des Maîtrises et filières Voix
11/07/2017

- ▶ Le M1 est présent avant la mue
- ▶ Le M2 est le plus développé en étendue, intensité, dynamique et aire
- ▶ Recouvrement d'étendue
- ▶ Etendue voisine par rapport à l'adulte mais **dynamique plus faible**
- ▶ Tessiture plus restreinte, augmente à l'âge adulte vers le grave
- ▶ **Indépendance de l'âge et du sexe chez les chanteurs** ; chez non chanteur les garçons sont > aux filles
- ▶ Meilleure étendue, dynamique et aire chez les chanteurs / non chanteurs

Physiologie vocale

- Configuration glottique (Patel et al. 2012)

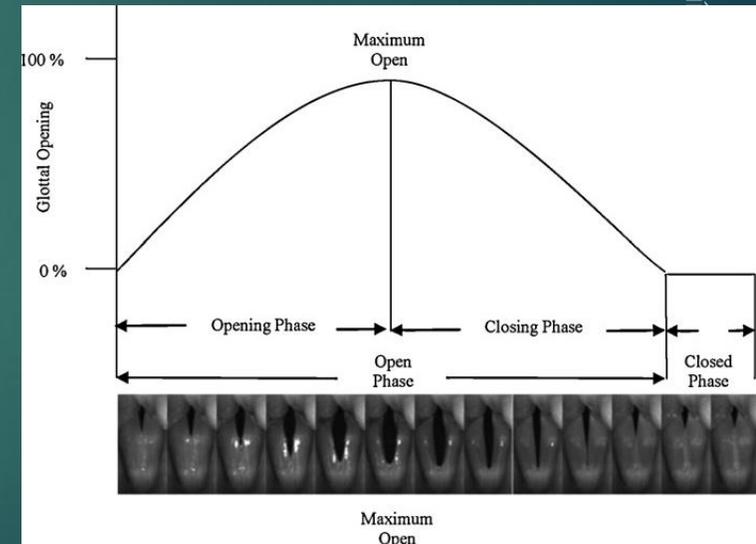
Configuration	Enfant		Adulte	
	Fille	Garçon	Femme	Homme
Fermeture complete	7	10	2	39
Fuite postérieure	85	68	75	54
Fuite antérieure	8	0	19	3
mixte	0	12	4	4



Physiologie vocale

- ▶ Cycle vocal
(Patel et al. 2012)

Phase de fermeture	Groupe d'âge	
	enfants	adultes
50-50%	19,64%	32,14%
>50%	80,36%	39,29%
<50%	0%	28,57%



Période pubertaire

Puberté

- ▶ A la puberté le larynx grandit très vite une nouvelle fois (Fuchs 2008)
 - ▶ sous l'effet des hormones sexuelles
 - ▶ de facteurs génétiques
 - ▶ Facteurs alimentaires
 - ▶ de l'état général
 - ▶ facteurs socio-économiques
- ▶ En lien avec une **nouvelle recherche d'identité**, un nouveau corps
- ▶ Croissance est plus rapide chez le garçon que chez la fille

Puberté

32

5ème Rencontres des Maîtrises et filières Voix
11/07/2017

- ▶ Phase de maladresse psychomotrice et psycho-affective
 - ▶ instabilité : couacs pouvant durer de qqes jours à qqes mois
- ▶ Phase de stabilisation
 - ▶ utilisation du M1 dans l'octave 2 pour le garçon
 - ▶ Utilisation du M1 dans l'octave 3 pour la fille
- ▶ innervation **uni-neuronale et plurisynaptique** => meilleur contrôle de la modulation

Modifications structurelles

- ▶ Les **plis vocaux s'allongent et s'épaississent** : de 12-15 mm
 - ▶ 17-23 mm pour le garçon
 - ▶ 12.5-17 mm pour la fille
- ▶ Le larynx se stabilise dans le cou **vers C7**
 - ▶ saillie de la pomme d'Adam chez le garçon : **90°**
 - ▶ chez la fille l'angle reste ouvert : **120°**
- ▶ Développement des **résonateurs** avec diminution des Végétation Amygdales
- ▶ développement de la **cage thoracique** et du maximum d'alvéoles pulmonaires, maturation finie vers 18-20 ans

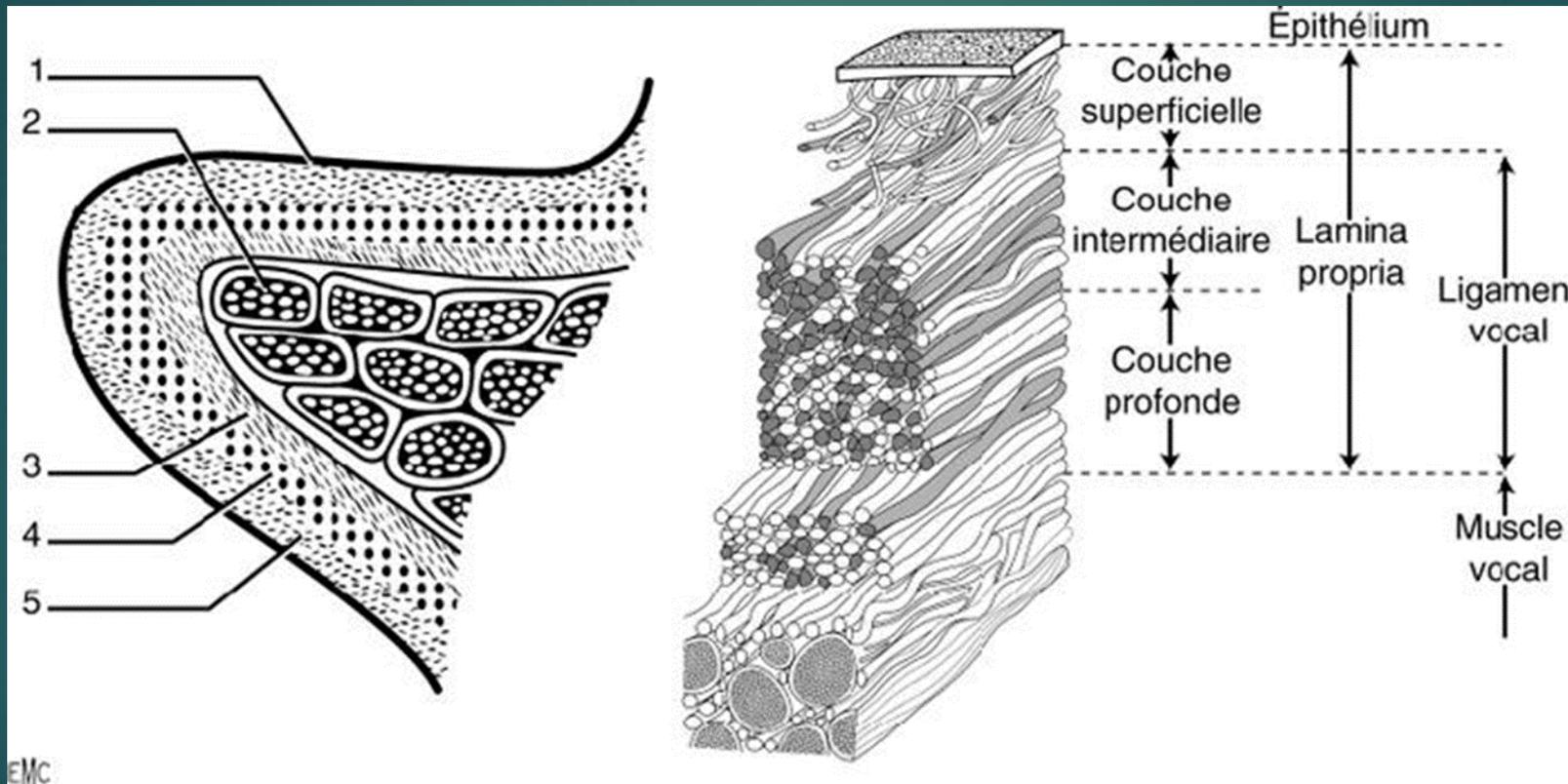
Evolution du pli vocal

34

Lamina Propria définitive vers 17 ans en 3 couches

- ▶ couche superficielle: lâche = espace décollable de Reinke
- ▶ couche intermédiaire: fibres élastiques
- ▶ couche profonde: plus rigide, riche en collagène = ligament vocal

Evolution du pli vocal

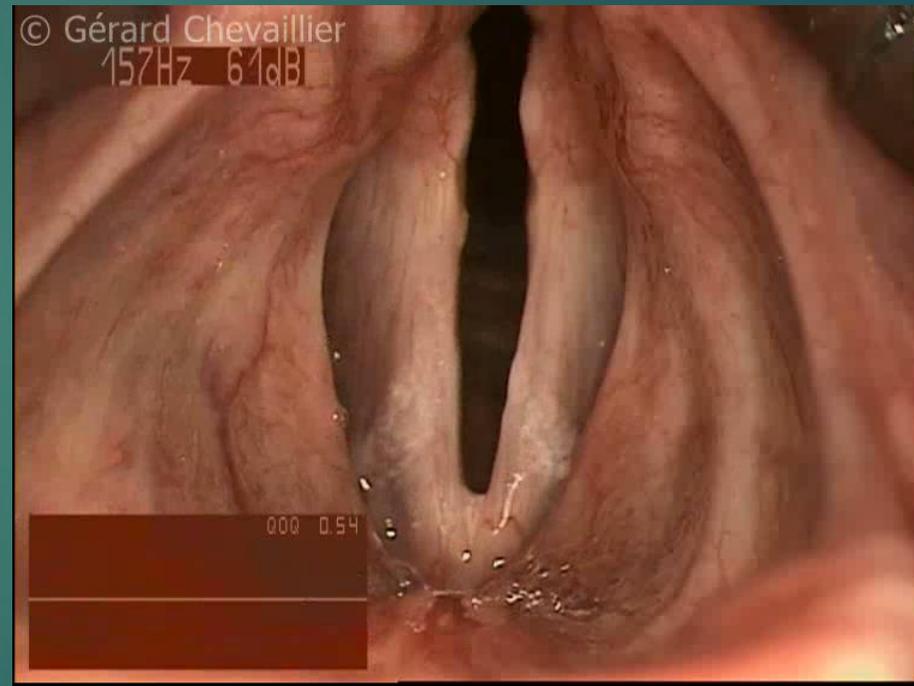


EMC

Performances vocales

36

- ▶ Modification rapide mais non synchrone entre la longueur et l'épaisseur des cordes (Fuchs 2008)
- ▶ Adaptation flux expiratoire et production vocale
- ▶ Instabilité vocale (Guimares 2010)



Performances vocales

37

- ▶ Modification rapide des caractéristiques vocales en trois à six mois
- ▶ Modifications de la voix plus nettes chez le garçon que chez la fille au moment de la puberté
- ▶ La voix des filles baisse d'en moyenne **2,4 demi-tons**, avec un fondamental moyen de **210 Hz**
- ▶ le fondamental laryngé du garçon baisse d'en moyenne **une octave**, pour atteindre **120 à 130 Hz**
- ▶ Le **M1** devient le registre privilégié
- ▶ **Conservation du registre de tête (MII)**
- ▶ Augmentation de **puissance et de timbre**

Quelques conseils au moment de la mue

38

5ème Rencontres des Maîtrises et filières Voix
11/07/2017

- ▶ Pas d'interdiction de chanter
- ▶ Chez la garçons apprendre les nouvelles sensations vibratoires du grave, c'est théoriquement plus facile pour les futurs ténors
- ▶ Travailler le passage M1-M2, glissandi, crescendi, bouches fermées
- ▶ Si le M2 est toujours praticable, continuer, sinon transposer à l'octave inf
- ▶ Si le M1 est déjà là il est souvent étroit : une octave la1- la2, transposition à la tierce ou quinte
- ▶ Chez les filles moins de problème car l'ambitus change peu, tenir compte des règles qui peuvent aggraver temporairement la voix

Cas de dysodie

39

5ème Rencontres des Maîtrises et filières Voix
11/07/2017



- ▶ Garçon 15 ans
- ▶ Chante comme hobby depuis 3 ans, pas de cours de chant
- ▶ Entre au conservatoire, le prof trouve qu'il y a de l'air sur la voix
- ▶ Lui même trouve sa voix cassée et ça l'inquiète
- ▶ Sa voix de tête est cassée, tessiture étroite
- ▶ Nodule en fuseau bilatéral
- ▶ orthophonie



Un cas de dysodie chez la fille au moment de la mue

- ▶ Fille 13 ans chante depuis 6 ans en maîtrise
 - ▶ Pas de fatigue, chante soprane
 - ▶ Vidéolaryngostroboscopie : cvn
- ▶ 14 ans chante bien et pas de fatigue vocale
 - ▶ Entre au chœur d'enfant de la maîtrise de ND Paris en soprane
 - ▶ Vidéolaryngostroboscopie : petit serrage au tiers moyen
 - ▶ Au total : à surveiller
- ▶ 15 ans passe en première, l'année s'est bien passée
 - ▶ N'a pas senti la mue, pas de fatigue anormale
 - ▶ a plus de puissance vocale
 - ▶ peu de modification dans l'étendue
 - ▶ chante en soprano 2+ peut chanter un peu alto dans chœur jeune ensemble
 - ▶ ressent un passage sur le mi-fa3, et au ré 4
 - ▶ Vidéolaryngostroboscopie : Belles cv plus de serrage



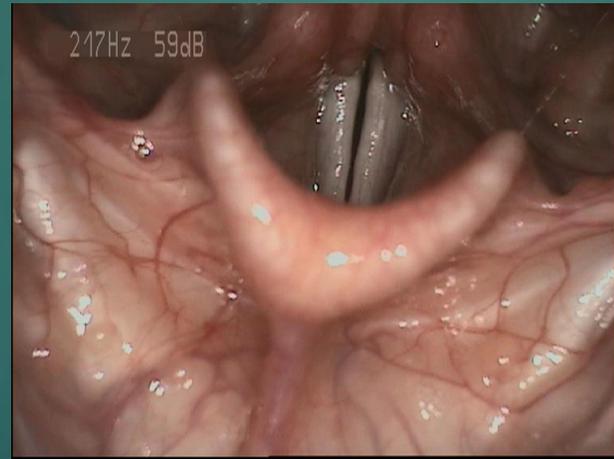
Vidéostroboscopies

41

2014



2016



2017



Conclusion

- ▶ Evolution continue de la morphologie et de la structure du larynx depuis la période prénatale jusqu'à la puberté
- ▶ Particularités de la physiologie et de la production vocale de l'enfant
- ▶ Connaissances nécessaires pour le travail du chant le diagnostic et la prise en charge des troubles vocaux de l'enfant

- ▶ La voix de l'enfant et ses troubles fonctionnels *Enfances et psy*, G Chevaillier, 2013/1 N°58, p. 15-28 DOI : 10.3917/ep.058.0015
- ▶ *Folia Phoniatr Logop* 2004;56:321–333 (DOI:10.1159/000080068) Phonétogramme par registre laryngé Roubeau B.a · Castellengo M.b · Bodin P.a · Ragot M.a
- ▶ Phonétogrammes des mécanismes vibratoires laryngés chez l'enfant <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00873438/document>
- ▶ Histologic structure and development of the laryngeal macula flava. Fayoux P, Devisme L, Merrot O, Chevalier D, Gosselin B. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2004 Jun;113(6):498-504.
- ▶ Prenatal and early postnatal morphogenesis and growth of human laryngotracheal structures. Fayoux P, Marciniak B, Devisme L, Storme L. *J Anat*. 2008 Aug;213(2):86-92.
- ▶ La voix de l'enfant Jocelyne SARFATI, Anne-Marie VINTENAT, Catherine CHOQUART SOLAL