

Dr Gérard CHEVAILLIER
O.R.L.-Phoniatre
module 2 : Phonation

LES REGISTRES DE LA VOIX HUMAINE

Les deux types de registres

- Les registres laryngés : font référence à une mécanique vibratoire des cordes vocales avec perte brutale du contrôle de la F° lors du changement de mécanique = **passage registral**
- Les registres résonanciels : font référence à une action sur le timbre vocal sans perte de contrôle de la F°

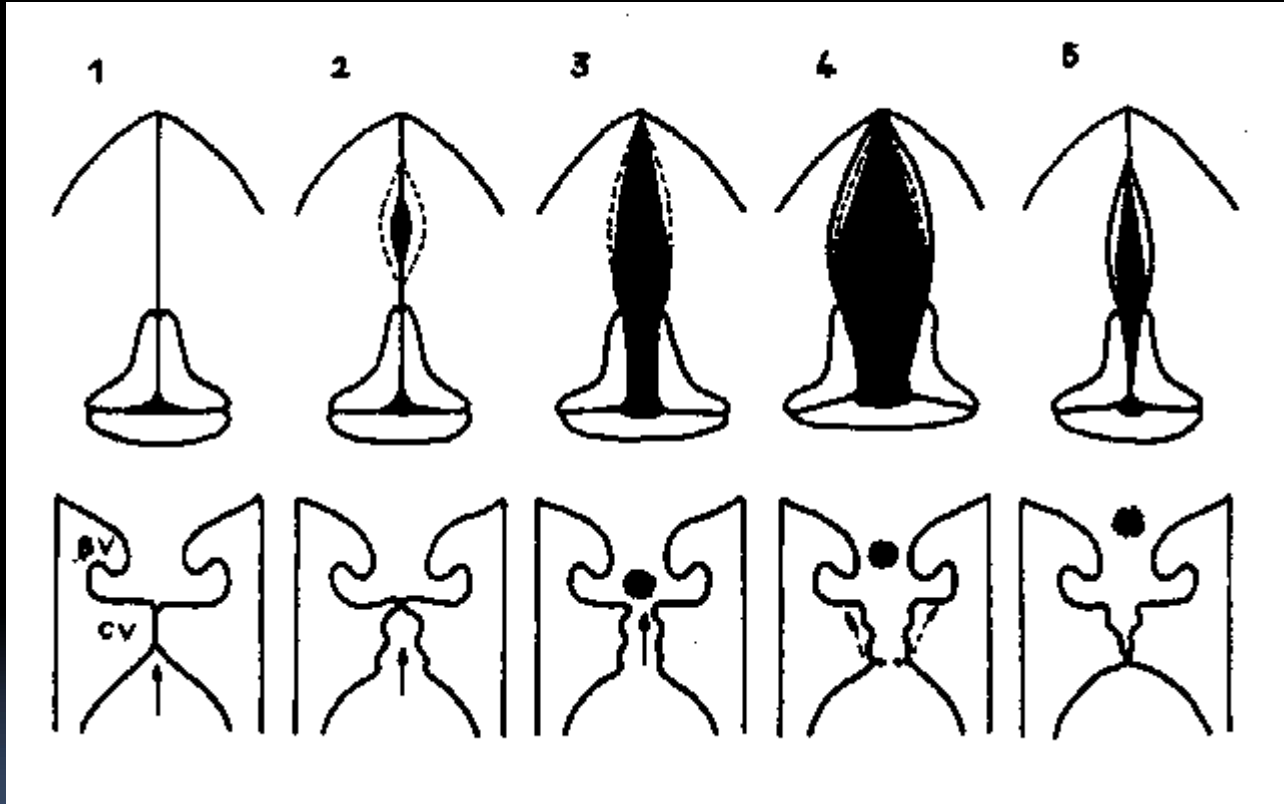
Les registres laryngés

- Ils avaient déjà intéressé HUSSON qui les expliquait par le déphasage des différentes fibres nerveuses : régime mono- bi- tri- quadriphasé
- Quatre mécaniques vibratoires sont décrites pour pouvoir balayer le spectre vocal qui s'étend de 16 Hz à 20000Hz

Mécanisme 1


- Mécanisme lourd de W. Vennard : c'est le mécanisme en bourrelet épais, l'ouverture intéresse toute la corde vocale jusqu'aux aryténoïdes
- Forte pression, débit faible
- dynamique réduite dans le haut du registre *pp* difficiles, forte intensité dans le médium

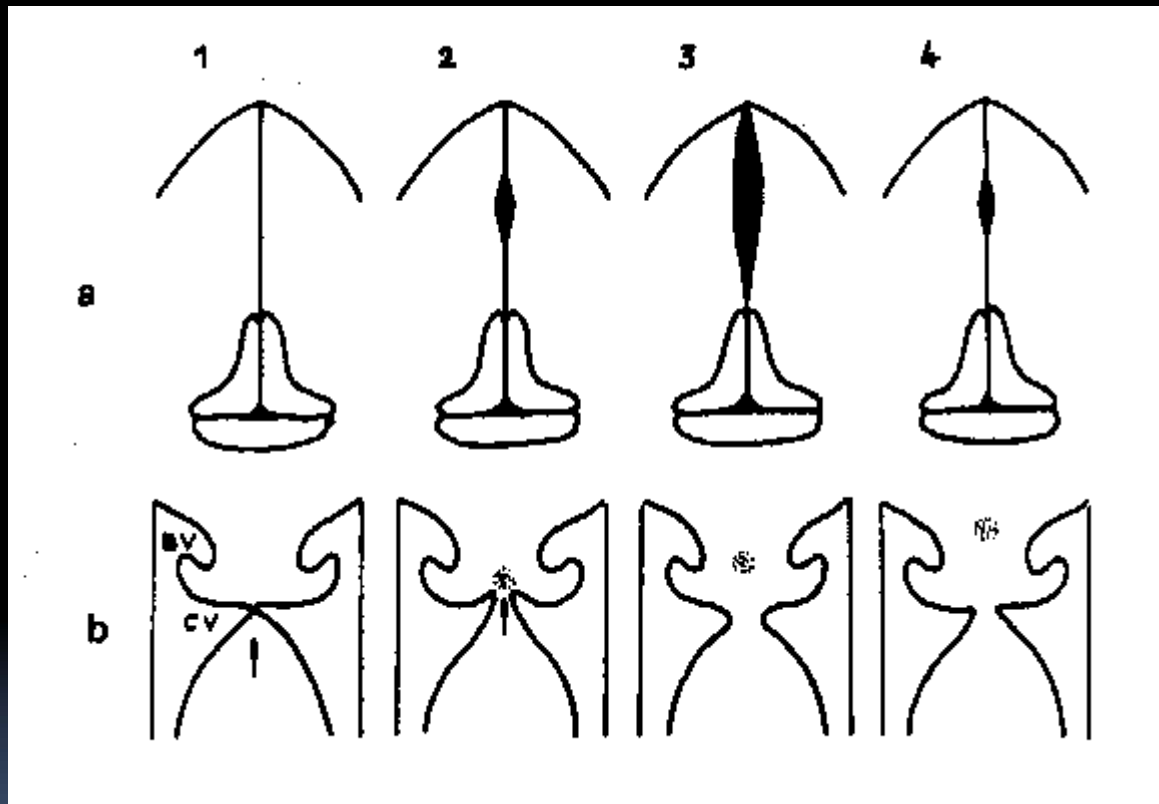
- Forte activité du muscle vocal avec l'augmentation de la tonalité / au CT donc le corps de la C.V. est + raide que les autres couches
- Augmentation de la compression médiane avec la montée du registre
- La muqueuse est souple et vibre amplement sur tout le registre
- Souvent appelé « registre de poitrine » par les chanteurs (100 – 400 Hz)



Mécanisme 2

- Mécanisme léger de W. Vennard : c'est le mécanisme en bourrelet mince avec position accolée des aryténoïdes, ce qui limite la portion vibrante
- Pression basse, débit élevé
- Intensité plus faible qu'en mécanisme 1
- Timbre moins riche à hauteur égale

- 
- Faible activité du muscle vocal, forte activité du CT d'où fermeture incomplète de la glotte
 - Etirement max. des autres couches
 - Augmentation de la compression médiane avec la montée du registre
 - La muqueuse est étirée passivement et vibre avec peu d'amplitude
 - Souvent appelé « registre de tête » par les chanteurs (300 – 700 Hz)



Mécanisme 0

- Registre de fry (vient de friture)
- Fait participer plus ou moins les bandes ventriculaires
- Activité min. du muscle vocal et du CT
- Toutes les couches sont détendues et souples
- Importante compression latérale

mécanisme 0

- Mécanisme dit de « Fry »
- les cordes vocales sont très épaisses et peu tendues
- Pression sous glottique basse
- La vibration est caractérisée par une durée d'ouverture glottique très brève
- Ce mécanisme permet de réaliser les fréquences les plus basses autour de 40-80 Hz



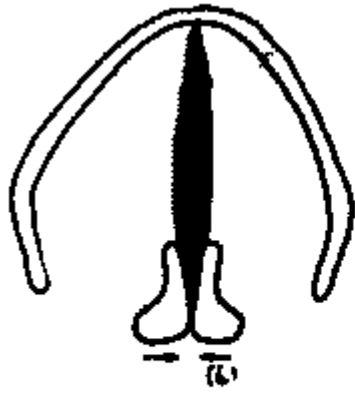
mécanisme 0

- Importante masse vibrante
- Grandes amplitudes vibratoire de la muqueuse
- Pression sous glottique faible
- Elle est utilisé essentiellement en parole en fin de phrase, dans les chants des femmes Xhosa et très peu en chant lyrique occidental
- Synonyme : voix de friture, strohbass, voix roulée

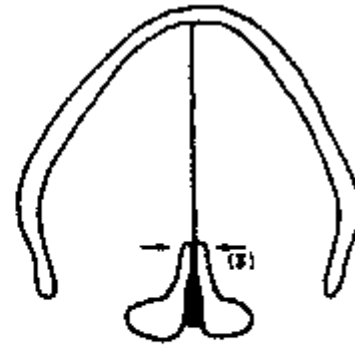


Mécanisme 3

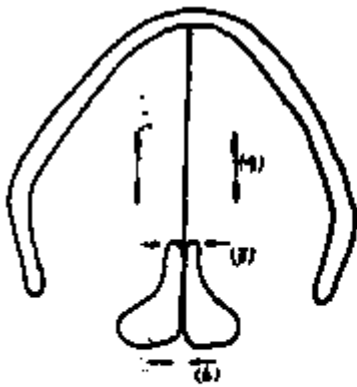
- Registre de sifflet 600 - 1000 Hz
- La portion vibrante est très réduite, l'amplitude vibratoire est faible
- Peu étudié, il existe chez les deux sexes



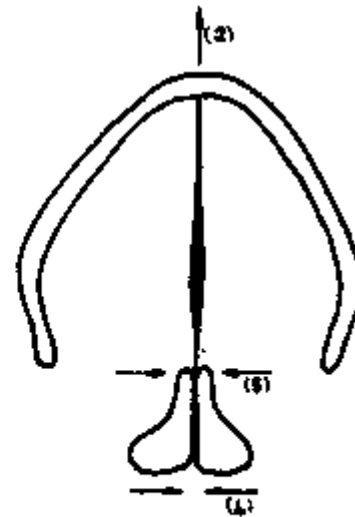
Stroh bass




Sifflet

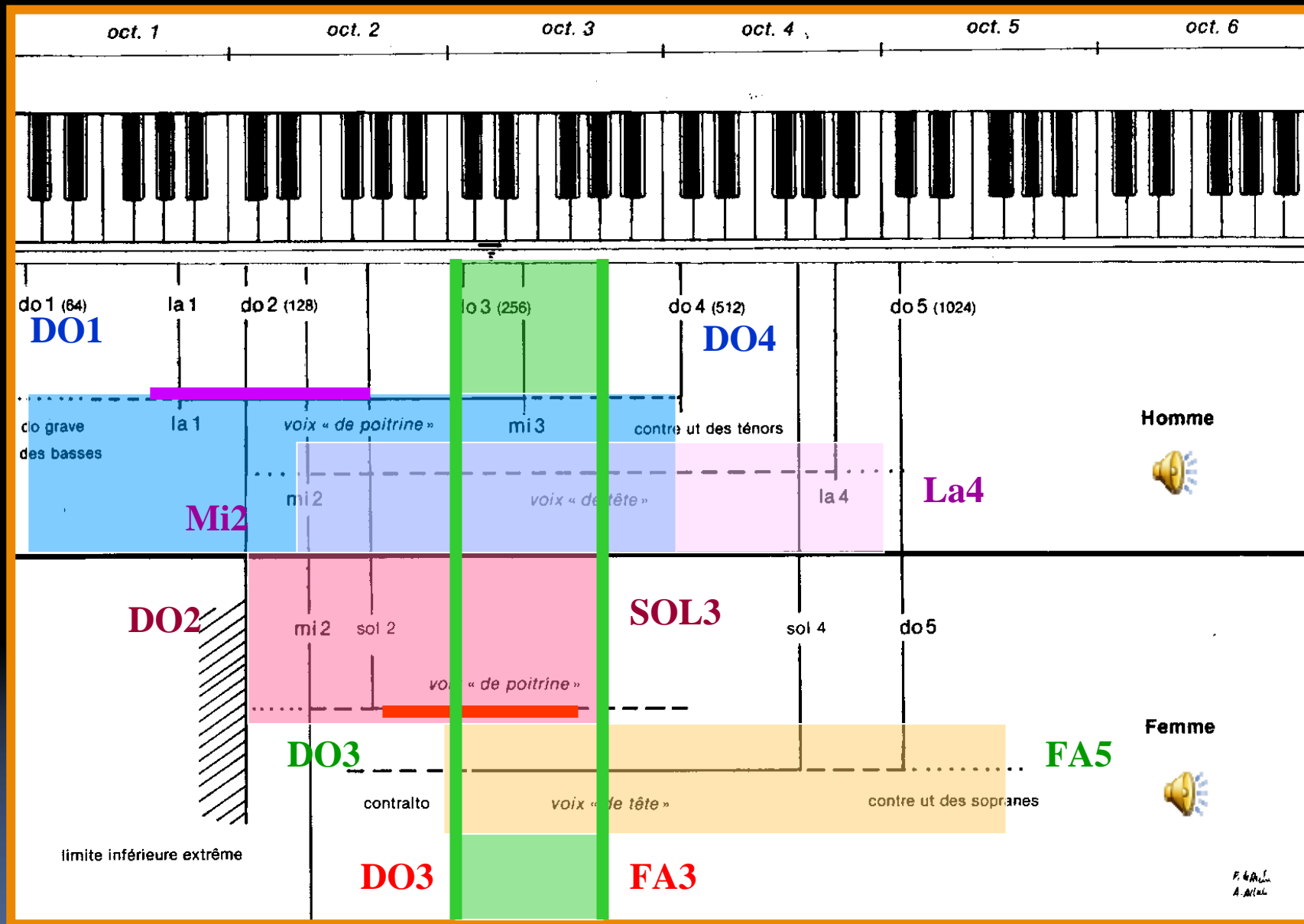


*Registre de poitrine
mécanisme « lourd »*



*Registre de fausset
(mécanisme « léger »)*

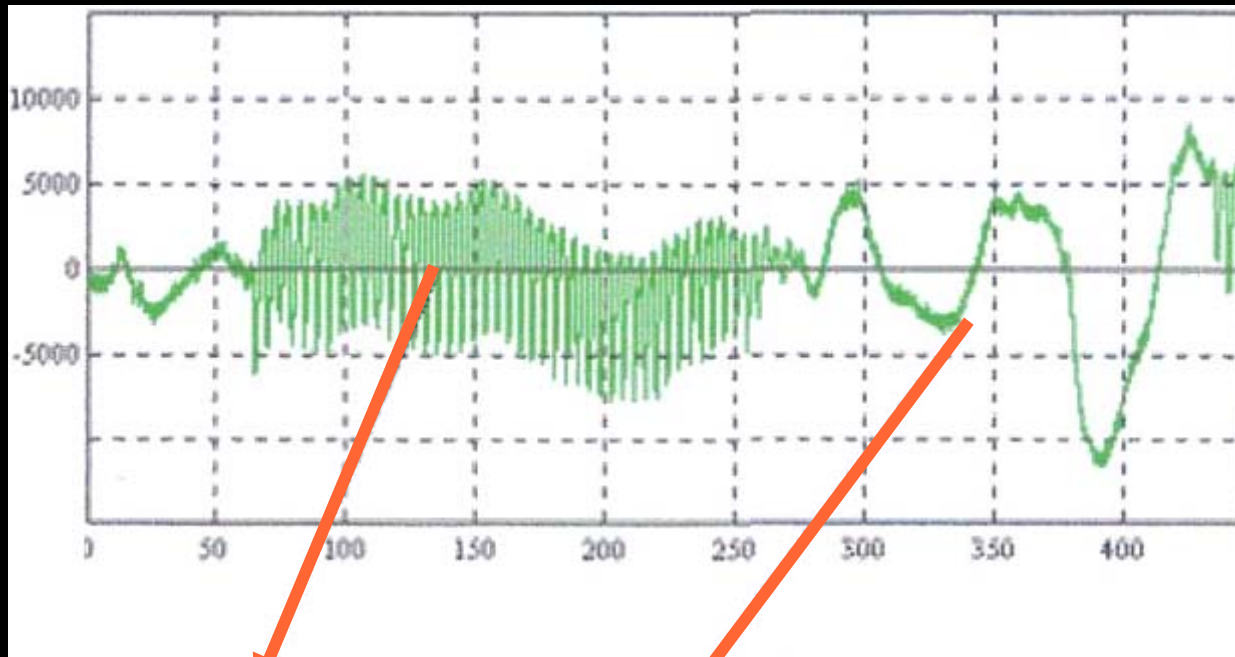
- 
- La voix humaine est capable d'émettre la même note dans deux registres voisins = **zone de chevauchement des registres**
 - Dans les registres dit de « poitrine » et de « tête », ce chevauchement peut atteindre 2 octaves



ELECTROGLOTTOGRAPHI E (E.G.G.)


- L'électroglottographe ou EGG est un dispositif qui permet d'obtenir une image de l'accolement et de l'ouverture des cordes vocales au moyen de la mesure de l'impédance électrique entre deux électrodes placées de part et d'autre du larynx.
- Il ne donne pas une information réelle de la surface d'ouverture de la glotte
- Il permet par contre une très bonne représentation du cycle d'oscillation des cordes vocales
- Permet une bonne mesure de sa fréquence

- Le signal EGG se présente sous la forme d'une onde caractérisée par :
 - une modulation rapide, synchrone avec le cycle d'ouverture et de fermeture des cordes vocales
 - une modulation lente, révélatrice des mouvements du larynx qui traduit les mouvements lents du larynx (basse fréquence)
(ex: déglutition) ou des mouvements de rotation du cou (artefact de mesure)



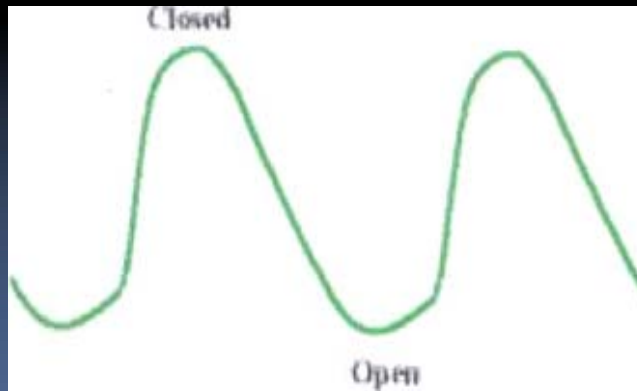
modulation rapide : voix

mouvements lents du larynx

- 
- Afin d'analyser convenablement le signal, il est nécessaire d'effectuer un filtrage :
 - filtrage pour obtenir la composante de voisement :
 - filtre passe-haut (coupure à 6 Hz)
 - filtre passe-bas anti-repliement (coupure à 8 kHz)
 - filtrage pour obtenir la composante de déglutition :
 - filtre passe-bas (Butterworth, 4^e ordre, coupure à 10 Hz)

Phase du signal E.G.G

- Le sens (phase) du signal EGG enregistré est extrêmement important.
- Les parties hautes de la courbe peuvent indiquer selon les configurations :
L'accolement ou l'ouverture



L'accolement



L'ouverture

Le sens du signal EGG dépend :

- du système d'électroglottographie : avec le *Laryngograph*® le signal indique l'accolement des cordes vocales
- de la carte d'acquisition (qui peut effectuer une inversion du signe lors de l'enregistrement des signaux)

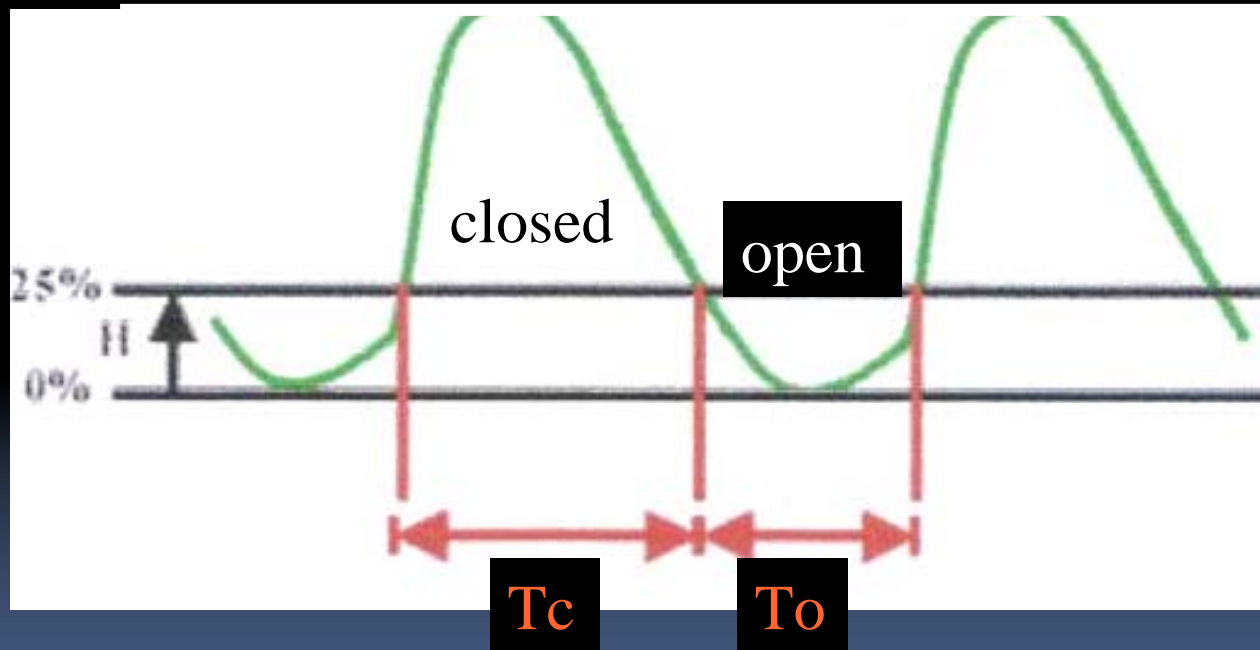
Amplitude du signal E.G.G

- La qualité du signal EGG est fortement dépendante de la bonne application des électrodes.
- L'amplitude du signal EGG dépend de ce positionnement et n'apporte qu'une information relative.
- Autrement dit, une plus grande dynamique entre deux enregistrements n'implique pas nécessairement un meilleur fonctionnement vibratoire.



Quotient de fermeture

- Le quotient de fermeture (closed quotient CQ) consiste à mesurer le rapport entre phase d'accolement et cycle complet.
- Une méthode est proposée par Scherer, Vail et Rockwell (1993), « Examination of the laryngeal Adduction Measure EGGW », NCVS status and Progress Report, 73-82.
- Cette technique nécessite un seuil H qui détermine les frontières entre phases fermées et ouvertes. Un seuil H de 25% et 35 % est proposé par les auteurs, ces valeurs ayant été validées par des observations stroboscopiques.

Méthode de calcul du quotient de fermeture



$$\text{Quotient de fermeture} = T_c / (T_c + T_o)$$

- 
- Cette mesure permet de mettre en évidence les éventuels phénomènes d'hypo ou hyper adduction :
 - Quotient $< 0.4 \Rightarrow$ hypoaduction
 - Quotient $> 0.6 \Rightarrow$ hyperaduction
 - Avec seuil $H = 25 - 35\%$
- 

Electrophysiologie des registres : analyse de la courbe d'EKG

- Le cycle glottique se décompose en plusieurs étapes :
 - le temps de fermeture : du début de l'accolement jusqu'à la fermeture totale (3)
 - le temps d'affrontement maximal (2) fermé
 - le temps de décollement (5) passage d'air
 - le temps ouvert (6)
- Ces étapes ne sont pas toutes faciles à identifier

Précis de
pathologie et
thérapeutique de
la voix

P.H. Dejonckere

Delarge éditeur

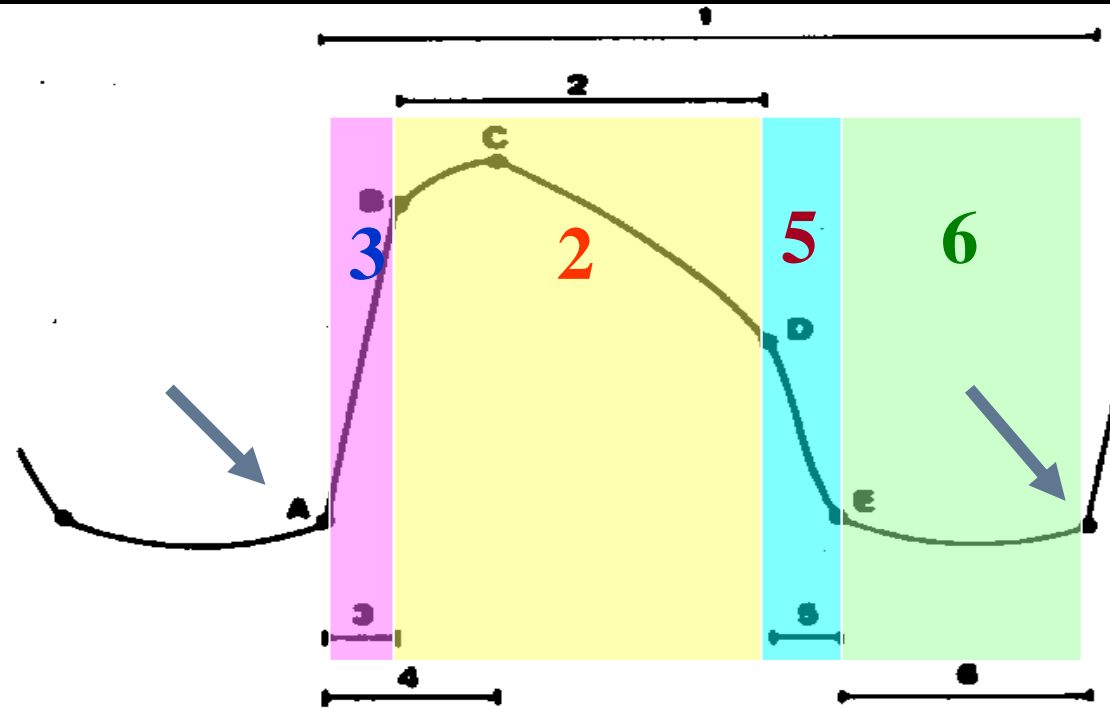


Fig. IV.7. – Onde électroglottographique (125 Hz, intensité forte).

A. Premier contact entre les deux muqueuses des cordes.

B. Fente glottique fermée sur toute sa longueur.

C. Accolement maximum des muqueuses en hauteur (plan frontal).

D. Début du décollement.

E. Fin du décollement.

L'écartement maximal est atteint entre E et A.

1 : période


2 : temps fermé

3 : temps de fermeture

4 : temps d'affrontement maximal

5 : temps de décollement

6 : temps ouvert


- 
- En mécanisme 1 : $2 = 6$
 - soit $1/3$ de la période
 - En mécanisme 2 : $6 > 2$
 - 6 occupe plus de la moitié du cycle
 - Ces valeurs sont valables pour une mécanique donnée indépendamment de la fréquence et de l'intensité
 - Importance de la forme de l'onde dans la richesse spectrale du son laryngé

Le réglage de la fréquence

<i>Paramètre</i>	<i>Masse</i>	<i>Tension</i>	<i>Longueur</i>	<i>Raideur</i>
Mécanisme				
0	++++	---	+	---
1	+++	++	++	+
2	++	+++	+++	++
3	-		-	


Le « passage » registral


- C'est le phénomène se produisant à la transition d'un registre à l'autre : il correspond au temps d'adaptation nécessaire à l'oscillateur laryngé pour passer d'un système vibratoire qui n'est plus compatible mécaniquement, vers un autre système plus compatible
- Il y a modification du régime vibratoire des C.V. par changement de la surface d'accolement des C.V.

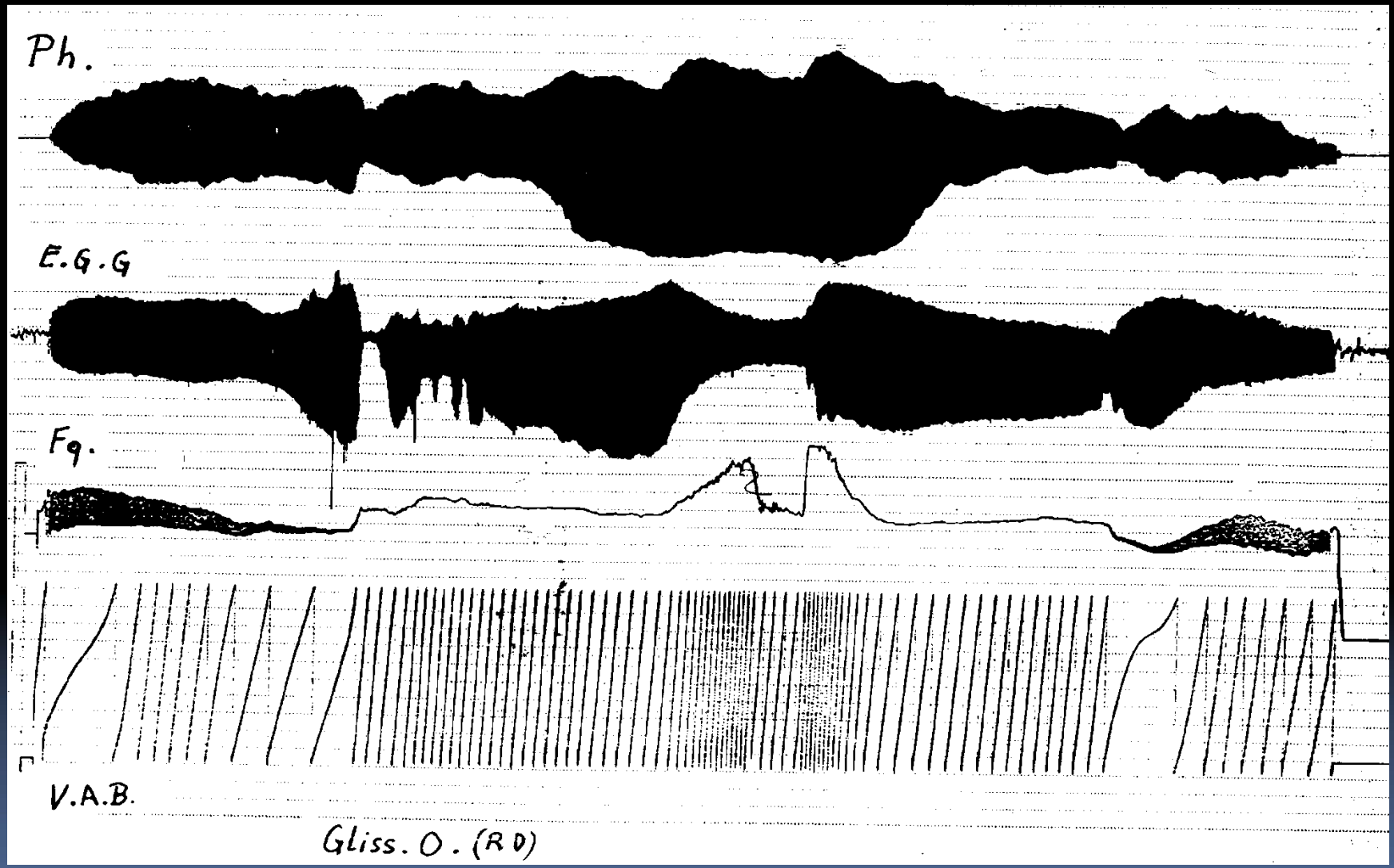
- 
- Il est constant dans les deux sexes, bref, souvent « bruyant » sur le plan acoustique, même s'il peut se « masquer » dans certains cas
 - Il peut se mettre en évidence en émettant un glissando sur une voyelle ou sur une note tenue de la zone de chevauchement des registres

Exemple : Passage du mécanisme 1 vers le mécanisme 2 en glissando

- L'EKG permet à coup sûr de détecter un passage registral alors que l'oreille peut le méconnaître
- Le passage s'observe en l'espace d'une période
- Il existe souvent une diminution d'intensité avant le passage, un changement de la forme d'onde, une perte du contrôle de la F° puis un réajustement de celle-ci


- 
- Le saut de fréquence suit le sens du glissando
 - Le saut de fréquence peut varier entre une tierce et une quinte voire une octave ; mais peut aussi se « gommer » par un apprentissage
 - Ce phénomène est secondaire au changement brutal de la masse vibrante de la c.v.

- 
- L'effet de pauvreté du timbre se fait sentir par la diminution des harmoniques, secondaire à la baisse de l'intensité du son chez des sujets non entraînés
 - Il peut être conservé chez des sujets entraînés par un travail sur les résonateurs



Les registres en voix parlée

- L'utilisation d'un registre de prédilection est fonction des coutumes et convenances sociales, de ses capacités personnelles et des situations de communication
- Le jeune enfant possède les deux mécanismes
- Après la mue l'adolescent choisit en général le registre grave mais conserve les deux

- 
- La femme utilise les deux registres selon ses situations socio-professionnelles
 - Elle peut garder une voix d'enfant, aimer une voix plus chaude voire grave et intime ou une voix forte et timbrée
 - On s'attend que l'homme utilise plutôt le registre grave

Les registres en voix chantée

- La voix dite « mixte » qui serait le résultat d'un savant mélange des deux mécanismes 1 et 2 n'existe pas au sens de la définition des registres laryngés
- La « couverture des sons » rapportée par Duprez est un procédé permettant l'accord du premier formant sur le fondamental en mécanisme 1
- Si un chanteur n'utilise qu'un seul registre, il n'aura donc pas de passage registral