

Service de GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE

Centre Hospitalier Paul Morel

41, avenue A. Briand - 70000 VESDUL

Tirés à part : Docteur D. KLOPFENSTEIN Chef De Service, service de  
Gynécologie Obstétrique

### LE BASSIN : CAISSE DE RESONNANCE

(D. KLOPFENSTEIN, P. ANDREY)

Des études récentes ont confirmé les travaux déjà fort anciens concernant la transmission intra-amniotique des voix humaines et la particularité de transmission de la voix maternelle. La voix humaine d'origine maternelle (ou parfois d'origine extérieure) émerge du fondamental laryngé jusqu'à 1000 hertz et même jusqu'à 5000 hertz ( Cf QUERLEU "La transmission intra-amniotique des voix humaines" Revue française de Gynécologie-Obstétrique - janvier 88)

Il nous a semblé utile d'étudier l'environnement sonore du fœtus et sa transmission osseuse étant bien entendu qu'une part minime peut passer par voie aérienne. Nous avons donc repris la théorie de A. TOMATIS concernant le passage par voie osseuse de la voix maternelle.

## I - MATERIEL ET METHODE

Nous avons étudié grâce au Laboratoire Expérimental Régional de Physique des Ponts et Chaussées de Strasbourg la transmission des vibrations par l'intermédiaire d'un analyseur bicanal et d'un accéléromètre ultra sensible.

Nous avons enregistré d'une manière synchrone l'émission des sons par la femme enceinte (en mettant le micro à environ 50 cm) et la réception vibratoire sur les différents points osseux tels que l'occiput, C 7 (vertèbre proéminente), L 3 (maximum de courbure lombaire), les articulations sacro-iliaques droite et gauche, l'épine iliaque antérieure et supérieure et le pubis. Nous avons pour bien caler notre accéléromètre, utiliser le même système que la cardiocardiographie externe c'est-à-dire une ceinture élastique fixant d'une manière très précise l'accéléromètre sur le point osseux désiré.

Les caractéristiques techniques du matériel sont les suivantes :

1- accéléromètres B et K (Bruel et Kjaer) de type 4368 ayant une sensibilité de 4,7 picocoulombs par mètre seconde carré, ainsi qu'une réponse précise jusqu'à 8000 hertz.

Le capteur a été utilisé afin de vérifier la fiabilité en fréquences hautes du modèle Métravib 109. M (jusqu'à 4000 hertz) et afin d'étalonner des vibrateurs utilisés dans d'autres expériences.

.../...

2 - accéléromètres Métravib AM 109 M possédant une sensibilité élevée : 11,6 picocoulombs par mètre seconde carré, et une réponse précise en fréquence jusqu'à 3000 hertz.

Le fait que la bande passante du capteur Métravib ne soit fiable en niveau que jusqu'à 4000 hertz n'est pas un problème en ce qui concerne la visualisation des harmoniques au delà de cette limite, car ils proviennent de différences sensibles d'amplitude de fréquences très voisines.

Tous les accéléromètres ont été couplés à des amplificateurs de charge B et K type 2635

3- Un microphone à condensateur électrostatique Sennheiser MKH 406 P 48, présentant une courbe de réponse très plate de 100 à 20000 hertz (+ ou - 2 d b) avec une sensibilité de 20,7 millivolts par Pascals, relié à une alimentation phantôme MZN 16 P 48 Sennheiser, a permis l'analyse simultanée du son émis et de la vibration résultante.

4- L'analyse a été effectuée à l'aide d'un analyseur de signaux bicanal B et K modèle 2032, relié à une imprimante Helwett Packard pour le tracé des graphiques.

La gamme de fréquences étudiée ne s'étend pas au dessous de 130 hertz car d'une part les parasitages sont forts (fixation par bande élastique, mouvements des volontaires...) et d'autre part la voie féminine ne descend pas au dessous.

Nous avons enregistré la voix ainsi que ses divers harmoniques d'abord sur des tracés linéaires, puis pour simplifier sur des tracés logarithmiques mais ceci toujours de manière synchrone entre la voix humaine et l'enregistrement osseux à distance.

Les points osseux ont été choisis en fonction de leur situation très superficielle n'étant recouverts que par la peau et un peu de tissu sous-cutané à l'exception du pubis qui lui est recouvert d'une épaisse couche de graisse "le mont de vénus". Cela peut expliquer les courbes que nous avons à notre disposition.

## II - RESULTATS ET DISCUSSIONS

Nous avons essayé d'utiliser par un poème très court les sons transmis mais l'importance des silences dans la voix humaine faussait l'intérêt de cette analyse (et encore plus de la réception). La reproduction sonore répétitive était très difficile.

Après avoir essayé un certain nombre d'émissions de voyelles nous avons constaté que la voyelle qui passait le mieux au point de vue osseux était le "l" émis bouche fermée en continu. Nous ferons donc essentiellement référence à ces émissions dans notre transmission des sons.

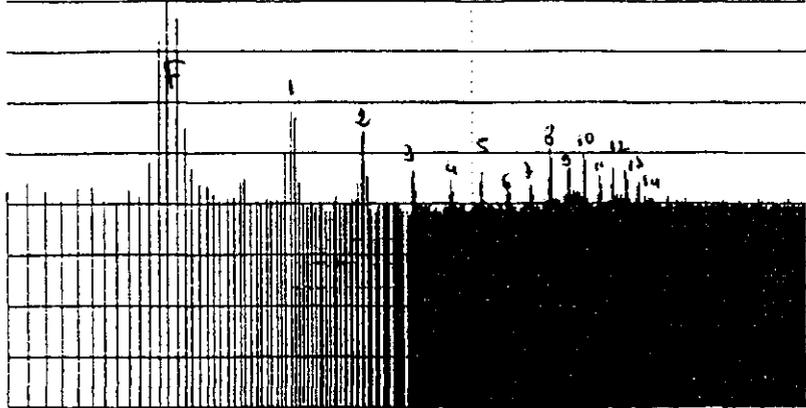
Nous avons donc étudié sur des courbes synchrones l'émission de la voix et la réception vibratoire par l'accéléromètre ; le nombre et l'intensité des harmoniques .

La réception osseuse montre une identité de fréquence correspondant aux harmoniques de la voix.

Nous nous sommes rendus compte qu'une modification extrêmement minime de la position de l'accéléromètre pouvait modifier considérablement la réception des sons. C'est la raison pour laquelle nous pensons que cette étude doit être vérifiée sur un très grand nombre de femmes et non pas sur 31 enregistrements comme nous l'avons fait.

Le maximum de reception à l'accéléromètre se situe sur l'épine iliaque . Nous obtenons 10 harmoniques passant de moins de 1000 hertz à environ 3000 hertz. L'amplitude de ces harmoniques est largement supérieure à tous les autres enregistrements (occiput, colonne lombaire sacro-iliaque et pubis). L'explication peut être donnée par la configuration anatomique du bassin, ce dernier avec le squelette de la colonne, et le crâne, pouvant fort bien ressembler à un violoncelle. On peut aussi penser que les sons arrivant sur le bassin entraînent une multiplication des harmoniques de la même manière que le doigt humide fait résonner le verre de cristal.

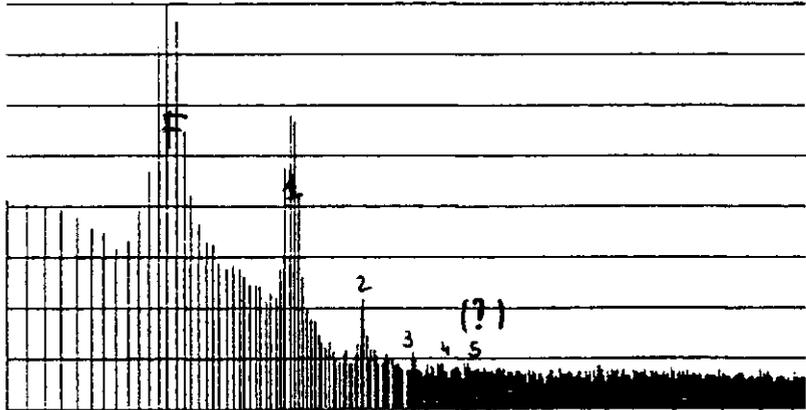
W11 AUTO SPEC CH B C 3 STORED MAIN Y: 944uU  
 Y: 33.6mU RMS 30dB X: 1340Hz  
 X: 128Hz TO 12.8kHz LOG TOTAL : 91.0mU  
 SETUP 31 #A: 30



A

--OVERLOAD IN CH.A--

W11 AUTO SPEC CH A STORED MAIN Y: 66.9mU  
 Y: 426mU RMS 30dB X: 3Hz  
 X: 128Hz TO 12.8kHz LOG TOTAL : 452mU  
 SETUP 31 #A: 30



B

Emission du "I" par la femme enceinte en continu bouche fermée

A - enregistrement de la voix

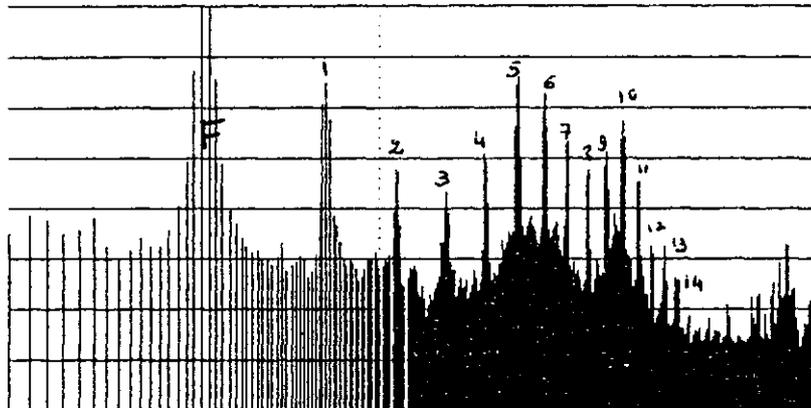
B - enregistrement sur L3 avec l'accéléromètre

A - enregistrement de la voix avec tous les harmoniques numérotés de 1 à 14. F son fondamental

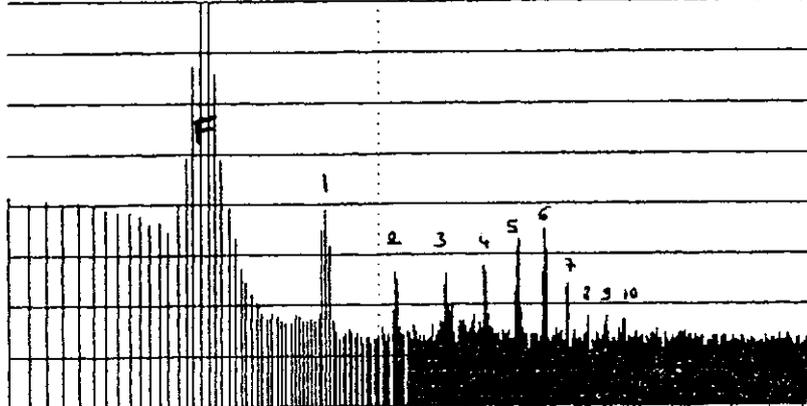
B - enregistrement concomittent sur L3. F son fondamental. de 1 à 5 harmoniques.

Il faut noter la différence très importante des enregistrements entre les harmoniques qui passent au niveau de L3 et les harmoniques du bassin tant en amplitude qu'en nombre

011 AUTO SPEC CH.B [ ] INPUT MAIN Y: 492µU  
Y: 223mU RMS 30dB X: 1072Hz  
X: 128Hz TO 12.8kHz LOG TOTAL: 272mU  
SETUP W1 #A: 20



011 AUTO SPEC CH.A [ ] INPUT MAIN Y: 9.57µU  
Y: 19.5mU RMS 80dB X: 1072Hz  
X: 128Hz TO 12.8kHz LOG TOTAL: 23.9mU  
SETUP W1 #A: 20



--OVERLOAD IN CH.A--

A- enregistrement de la voix avec tous les harmoniques numérotés de 1 à 16. F son fondamental

B - enregistrement concomitant sur le bassin (accéléromètre) - F son fondamental- 1 à 10 harmoniques

### III - CONCLUSIONS

Les différentes possibilités de transmission de la voix maternelle au fœtus peuvent en effet être discutées mais il nous semble vu l'importance et l'amplitude des différentes courbes obtenues que la voie de propagation sinon exclusive du moins prépondérante demeure la voie osseuse ce qui correspond parfaitement aux différentes lois de transmission sonore dans des corps solides et ce qui laisse des possibilités d'interventions par stimulation sensorielle sonores sur le fœtus ; Chez des femmes dont le métier est le chant ou la parole cette stimulation existe d'une manière permanente; Chez les autres l'utilisation de vibreurs osseux nommés aussi pharynx artificiels (Ref. American Journal Volume 157 N°6 "Human fetal responses to vibratory acoustic stimulation from twenty-six weeks to terms) ou oreilles électroniques (C.f A.Tomatis) pourrait dans certains cas amener des résultats, et surtout des espoirs pour l'avenir d'enfants potentiellement non stimulés.