

# **Origine et évolution du langage et de la parole**

**Didier Demolin**

Université Libre de Bruxelles  
& Laboratoire des sciences de la parole de l'Académie  
Universitaire Wallonie-Bruxelles

Chaire Francqui, FUNDP, Namur, 18-02-2010.

## **L'évolution de la parole et du langage**

Nous pouvons examiner l'évolution du langage à partir de différents points de vue.

La perspective contemporaine est celle d'un réseau de collaborations entre de nombreuses disciplines.

Ceci permet d'intégrer différents scénarios au sein d'une vision plus large et plus consistante que ce qui fut proposé par le passé.

## **Quelques perspectives pour étudier l'évolution du langage**

1. Le langage dans la perspective de l'évolution biologique.
2. L'évolution de la parole et des sons de la parole. Comment a émergé le langage parlé?
3. La transition vers le langage: les facteurs externes et les facteurs internes.
4. L'évolution de la grammaire: comment la syntaxe et la morphologie sont-elles apparues?
5. L'apprentissage et la diversité: comment les langues sont-elles nées et comment elles ont divergé les unes des autres?

- L'évolution du langage requiert une évolution neurologique qui va du système de communication des primates non humains aux premiers hominidés (*les australopithèques*) et conduit à l'homme moderne (*homo sapiens sapiens*)
- Cependant la parole influence le langage et par conséquent il est important de connaître son origine et son évolution.

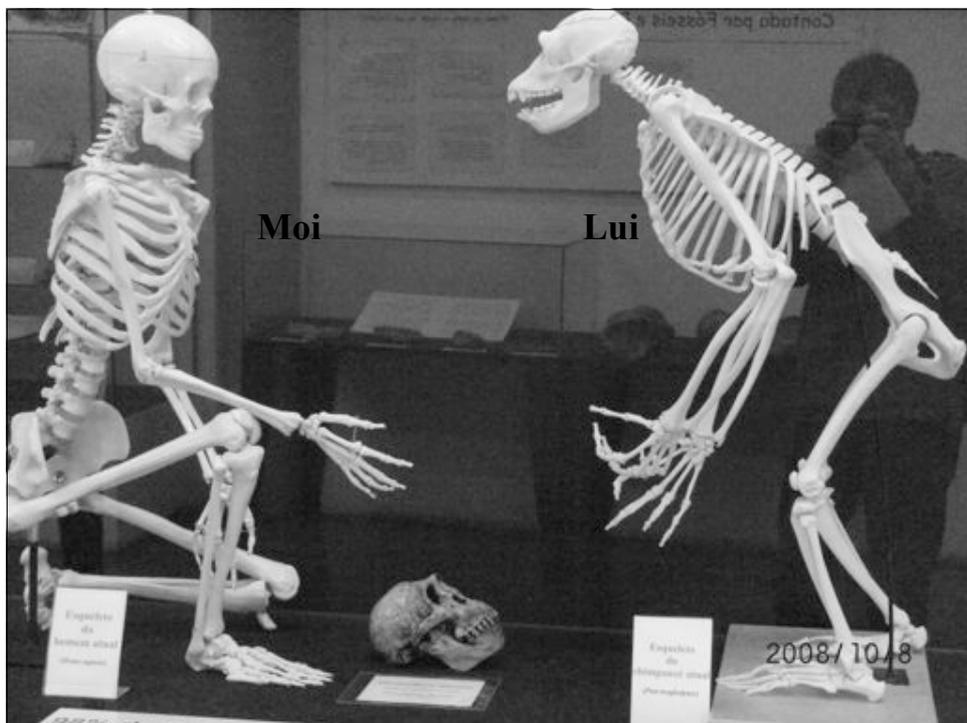
## **Dans l'état actuel de nos connaissances**

- Il n'est pas possible de décider quand nos ancêtres ont acquis la parole et la faculté de langage au sens étroit (RLF) (cf. Hauser et al., 2002 ).
  - Le contrôle de l'articulation de la parole et la coordination du conduit laryngo-vocal.
  - Phonologie + syntaxe + sémantique
  - Récursivité
- Il n'est pas possible de savoir quelle langue ou quelles langues furent acquises par nos ancêtres et si les langues qui sont parlées aujourd'hui dérivent d'une origine commune.

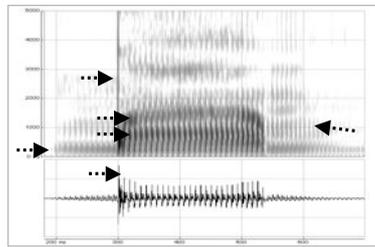
## **Parmi les questions non résolues**

- Pourquoi notre espèce est-elle la seule à posséder le langage et la parole?
- Pourquoi le langage est-il comme il est?
- Quand et comment le langage est-il devenu ce qu'il est?

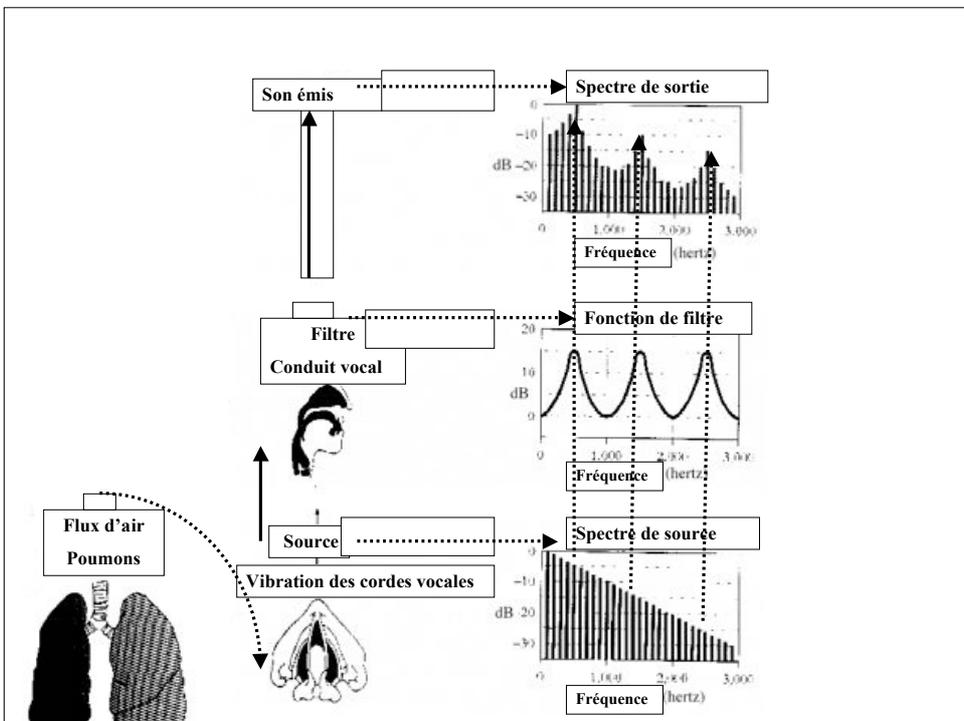
# Qu'est-ce que la parole?



Gestes > traits acoustiques > catégorisation

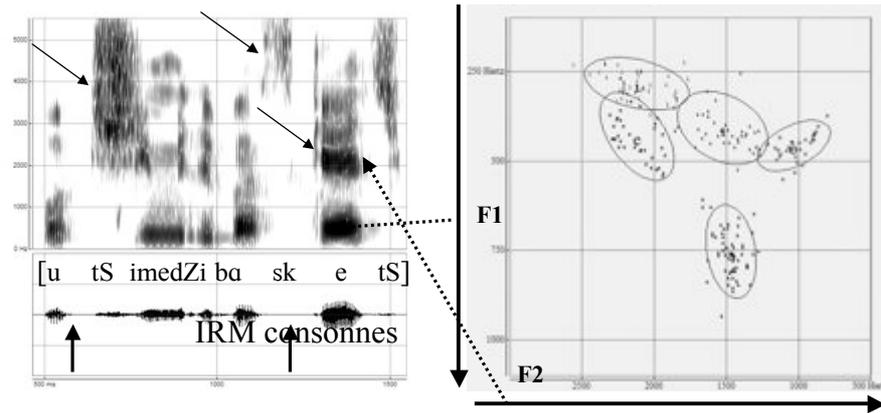
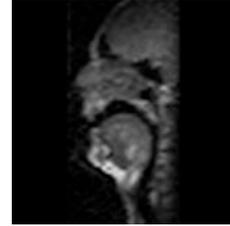


[m<sup>b</sup>em] 'entrer'  
▲  
▲  
▲



## Voyelles et consonnes

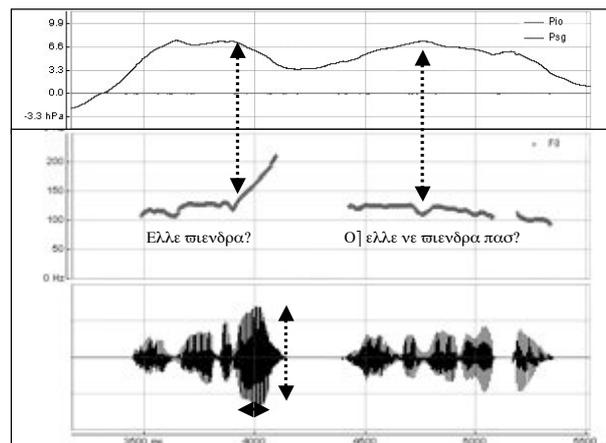
Articulation, production et perception acoustique



## Prosodie

Ton, intonation > fréquence fondamentale (f0)

Durée et intensité



## **Parole?**

Source : vibration des cordes vocales et/ou des bruits émis dans le conduit vocal.

Voyelles : Résonances produites par une configuration particulière du conduit. La géométrie du conduit contribue au timbre de la voyelle.

Consonnes : Bruits produits par des gestes d'occlusion ou de constriction dans le conduit vocal.

Syllabes : Oscillations de la mandibule inférieure.

Prosodie : Modulations, contrôlées –et automatiques- de la hauteur, de la durée et de l'intensité d'un son.

⇒ Systèmes phonologiques des langues humaines.

## **Evolution de la parole**

### **Phylogénèse**

#### ▪ Paléontologie

Position du larynx, reconstruction du conduit vocal et de la position de la base du crâne.

#### ▪ Comparaison des primates actuels

Aspects de l'anatomie, de la physiologie et de l'acoustique des vocalisations.

### **Ontogénèse**

- Etapes du développement de la parole chez l'enfant.
- Parallélisme entre les espèces.

- Deux modifications furent pré requises pour le développement de la parole moderne:

**(i) une modification de la morphologie du conduit vocal.**

**(ii) le développement de la capacité de l'imitation vocale.**

- Pour ce qui se rapporte au premier aspect, il est étrange que les primates les plus proches de nous sur l'échelle de l'évolution, les bonobos, aient une capacité vocale peu comparable à la nôtre.
- Les données comparatives venant de primates non humains aideront probablement à éclaircir la question des capacités vocales des premiers hominidés.

- L'évolution de la parole est intimement associée aux mécanismes de production des sons et la différence la plus évidente en ce qui concerne la parole, entre les hommes et les autres mammifères, concerne la conduit vocal humain.

- Le point central est le fait que l'anatomie du conduit vocal humain est différente de celle des autres primates.

- Le larynx humain se situe beaucoup plus bas dans le cou que celui des autres primates.

- Les hommes ne disposent pas de sacs vocaux.

- la parole humaine requiert un contrôle nerveux sophistiqué.

- La relation entre les aspects acoustiques et articulatoires de la parole est bien mieux connue pour les hommes que pour les autres primates vivants, dont les bonobos.
- Il vaut pourtant la peine d'évaluer les vocalisations d'espèces comme les bonobos et les muriquis, à partir des principes acoustiques qui sont déjà connus pour les hommes.
- Par exemple, en se basant sur la théorie source-filtre (Fant 1960), il est possible d'évaluer la nature de la source des vocalisations et d'inférer comment elle est filtrée par le conduit vocal.

## **Parole/langage**

Comment pouvons-nous expliquer les processus de catégorisation des primitives de la parole (traits, gestes, phonèmes, éléments de prosodie -syllabes, intonation-), et du langage (phrases, éléments de sens)?

Qu'est-ce que la catégorisation?

Est-elle spécifique au langage? Où dépend-elle d'une capacité plus générale qui se manifeste d'une manière particulière pour la parole et le langage?

Quelles sont et que sont les catégories?

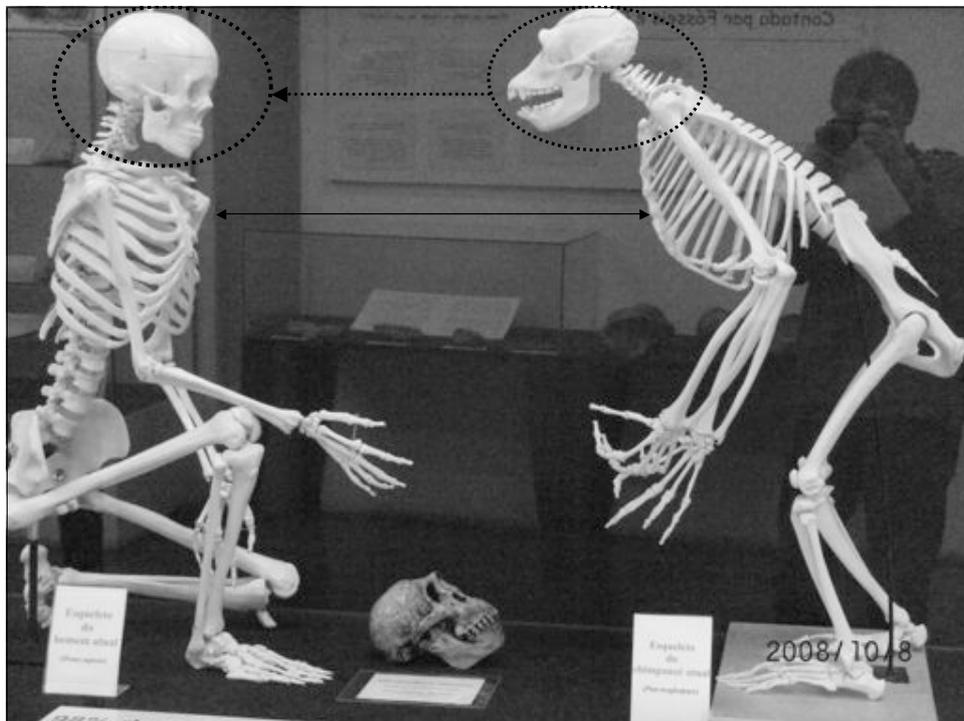
⇒ interprétation, représentation.

**Quelques différences entre primates non humains et humains qui ont un rôle important pour comprendre l'évolution de la parole.**

Les primates non humains

- ne produisent pas l'équivalent de voyelles,
- ne génèrent pas de consonnes et
- ont une fréquence fondamentale instable voire absente.

Dans ce cas la perception de la hauteur est interprétée à partir de la composition du spectre acoustique.



## Les vocalisations des primates non humains

*Dans l'état actuel des connaissances sur la capacité à produire des sons dans un conduit vocal non humain nous savons:*

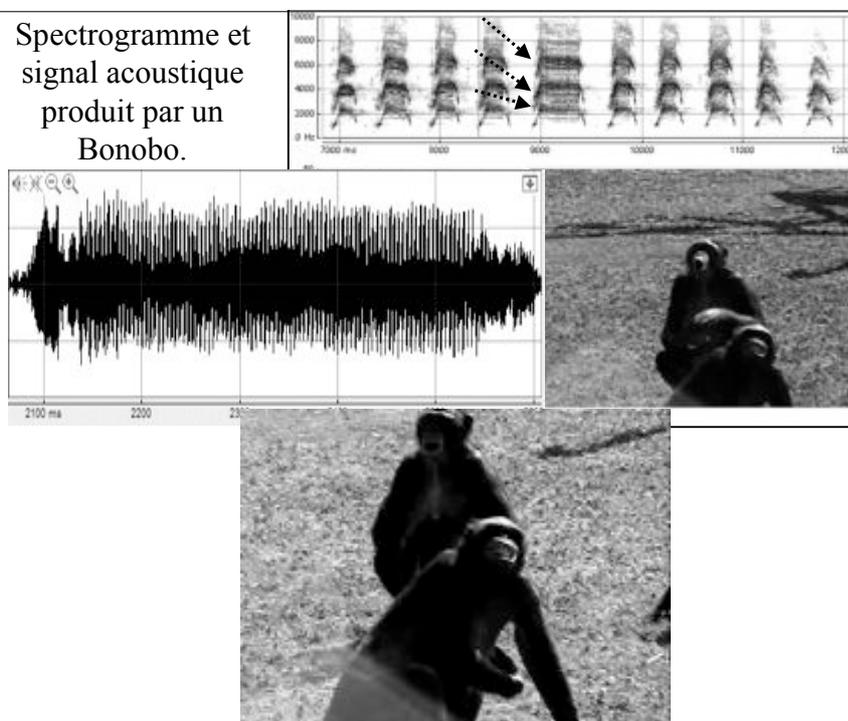
(1) Qu'il y a une source instable.

Ceci provoque: de la biphonation, des sous harmoniques, des sauts de fréquence et du chaos déterministe.

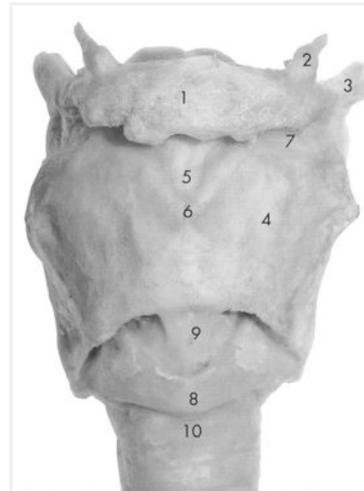
La fréquence fondamentale ( $f_0$ ) est généralement plus élevée chez les primates non humains comparativement aux primates humains.

(2) Cette source peut produire des vocalisations de forte intensité grâce à la présence de sacs vocaux. (Lieberman, 1969, 1975, 1977, Schön Ybarra 1995).

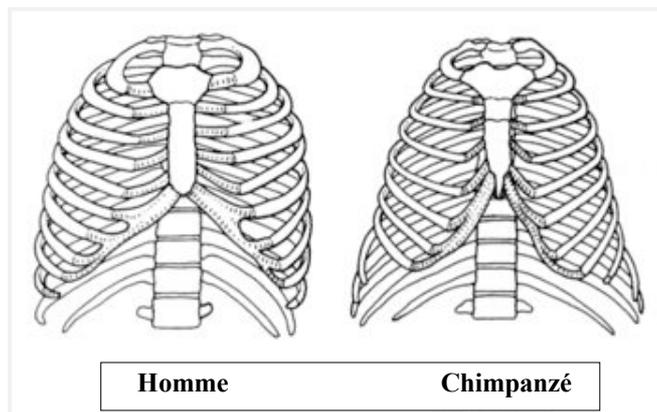
Spectrogramme et signal acoustique produit par un Bonobo.



## Larynx bonobo et larynx humain

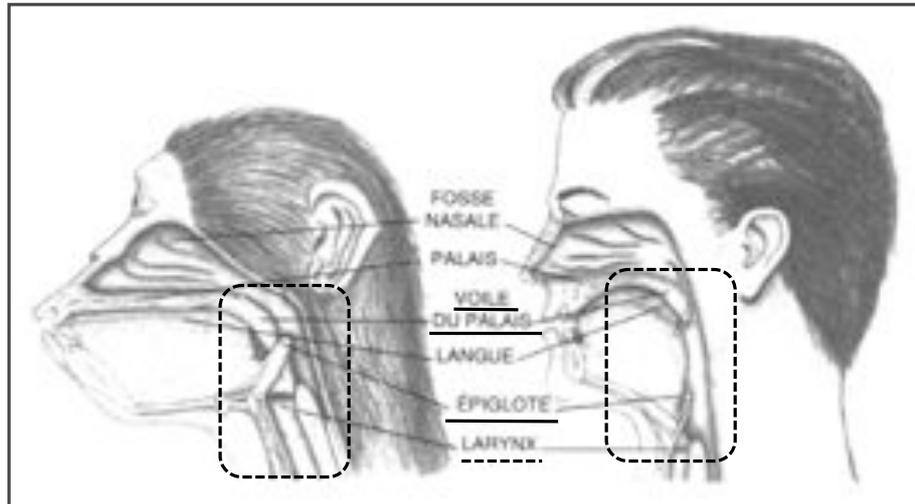


## La forme du thorax est différente

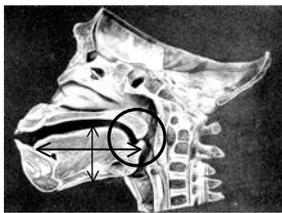


Ceci a une influence cruciale pour contrôler la respiration pendant la production de la parole. La première modification est décelable il y a environ 1.500.000 années

## L'abaissement du larynx



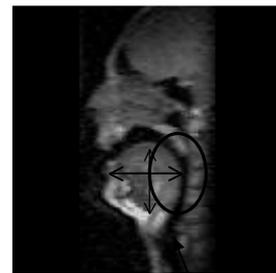
Différence de prognathisme, de position du larynx, différence dans la dimension verticale du conduit vocal et dans la longueur de la langue sont des traits importants qui distinguent primates humains et non humains dans l'anatomie du conduit vocal.



Gorille (jeune)

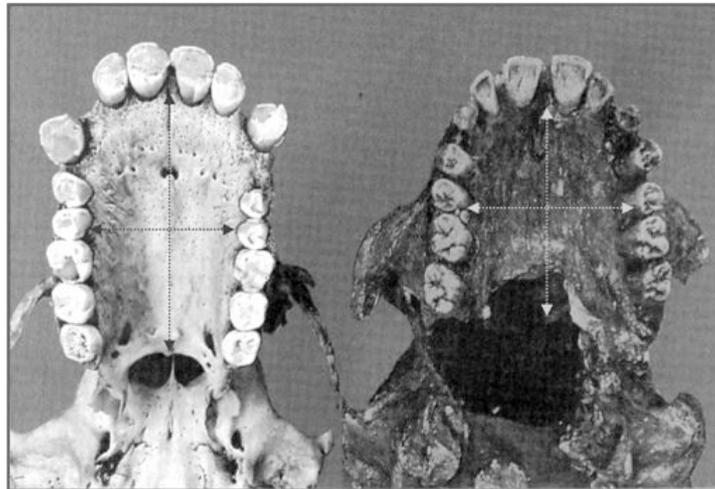


Chimpanzé



Homme

### Forme du palais dur



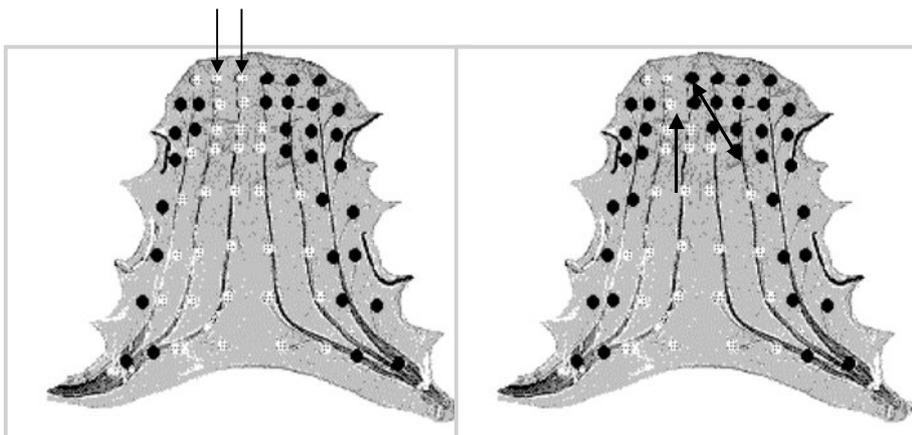
Chimpanzé (2/1)

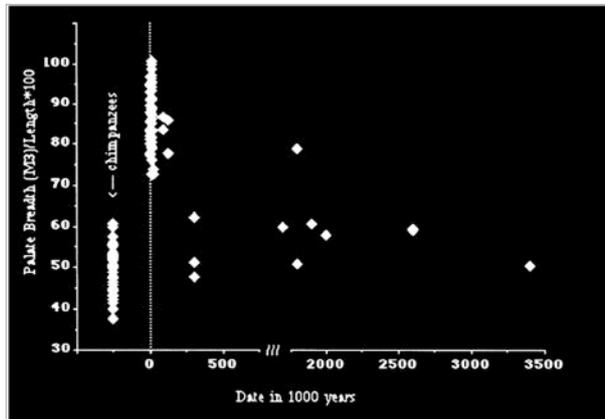
Homo sapiens sapiens (1/1)

### Contrôle proprioceptif de la langue et du palais

Fondamental pour le contrôle de 90% des consonnes et des voyelles

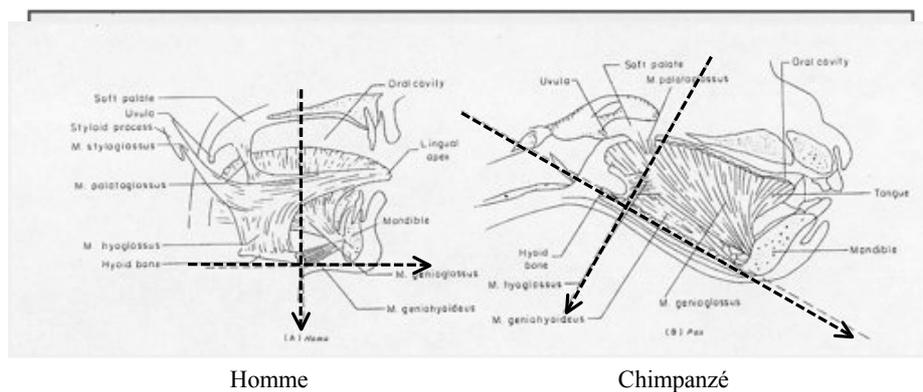
> Mouvements transversaux d'ajustement de la constriction





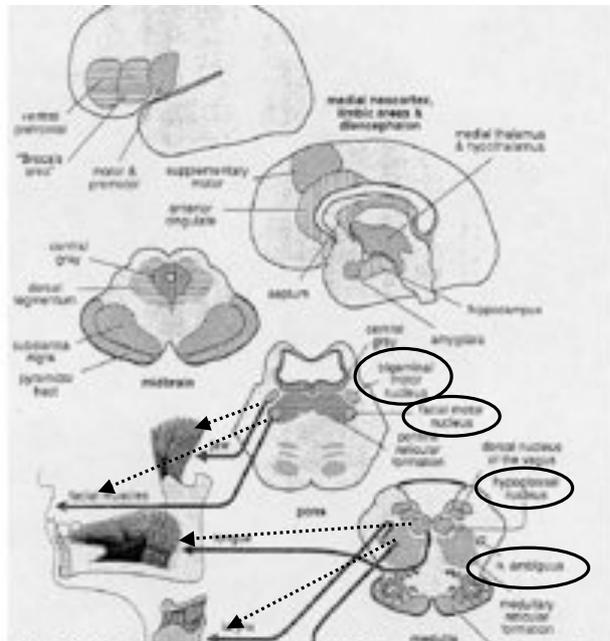
Relation entre la largeur et la longueur du palais dur sur des fossiles des 3.500.000 dernières années  
(Au niveau de la troisième molaire)

### Topographie des muscles de la langue



Homme

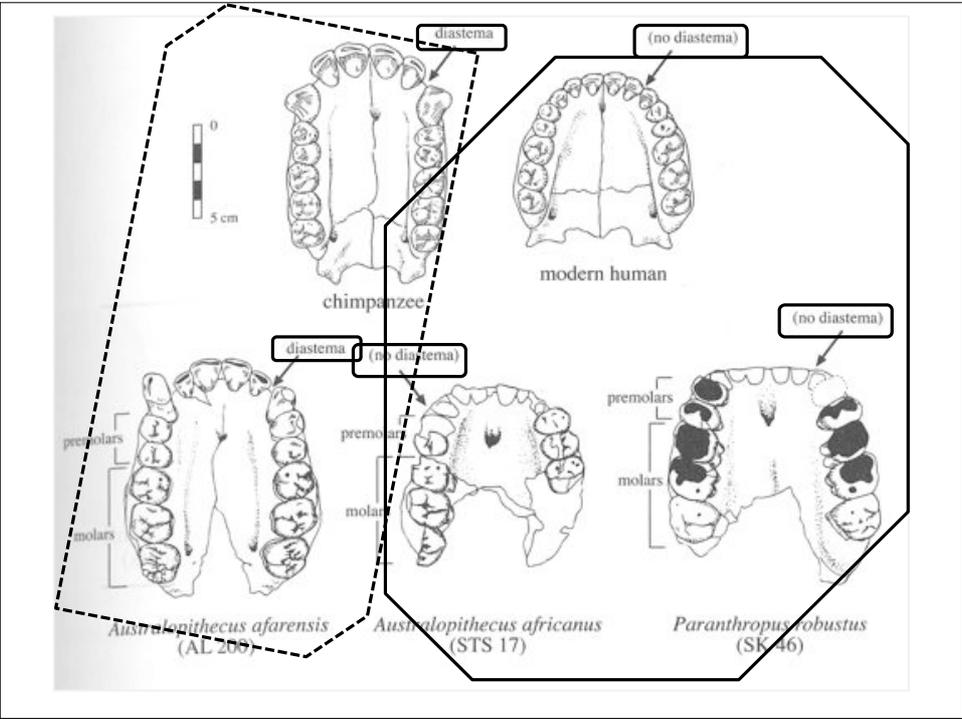
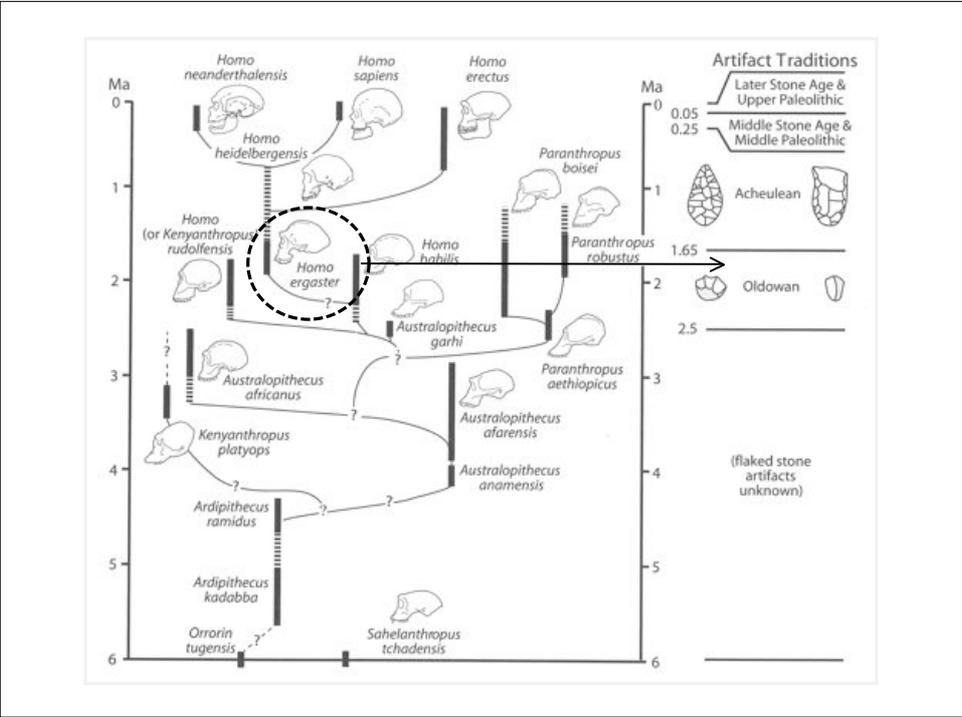
Chimpanzé

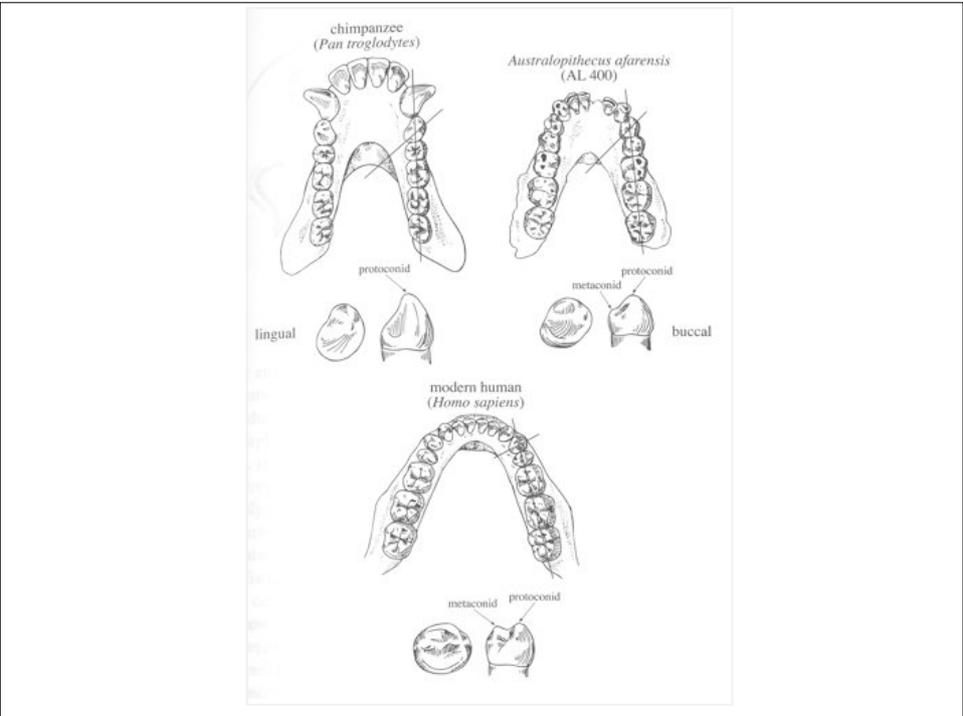
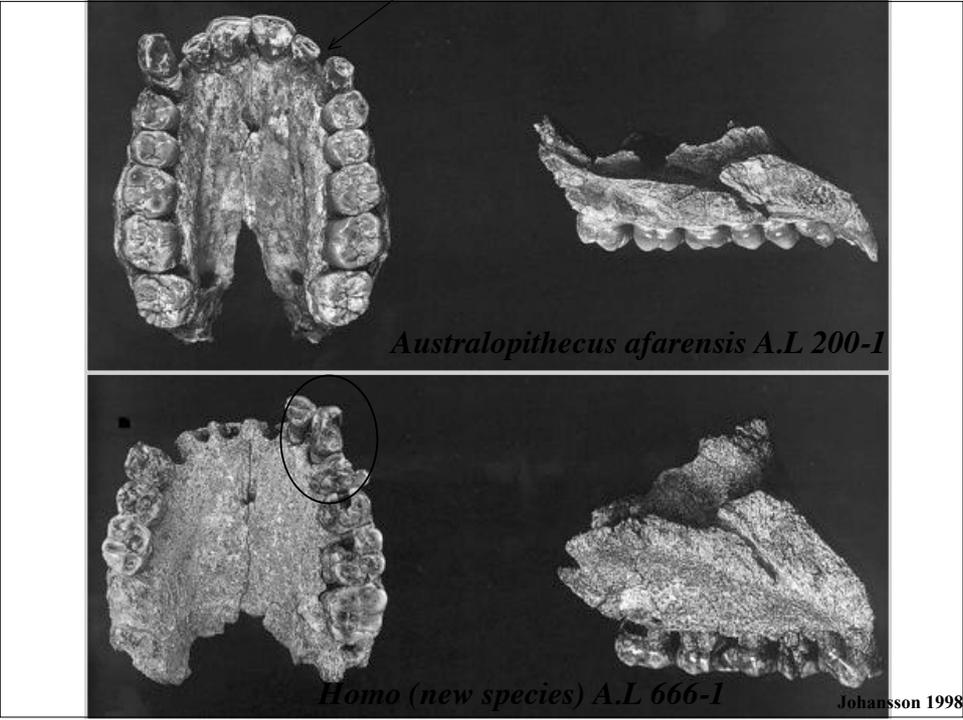


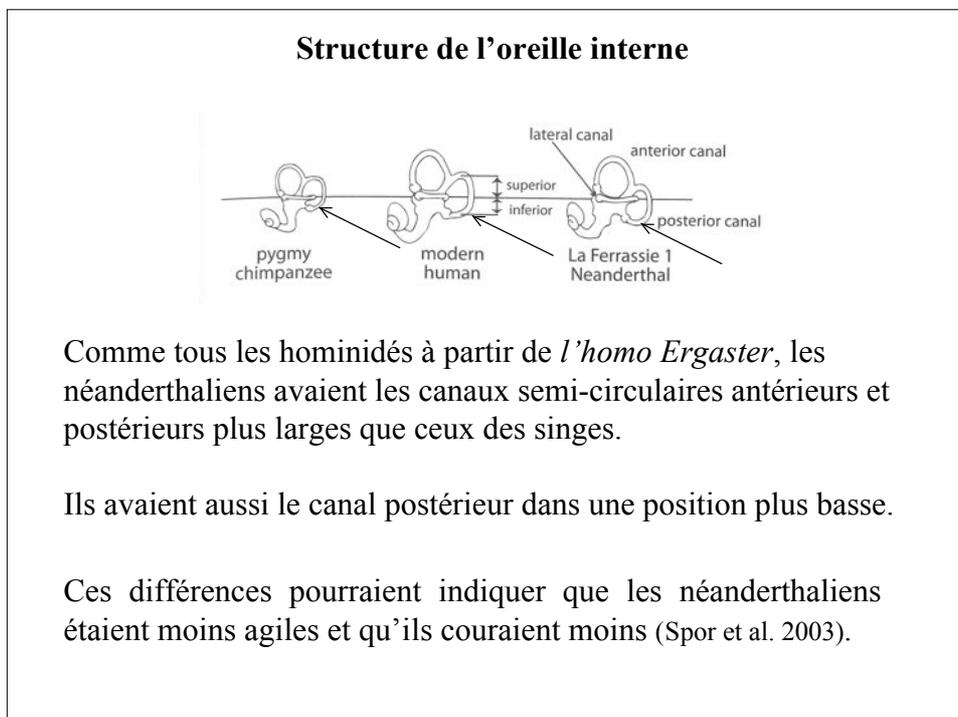
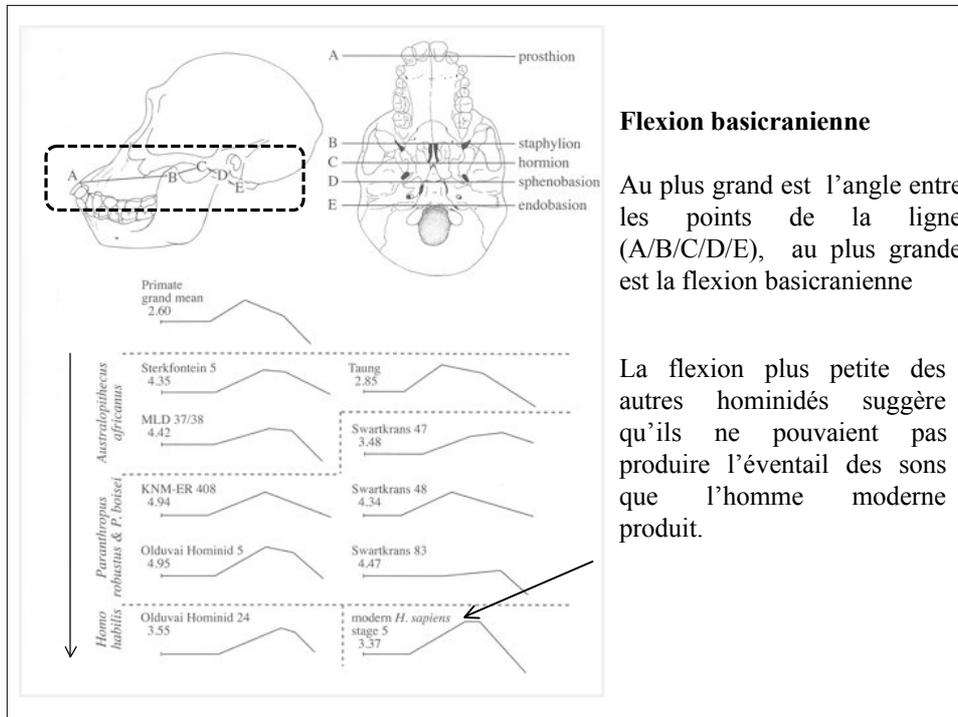
Connexions entre les noyaux corticaux et les muscles vocaux

## Phylogénèse

## Paléontologie







## Une question qui peut être résolue: Reconstruire la forme du conduit vocal de nos ancêtres

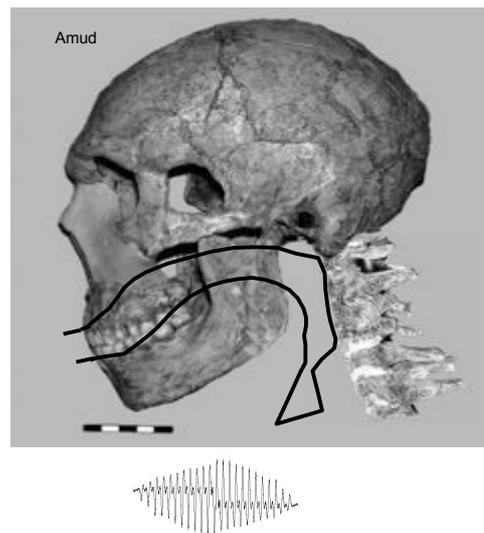
Si nous supposons que nos ancêtres contrôlaient leur larynx et le conduit vocal de la même manière que les hommes modernes:

- La géométrie de leur conduit vocal permettrait-elle de produire les structures sonores universelles des langues qui sont parlées aujourd'hui?

### L'objectif

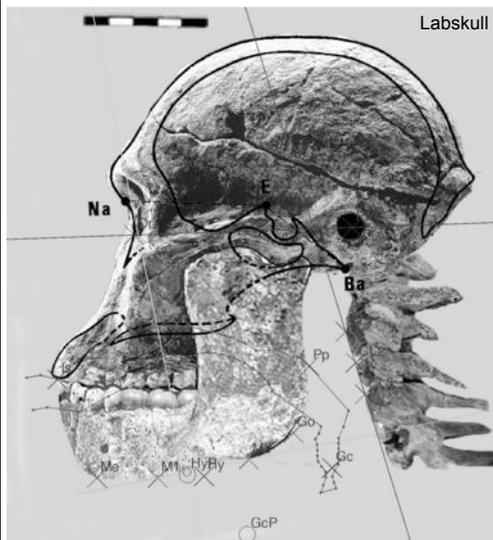
A partir d'un crâne avec la mandibule et les vertèbres cervicales:

- Localiser l'os hyoïde
- Reconstruire un modèle de conduit vocal d'une manière plausible en usant de données et d'un modèle articulatoire.
- Quantifier les capacités acoustiques du conduit vocal reconstruit.



## Fossiles paléolithiques des dernières 10-30 années

**Australopithecus africanus Sts5** (2.5–3 Ma BP)  
adulte Sterkfontein, South Africa  
LHI = 0.41 Broom, R., Robinson, T. (1947)



Glabella-Opisthocranion : 146,5 mm  
Basion-Bregma : 102 mm

Mandibule :  
reconstruite  
Vertèbres cervicales: reconstruites  
à partir de WT15000  
Conduit vocal  
Dist. Palatale : 101 mm  
Hauteur pharyngale : 42 mm

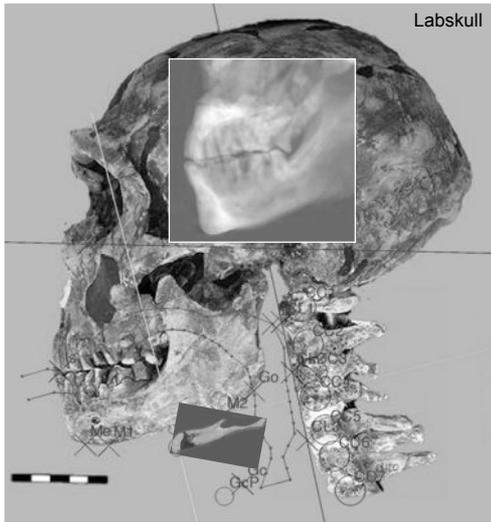
# La Ferrassie 1 (50-60 ky BP)

Dordogne, France

Homme adulte

Capitan, R., Peyrony, D. (1909), Heim, J.L. (1976)

LHI = 0.72



Labskull

Glabella-Opisthocranion: 207,5 mm

Basion-Bregma : 135 mm

Vertèbres cervicales: reconstruites

Mandibule : originale

Conduit vocal

Dist. palatale : 112 mm

Hauteur pharyngale : 84 mm

# Cro-Magnon1(23-27 ky BP)

Eyzies-de-Tayac , France

Homme adulte

Lartet, L. (1868)

LHI = 0.90



Labskull

Glabella-Opisthocranion : 202 mm

Basion-Bregma : 133 mm

Vertèbre cervicale: reconstruite

Mandibule : originale

Conduit vocal

Dist. Palatale : 87 mm

Hauteur pharyngale : 78 mm

# Chimpanzé 1

Conduit vocal

Adulte

Hayama, S., Honda, K.

LHI = 1.03



LHI = 0.50

## Neanderthal: position probable de l'os hyoïde



Granat, J., Peyre, É. (2004) *Biométrie Humaine et Anthropologie* 22, 3-4, 141-163.

Les reconstructions de la forme du conduit vocal et de l'appareil phonatoire souffrent de quelques grands défauts:

Il est impossible d'avoir une idée de la source que produisaient les différents hominidés (stable ou instable?).

Nous n'avons aucune information permettant de savoir si la géométrie du conduit vocal des hominidés était déformée pendant leurs vocalisations.

Il n'est pas possible de connaître la nature du contrôle qu'avaient les hominidés sur les vocalisations qu'ils produisaient.

MAIS...

Les progrès anatomiques et comportementaux observés chez l'*homo Ergaster* impliquent qu'il aurait aussi été le premier à posséder un langage rudimentaire.

Trois points liés à des régions anatomiques permettent d'affirmer ceci:

- Le configuration et la dimension du cerveau
- La configuration des régions de Broca et de Wernicke qui sont détectables sur les moulages endocraniaux.

Ces deux régions sont liées au contrôle moteur de la parole.

La région de Broca semble avoir été absente ou relativement peu développée chez les *australopithèques* et beaucoup plus développée chez l'*homo habilis* et l'*homo Ergaster*.

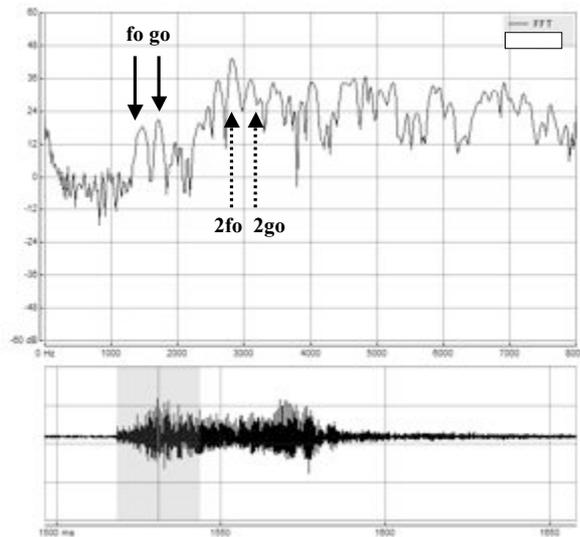
Ceci revient à dire qu'un certain degré d'évolution de la parole pourrait avoir été impliqué.

### **Comparaison entre les primates actuels**

Différences dans la source > contrôle de la fo.

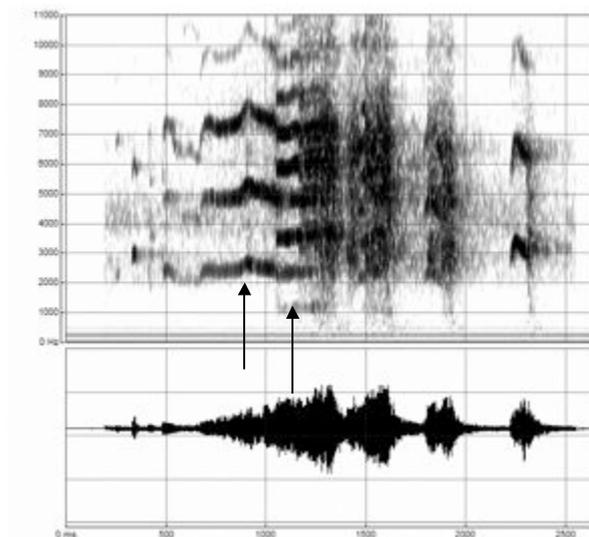
Structure des vocalisations > grammaire?

### Biphonation (Muriquis *Brachyteles hypoxanthus* )



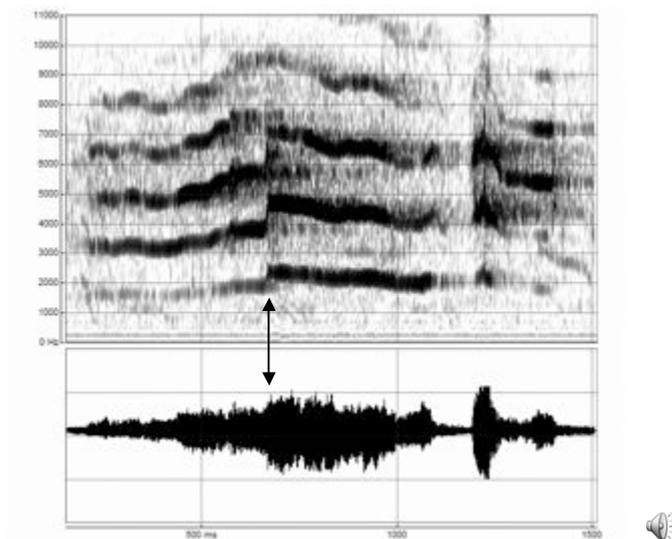
Les deux cordes vocales vibrent à des fréquences différentes

### Sous harmoniques (Muriquis)



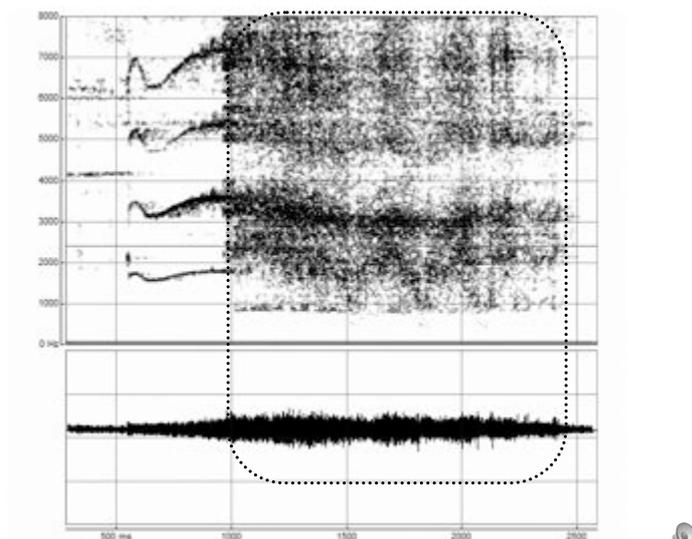
Contribution des fausses cordes vocales

### Sauts de fréquence (Muriquis)



Changement de mode vibratoire

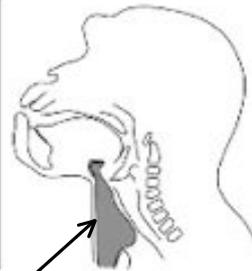
### Chaos déterministe (Muriquis)



Les deux cordes vocales vibrent sans régularité.

## Instabilité de la source vocale?

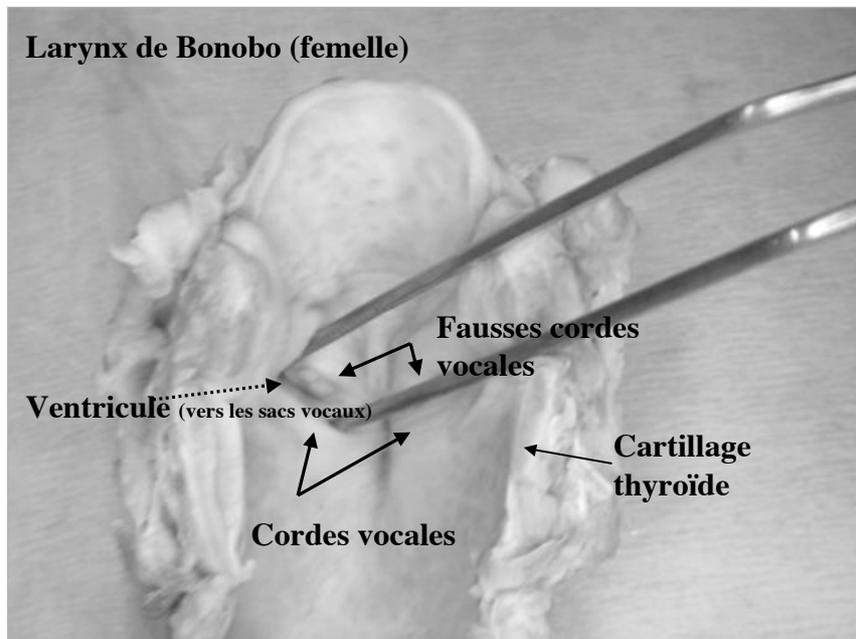
Sacs vocaux chez les chimpanzés



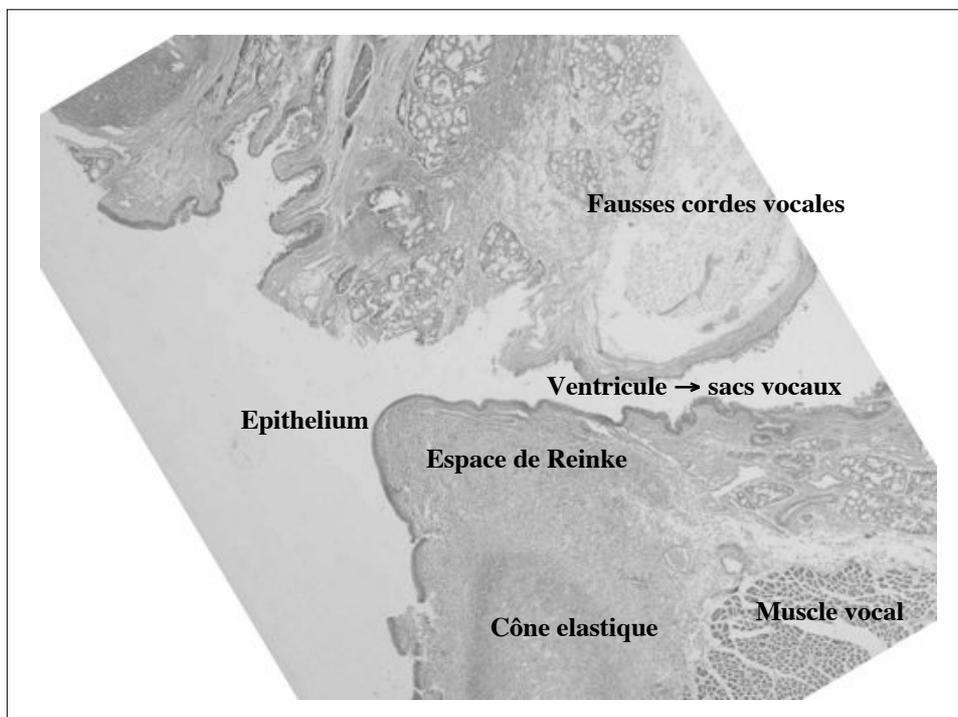
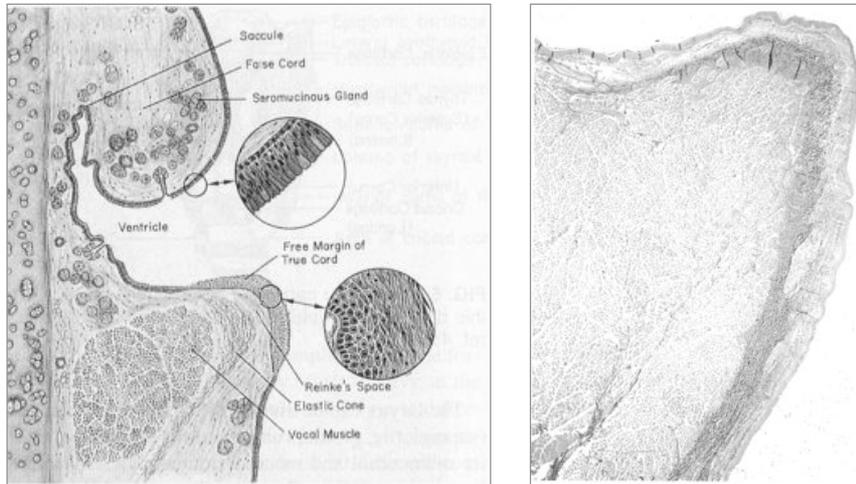
Nishimura et al. (2007)

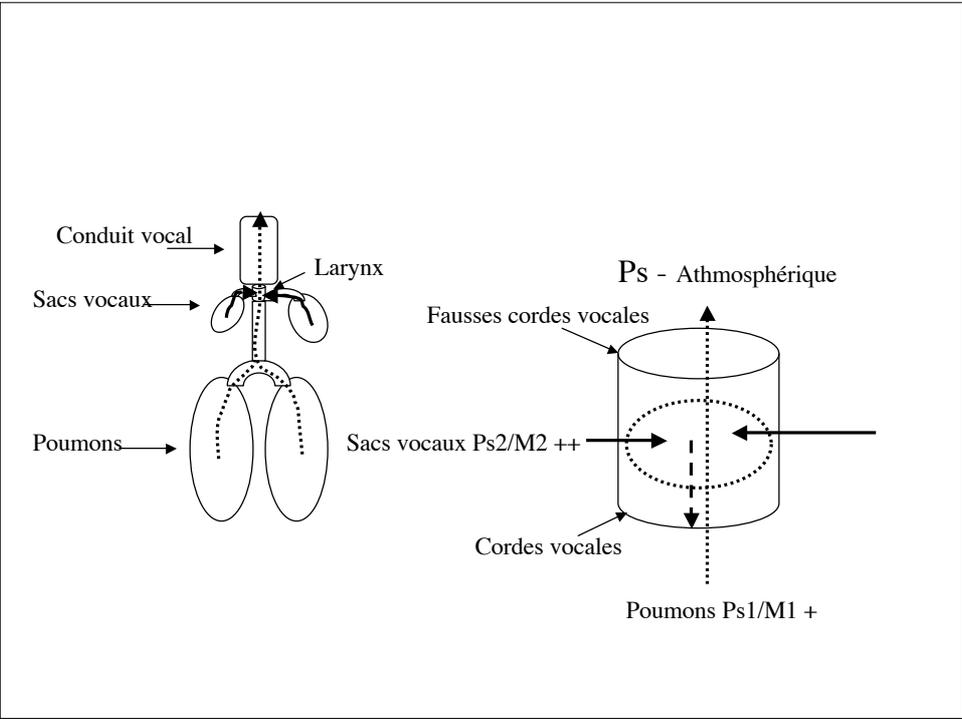
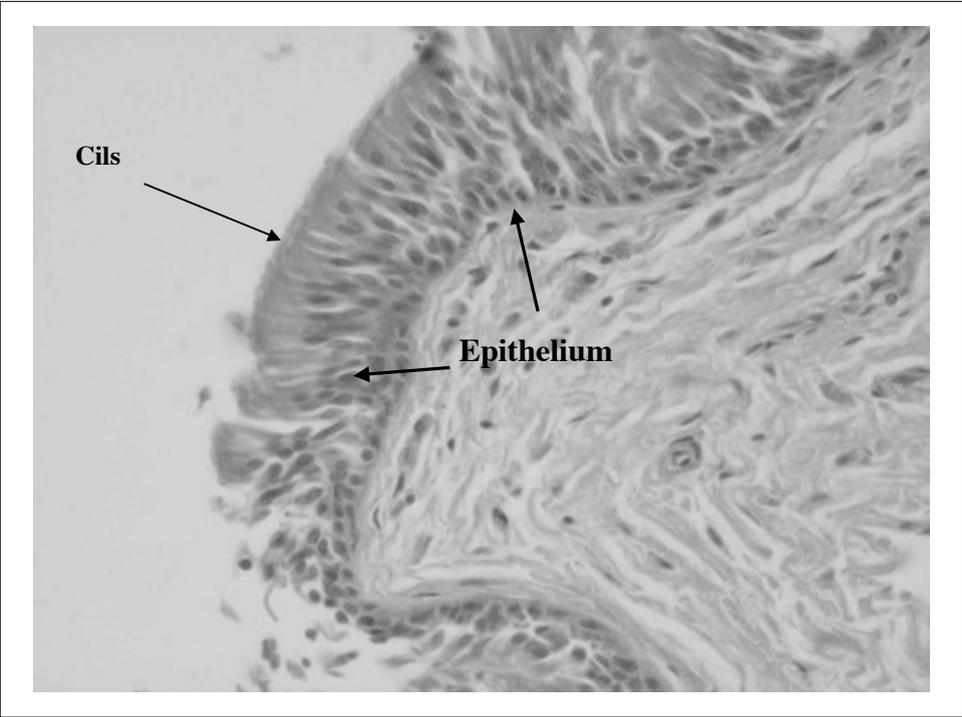
Analyse histologique des cordes vocales chez les bonobos

## Larynx de Bonobo (femelle)



## Structure histologique des cordes vocales humaines





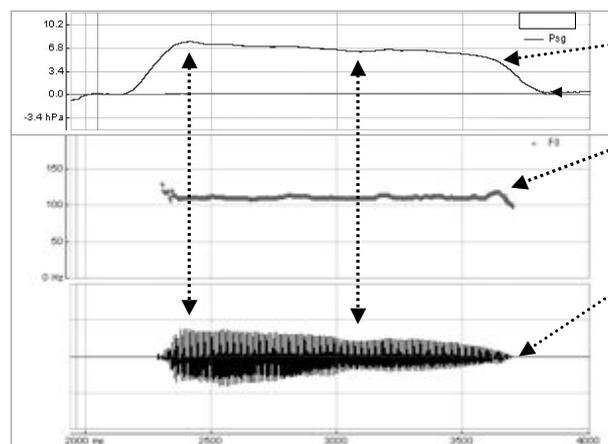
### **Le contrôle de la fréquence fondamentale ( $f_0$ ).**

L'évolution du système respiratoire suggère un contrôle plus important chez les hominidés tardifs, ce qui est probablement en relation avec les vocalisations et la parole. (Hewitt & MacLarnon 1989).

La pression sous glottique ( $P_s$ ) et l'intensité sont directement corrélées tant chez les primates non humains que chez les humains.

Les primates non humains peuvent moduler la  $f_0$ , mais il n'existe pas de preuves qu'ils le font indépendamment de l'intensité.

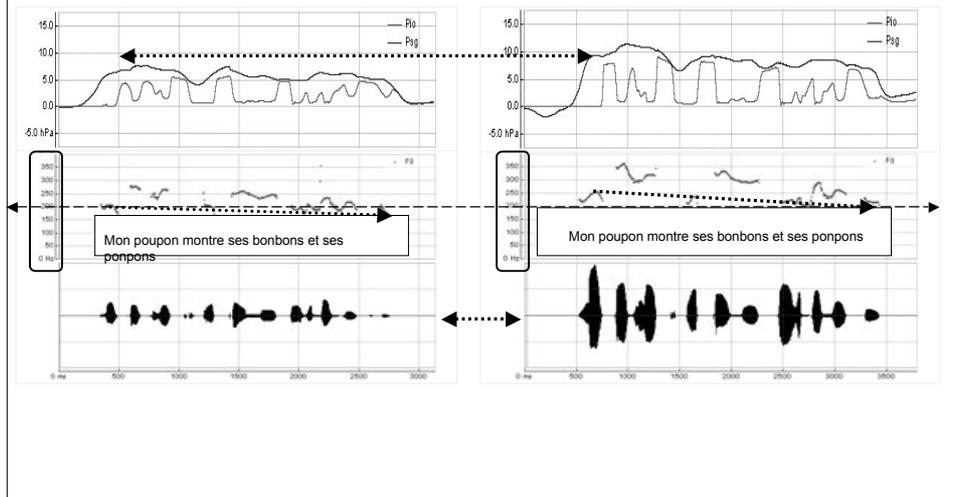
### **Source de la parole**



**Voyelle [a] avec une fréquence fondamentale ( $f_0$ ) de 111 Hz**

- L'homme moderne peut contrôler la fo indépendamment de l'intensité.

Le principal effet de la Ps sur la fo est une élévation de la ligne de base.



Lorsque les vocalisations des primates sont observées et comparées, le contrôle de la fo que l'on observe chez les hommes modernes paraît être une spécialisation qui s'est produite pendant l'évolution.

Cette spécialisation implique une co-évolution de l'anatomie du conduit vocal, du larynx et du système qui contrôle les vocalisations (qui se passe en grande partie dans les noyaux corticaux chez les primates).

Ce point est très important parce qu'il existe une relation étroite entre l'intonation –les mouvements de la fo dans le temps-, la syntaxe, la sémantique et la pragmatique dans les langues humaines.

### **Muriquis**

Espèce menacée de disparition < 2200 individus.

Groupes jusqu'à 35 individus, se nourrissent de feuilles, fruits...

Peu agressifs, relation égalitaire entre mâles et femelles.





## Grammaire?

$G = \langle V, \Sigma, S, P \rangle$

où  $V$  = symboles non terminaux

$\Sigma$  = symboles terminaux

$S$  = symbole initial

$P$  = règles de réécriture

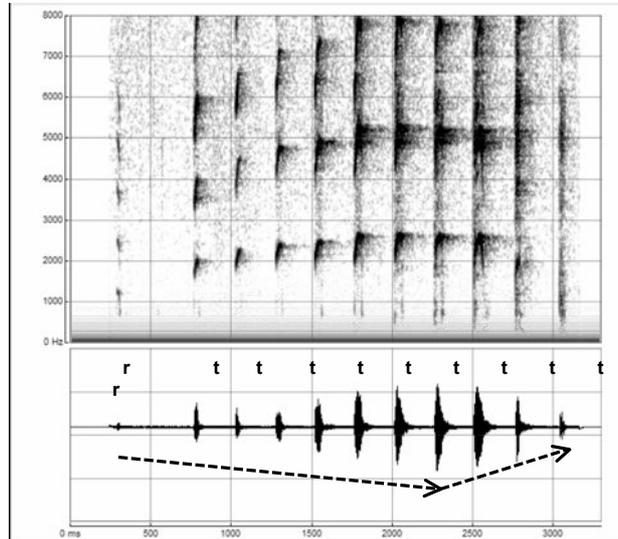
**Une grammaire 'context-free'  $A^n B^n$**

n  
1 a<sup>1</sup>b  
2 aa<sup>1</sup>bb  
3 aaa<sup>1</sup>bbb

**b Une grammaire 'context-sensitive'**

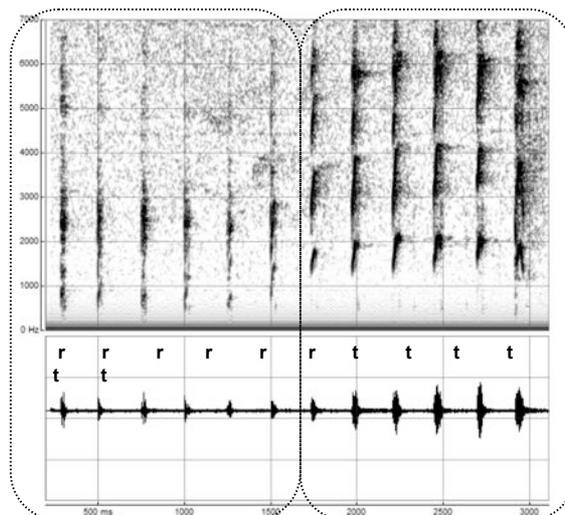
$G = \langle V, \Sigma, S, P \rangle$   
 $V = \{S\}$   
 $\Sigma = \{\alpha, \beta, \gamma\}$   
 $P \rightarrow \{\alpha A \beta \rightarrow \alpha \gamma \beta\}$   
ou  $(A \in N); (\alpha, \beta \in (N \cup \Sigma) \text{ et } (\gamma \in (N \cup \Sigma)))$

**Muriquis (*brachyteles hypochantus*)**

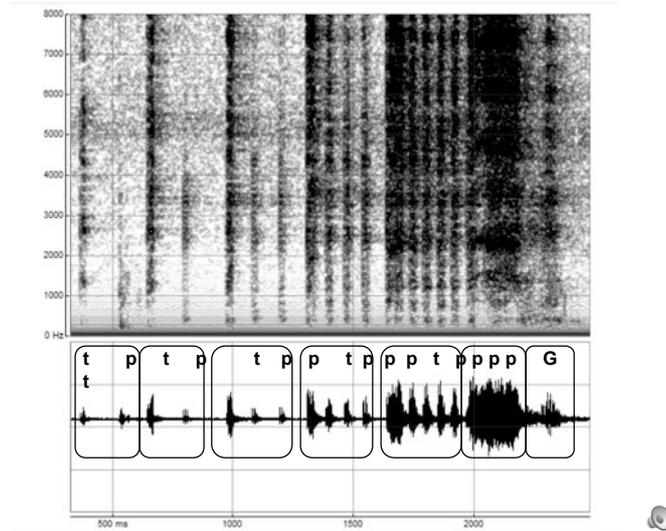


**Énoncés et prosodie (intensité/fréquence durée, rythme)**

**Énoncé généré par une grammaire 'context-free'  
 $A^n B^n$  où  $A = r$  et  $B = t$**



### Enoncé généré par une grammaire ‘context sensitive’



Les quatre classes de grammaires définissent chacune un type de récurtivité:

- grammaires à états finis
- grammaires context-free
- grammaires sensibles au contexte
- grammaires de structure syntagmatique.

Seule la dernière semble être spécifique à l'homme. Le fait de retrouver certaines formes de grammaire chez d'autres espèces –dont des primates– signifie que cette propriété est un produit de l'évolution de la communication animale.

**Quelle est la contribution d'autres espèces pour  
comprendre l'origine et l'évolution du langage  
humain?**

**Oiseaux et baleines**

**Oiseaux**

(Hausberger)

Beaucoup de signaux sont fixés et liés à une fonction particulière, ils ne requièrent donc pas d'apprentissage.

Pour d'autres, il y a des signaux vocaux flexibles qui sont acquis par l'expérience, en particulier sociale.

Ceci est le cas pour les mammifères marins (dauphins et cétacés), d'autres mammifères (éléphants et chauve souris) et des oiseaux chanteurs.

Cette notion de flexibilité sépare, jusqu'à présent, la communication des primates humains et non humains.

Hommes, cétacés et oiseaux chanteurs partagent la capacité à construire leur communication vocale au cours du développement, sous la pression des influences sociales.

Le chant est porteur de l'identité de l'émetteur, il permet de défendre le territoire, d'attirer un partenaire et d'assurer la cohésion sociale.

#### Perroquet Alex

- Imiter la voix de l'homme et est ouvert à l'apprentissage.
- Répond vocalement et de façon appropriée à des questions comme la matière, la couleur, la forme et la taille d'un objet
- Apprentissage du son mais aussi du contexte.

Dans l'apprentissage, seules les interactions avec les adultes permettent un développement normal.

Thorpe et Nottebohm

Marler : Notion de période critique et celle de 'template'

- Période critique de 10 à 50 jours
- Template : modèle auditif inné qui permet au jeune de sélectionner les chants de ses congénères et de rejeter celui des autres espèces

Apprentissage se fait en deux étapes: la mémorisation interne et une étape motrice.

2 catégories d'oiseaux:

Ceux qui apprennent au cours d'une période limitée et ceux qui maintiennent la capacité de modifier leur chant tout au long de leur vie.

## **Baleines**

Les baleines modifient progressivement leurs chants au cours du temps, d'une manière qui suggère que les individus copient des éléments qu'ils entendent chez d'autres.

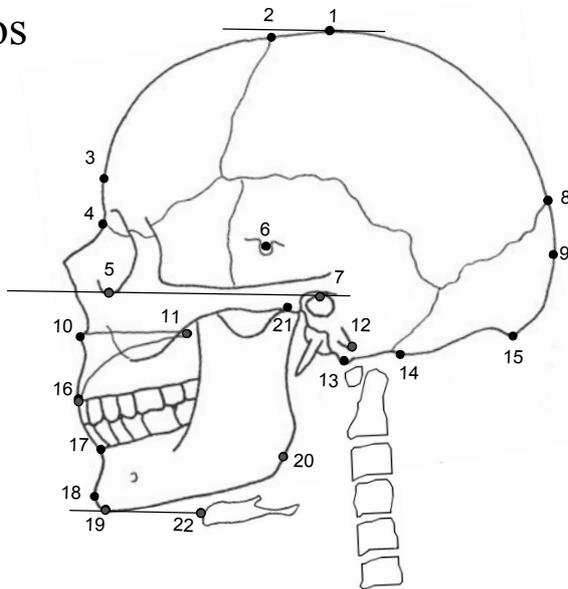
Bien que les propriétés des chants individuels dans les chants sont assez variables dans le temps, la distribution globale de certains traits acoustiques dans le répertoire apparaît stable.

Ceci suggère que des contraintes propres à l'espèce agissent sur les traits temporels des chants, pour déterminer la forme du chant, tandis que la variabilité permet aux baleines de s'adapter de manière très flexible aux éléments de nouveaux chants.

## **Ontogenèse**

## Architecteure des os pour 9 phases ontogénétiques

21 points de référence  
parmi les 87 des données  
de Fenart (2003) *Biométrie  
Humaine et Anthropologie* 21,  
231-284.

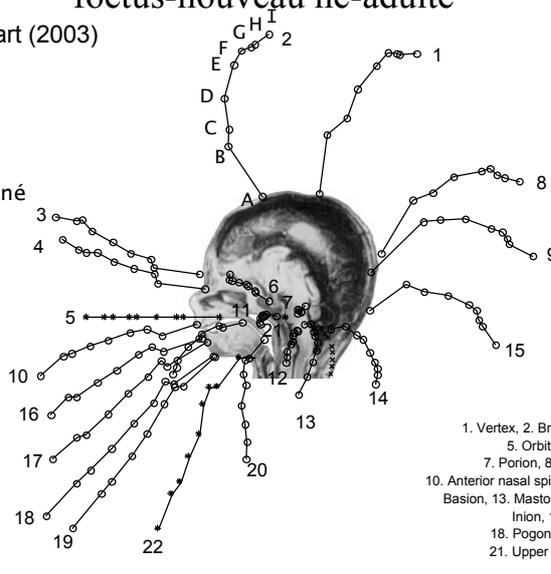


1. Vertex, 2. Bregma, 3. Glabella, 4. Nasion, 5. Orbitale, 6. Center of sella turcica, 7. Porion, 8. Lambda  
9. Opisthocranium, 10. Anterior nasal spine, 11. Post. nasal spine, 12. Basion, 13. Mastoid process, 14. Opisthion  
15. Inion, 16. Prosthion, 17. Infradentale, 18. Pogonion, 19. Mentum, 20. Gonion  
21. Upper part of the mandible condyle, 22. Hyoid bone, 5-7. Frankfort plane

## Trajectoires ontogénétiques : foetus-nouveau né-adulte

Données de Fenart (2003)

- A: fetus 5 m  
B: fetus 7 m  
C: 0 y nouveau né  
D: 1 y  
E: 2 y  
F: 4 y  
G: 8 y 6 m  
H: 14 y  
I: adulte



1. Vertex, 2. Bregma, 3. Glabella, 4. Nasion  
5. Orbitale, 6. Center of sella turcica  
7. Porion, 8. Lambda, 9. Opisthocranium  
10. Anterior nasal spine, 11. Post. nasal spine 12.  
Basion, 13. Mastoid process, 14. Opisthion 15.  
Inion, 16. Prosthion, 17. Infradental  
18. Pogonion, 19. Mentum, 20. Gonion  
21. Upper part of the mandible condyle  
22. Hyoid bone

Boë et al. (2006) *7th ISSP International Speech Seminar on Speech Production*, 75-82.

# Trajectoires ontogénétiques :

foetus-nouveau né-adulte

Données de Fenart (2003)

A: fetus 4 m

B: fetus 7 m

C: 0 y nouveau né

D: 1 y

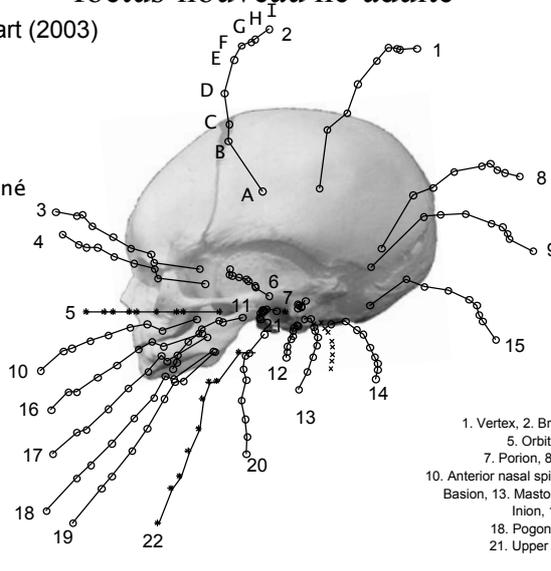
E: 2 y

F: 4 y

G: 8 y 6 m

H: 14 y

I: adulte



Boë et al. (2006) 7th ISSP International Speech Seminar on Speech Production, 75-82.

# Trajectoires ontogénétiques :

foetus-nouveau né-adulte

Données de Fenart (2003)

A: fetus 4 m

B: fetus 7 m

C: 0 y nouveau né

D: 1 y

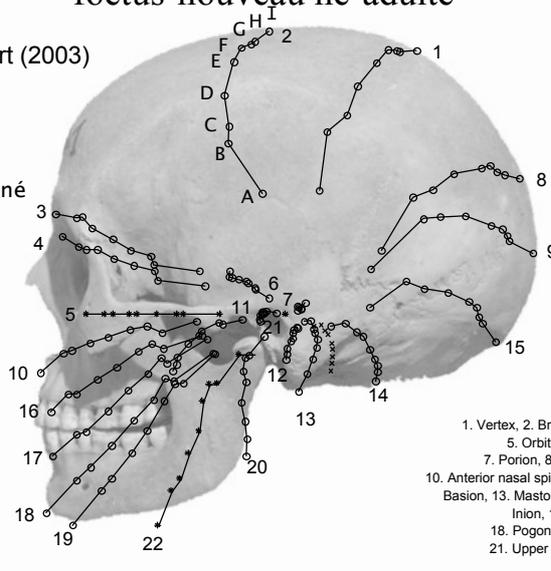
E: 2 y

F: 4 y

G: 8 y 6 m

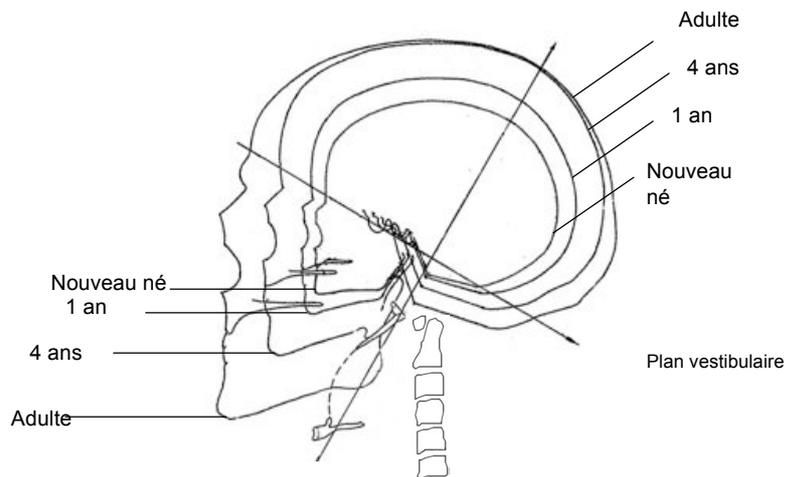
H: 14 y

I: adulte



Boë et al. (2006) 7th ISSP International Speech Seminar on Speech Production, 75-82.

## Différence dans le degré de croissance entre le clavierium et la mandibule



Fenart, R. (2003) *Biométrie Humaine et Anthropologie* 21, 231-284.

## Ontogenèse chez l'homme moderne

### *18 premiers mois*

- Extraction d'un modèle de la structure phonétique et prosodique de la langue maternelle.
- Mots avec arbitraire du signe (son-sens)
- Modes de production appropriés pour la langue maternelle et son environnement

### *Sensibilité des bébés*

- Discriminations fines (contrastes phonétiques)
- Prosodie
- 'Turn talking' (parole alternée): empreinte génétique?
- Environnement

### **Sélection des caractéristiques phonétiques et prosodiques de la langue maternelle**

- 6 mois : perception de voyelles modifiées par les voyelles des adultes (5 voyelles et mouvements dans la bouche)
- 7 mois: syllabes (phonotactique de la langue)
- 7 mois : frontières de phrases (de la langue maternelle)
- Perte de la discrimination des contrastes d'autres langues
- Sensibilité aux distributions statistiques (stimuli les plus fréquents)

### **Production?**

- 7 mois : syllabes > babillage
- 10 mois : distribution adulte (espace F1/F2)
- CVCV ou VCV > différences entre de babillage entre différentes langues et par conséquent influence de la culture.
- Premiers mots > sont prosodiques et fonctionnent comme 'gestalt' ou comme formes approximatives
- Reconnaissance et mémorisation que les schémas phonétiques et linguistiques sont différents
- Combinaison d'unités de sens

### **Etapas de l'acquisition du langage (Kuhl)**

- Les enfants traitent les unités de base de la parole, ce qui leur permet d'acquérir des unités d'ordre plus élevé créées par leurs combinaisons.
- Le processus de développement n'est pas une sélection dans laquelle des options innées sont sélectionnées sur base de l'expérience.
- Il s'agit plutôt d'un processus d'apprentissage perceptuel, qui commence avec l'exposition à la langue, pendant lequel les enfants détectent des patrons, exploitent des propriétés statistiques et sont altérés par l'expérience perceptuelle.

- L'imitation vocale relie la perception et la production de la parole très tôt et les informations motrices, auditives et visuelles sont co enregistrées pour les catégories de la parole.

- Les adultes qui s'adressent à des enfants modifient inconsciemment leur parole pour s'aligner sur leurs stratégies d'apprentissage, ce qui est l'instrument de support pour la relation initiale des enfants avec la parole.

- La période critique de l'apprentissage, n'est pas seulement influencée par le temps, mais aussi par l'implication neurologique qui est induite par l'expérience.

## **En résumé ...**

### **Evolution de la parole et du langage**

#### ***Parole***

Source	Instable > stable
Filtre	Section quasi uniforme > géométrie variable
Perception	Co évolution avec la production ( $\neq$ gammes de fréquence sont produites et perçues entre les différents primates)

Systeme de contrôle // au développement du cerveau.  
Développement des régions qui assurent la relation entre action et perception et le contrôle (les neurones miroirs).

### *Langage*

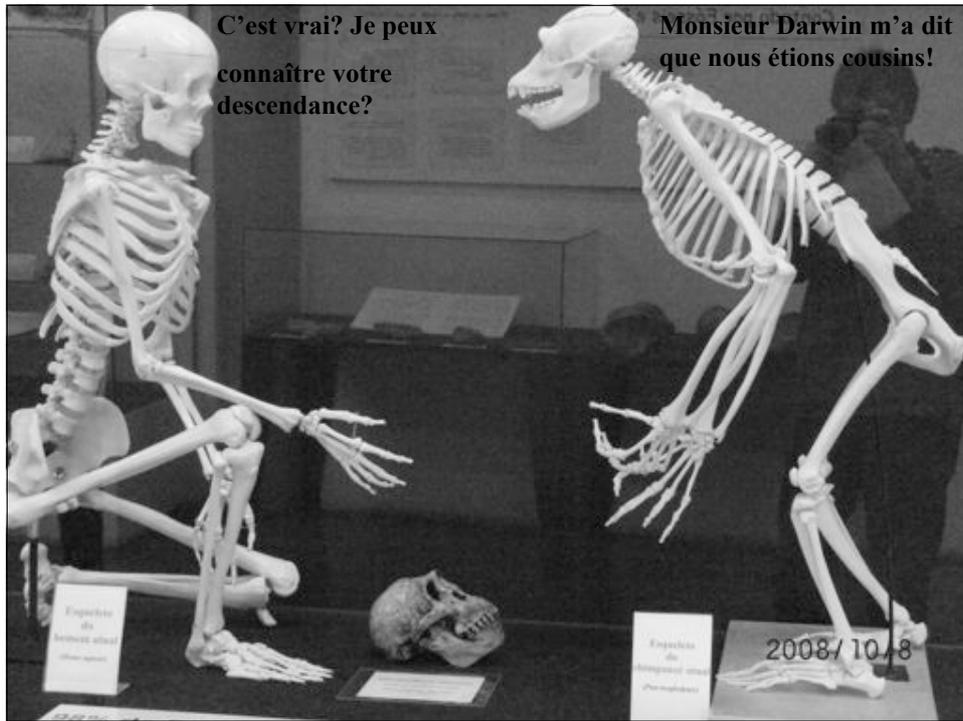
Evolution de la forme des grammaires et de la récursion

Développement de la mémoire, de la catégorisation, de la symbolisation et des niveaux de représentation, liés au sens et au contexte.

L'apprentissage est aussi lié au contexte social.

Un faisceau de preuves peut être avancé pour rendre compte de l'évolution des capacités linguistiques :

- l'évolution de l'anatomie de l'appareil phonatoire,
- la diachronie des langues,
- l'évolution de la taille du cerveau et
- la base génétique du langage.



**Merci à :**

**Luciana Storto, Nathalie Vallée, Sergio Hassid, Stéphane Louryan, Louis-Jean Boë, Fabio Souza, Fransisco Mendes, César Ades, Linda Van Elsaker, Thierry Metens, Nelson Karitiana, Jean-Marie Hombert et le projet Eurocores OMLL, Museo de historia natural de Taubaté, Laurence Mettwie & Hans Van de Velde**