

RESODYS - 20 novembre 2015

Production et perception de la parole

Christine Meunier Laboratoire Parole et Langage – CNRS, Aix-en-Provence

christine.meunier@lpl-aix.fr <http://www.lpl.univ-aix.fr>

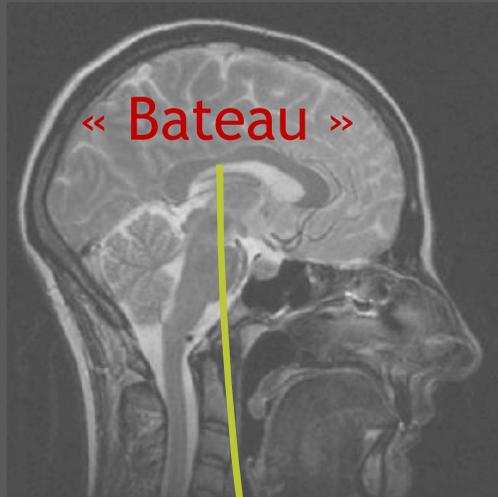


La parole

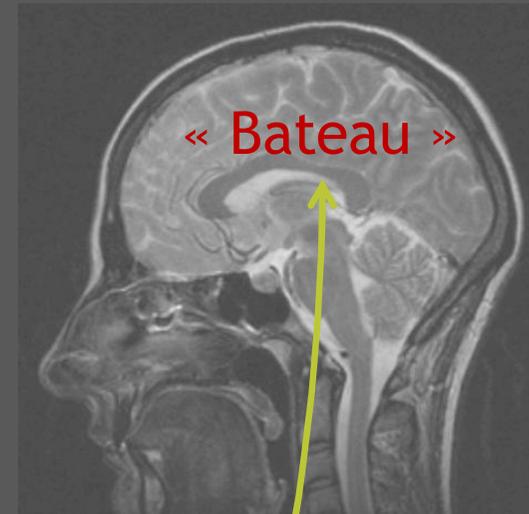
- ▶ "*Faculté d'exprimer et de communiquer **la pensée** au moyen du **système** des sons du langage articulé émis par les **organes phonateurs***" (TLF)
- ▶ *La parole: entre représentations mentales abstraites et contraintes physiques/motrices*



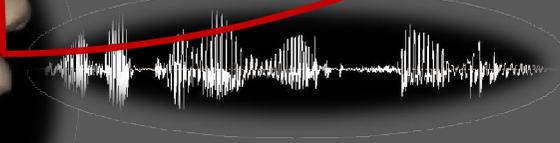
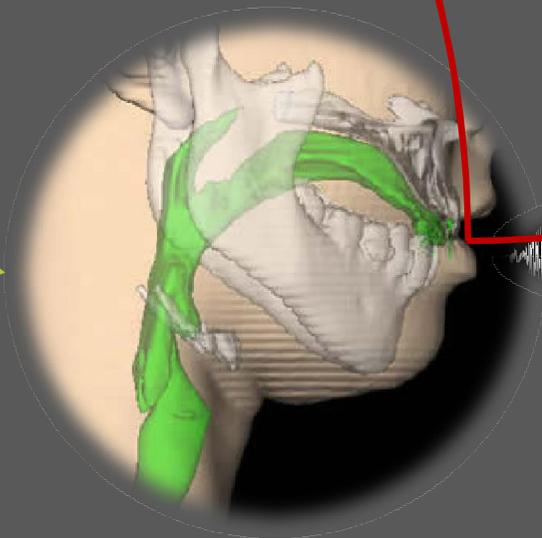
Conceptualisation



Compréhension



Encodage
Planification
des gestes



Perception

Acoustique

Articulation



Une science physique de la parole

- ▶ La parole est **acte physique** moteur impliquant la production de gestes coordonnés, comme la marche, l'écriture ou la danse
- ▶ La parole se compose de sons qui sont des **objets matériels**, comme les liquides, les lumières ou les meubles
- ▶ Les sons répondent à des **dimensions physiques** ; ils ont une forme, une taille, une durée, une fréquence, une intensité
- ▶ Comme tout objet du monde réel, ils sont **perceptibles par nos sens** : l'ouïe, mais aussi la vision ou le toucher
- ▶ Comme tout objet, ils sont donc **directement observables**, mesurables, manipulables, et peuvent impacter physiquement (blessure corporelle)



Production de la parole

- ▶ Les unités de la parole
- ▶ Mécanisme de production de la parole
- ▶ La parole dans son contexte « naturel »



Langage et langue orale

- “ Le langage est une capacité hautement humaine.
- “ Une des activités cognitives les plus complexes du cerveau
 - “ Distinctions:
 - “ Langue / Parole (Saussure)
 - “ Langue: système de signes (abstrait)
 - “ Parole: expression de ce système (concret)
 - “ Compétence / Performance (Chomsky)
 - “ Modes d'expressions
 - “ Parole et écriture: deux principaux modes d'expression de la langue (gestualité, langue des signes, etc.)
 - “ Deux modes d'expression très différents

▶ *Coordination entre activité motrice et système aux propriétés abstraites*

Parole et écriture

- ▶ La parole est universelle: il n'existe pas de société humaine qui ne possède pas une langue parlée, alors que beaucoup ne possède pas de système d'écriture (sur 6700 langues dans le monde, seulement 200 ont un système d'écriture).
- ▶ La parole est première tant du point de vue de l'espèce que de celui de l'individu (phylogénèse et ontogénèse).
- ▶ L'acquisition de la langue parlée est naturelle (ne nécessite pas d'apprentissage spécifique) et quasi irrépressible.



Distinction entre phonème et son

Le *phonème* est une unité linguistique abstraite. C'est la plus petite unité *distinctive* de la langue : la permutation entre 2 phonèmes entraîne une différence de sens (permet de faire l'inventaire des sons d'une langue).

Un *son* est la réalisation concrète d'un phonème; on parle de *réalisation phonétique*.

/ʃ a p o/ "chapeau"
/ʃ a t o/ "château"
/b a t o/ "bateau"

[bʁɛʃ] locuteur français
[pʁɛʃ] locuteur français
[bʁɛʃ] locuteur belge

- phonème: on parle d'une catégorie abstraite
- son: on parle d'une réalisation physique spécifique



Systemes phonologiques

Chaque langue a un inventaire "fini" de phonemes.
Tous les sons de la parole ont la potentialite d'etre des phonemes dans une langue mais ils ne le sont pas tous.

- /u/ est un phoneme en francais (il distingue «roux» et «riz»)
- /y/ (« mur ») est un phoneme en francais («rue»/«riz»), mais pas en espagnol ni en anglais
- /ɛ/ et /æ/ (« bed » et « bad »; « men » et « man ») sont deux phonemes en anglais, mais un seul en francais
- /l/ et /r/ sont deux phonemes en francais, mais un seul en japonais
- /r/ est un seul phoneme en francais. Ce phoneme a plusieurs *variantes* ([r, ʀ, ʁ]).



Voyelles orales

/i/	pile, cycle, île	
/y/	mur, sûr	
/u/	doux, août, saoul	
/e/	café, nez	(lait)
/ø/	deux, vœux	
/o/	dos, chaud, beau, zoo, rôti	(épaule)
/ɛ/	sèche, belle, neige, être	(lait)
/œ/	beurre, cœur	
/ɔ/	port, rhum, alcool	(épaule)
/ə/	fenêtre («e» muet, shwa)	
/a/	tasse, patte, tâche, là	
*/ɑ/	pâte	

Entre 14 et 16 voyelles
(6 à l'écrit:
a-e-i-o-u-y)

Voyelles nasales

/ã/	lent (em), dans (am), faon, Jean, Caen
/õ/	bon (om)
/ɛ̃/	brin, main, teint, syndicat, thym, examen
*/õ̃/	brun, parfum, jeun

Les consonnes

Occlusives

/p/	pôle, appel
/t/	tapis, attaque
/k/	casser, quota, kaki, cueillir
/b/	balle
/d/	deux
/g/	gare, guerre

Fricatives

/f/	fer, phare, affaire
/s/	sel, ceci, basse
/ʃ/	chez
/v/	vent
/z/	oser, zaon
/ʒ/	jeux, page

Liquides

/r/	rôle, verre
/l/	lit, balle

Nasales 1

/m/	mer, grammaire
/n/	non, année

Semi-consonnes

/j/	yeux, bailler /baje/
/w/	bois /bwa/, bouée /bwe/
/ɥ/	huile, buée

Nasales 2

/ŋ/	camping
/ɲ/	campagne

19 (ou 21) consonnes

▶ (20 à l'écrit: b-c-d-f-g-h-j-k-l-m-n-p-q-r-s-t-v-w-x-z)

Fréquences des phonèmes en français (Wioland, 1985)

Voyelles: 43,5 %



/a/	8
/i/	5,5
/e/	5,5
/ɛ/	5
/ã/	3,5
/ə/	3,5
/u/	2,5
/õ/	2
/o/	2
/y/	2
/ɔ/	1,5
/ɛ̃/	1
/ø/	0,5
/œ̃/	0,5
/ò /	0,5

Consonnes: 56,5%



/r/	7,5	/b/	1
/s/	6,5	/g/	0,5
/l/	6	/ʁ/	0,5
/t/	5,5	/ʃ/	0,5
/d/	4,5		
/k/	4,5		
/p/	4		
/m/	3		
/n/	3		
/v/	2,5		
/j/	2		
/z/	1,5		
/ʒ/	1,5		
/f/	1,5		
/w/	1		

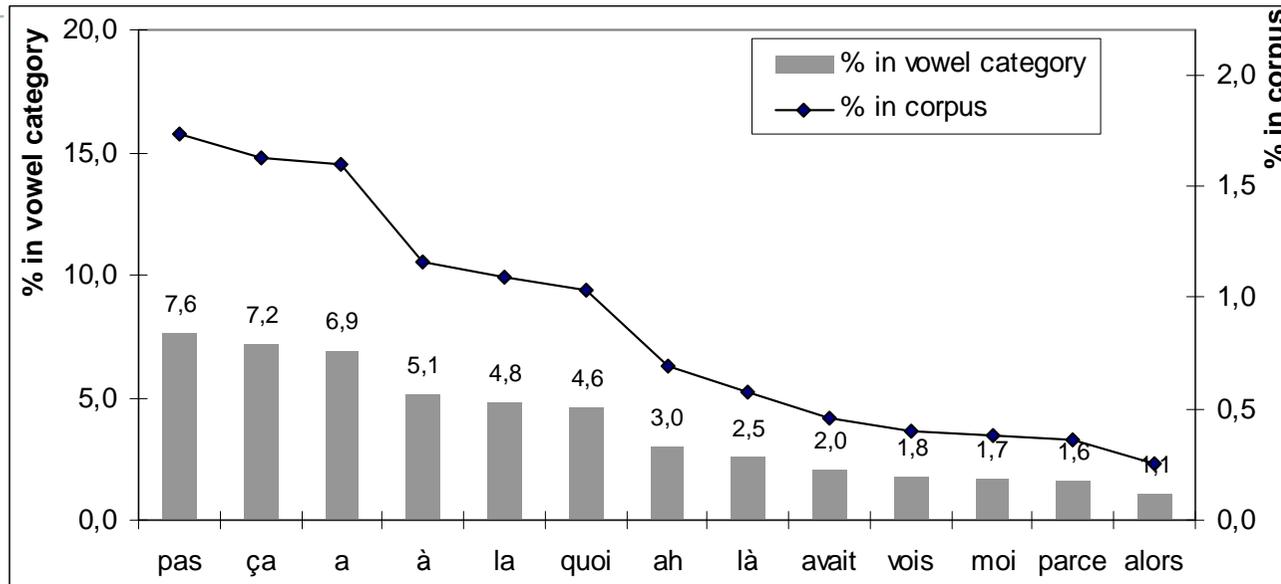
(Pourcentages)

$$\begin{aligned} & /a/+/r/+/s/+/l/ \\ & = \\ & \mathbf{27,5 \%} \end{aligned}$$

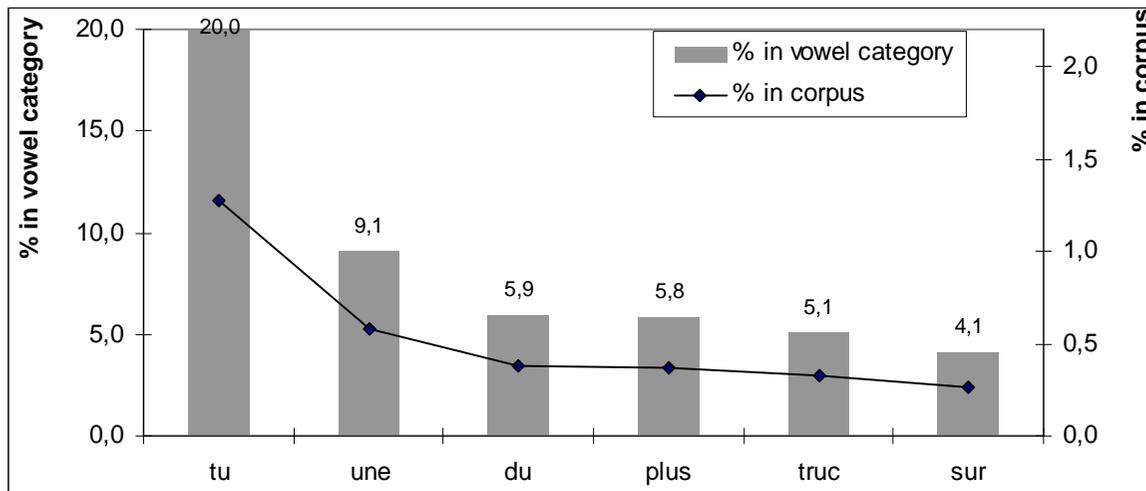
$$\begin{aligned} & /a/+/r/+/s/+/l/+ \\ & /i/+/e/+/t/+/ɛ/ \\ & = \\ & \mathbf{49 \%} \end{aligned}$$

Occurrence des voyelles en parole conversationnelle

50% des /a/
sont produits
dans 13 mots



50% des /y/
sont produits
dans 6 mots



→ Mots fonction monosyllabiques

Mécanisme général de la production

- ▶ *Anatomie et fonctionnement du conduit vocal*
- ▶ *Cordes vocales & vibrations laryngées*
- ▶ *Le contrôle des résonateurs*



Phases physiologiques de la production

Système articulatoire

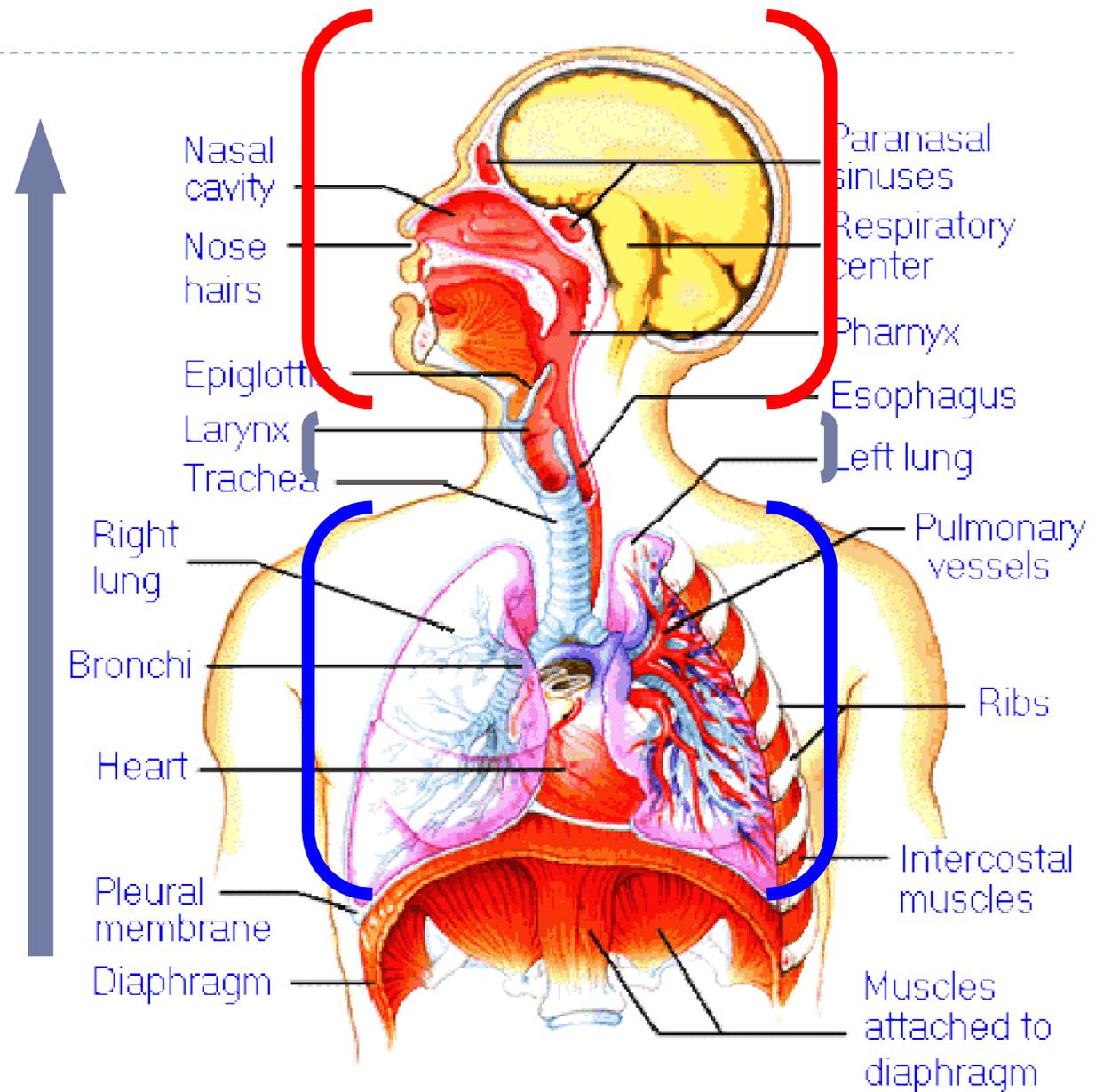
organes supraglottiques
*mâchoire, lèvres, dents,
langue, palais, voile, luvette,
pharynx, épiglotte*

Système phonatoire

organe glottique
larynx

Système respiratoire

organes sous-glottiques
*trachée, cage thoracique,
poumons, diaphragme*



Les cavités supraglottiques

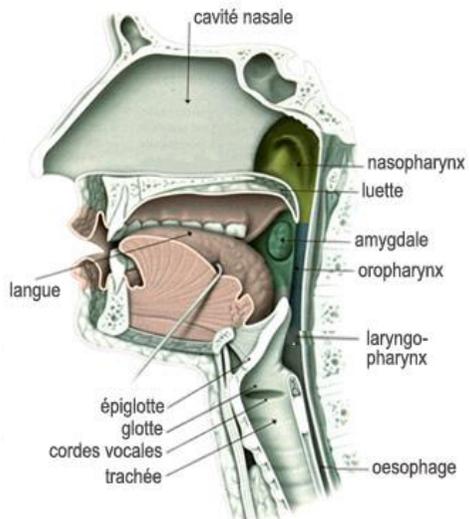
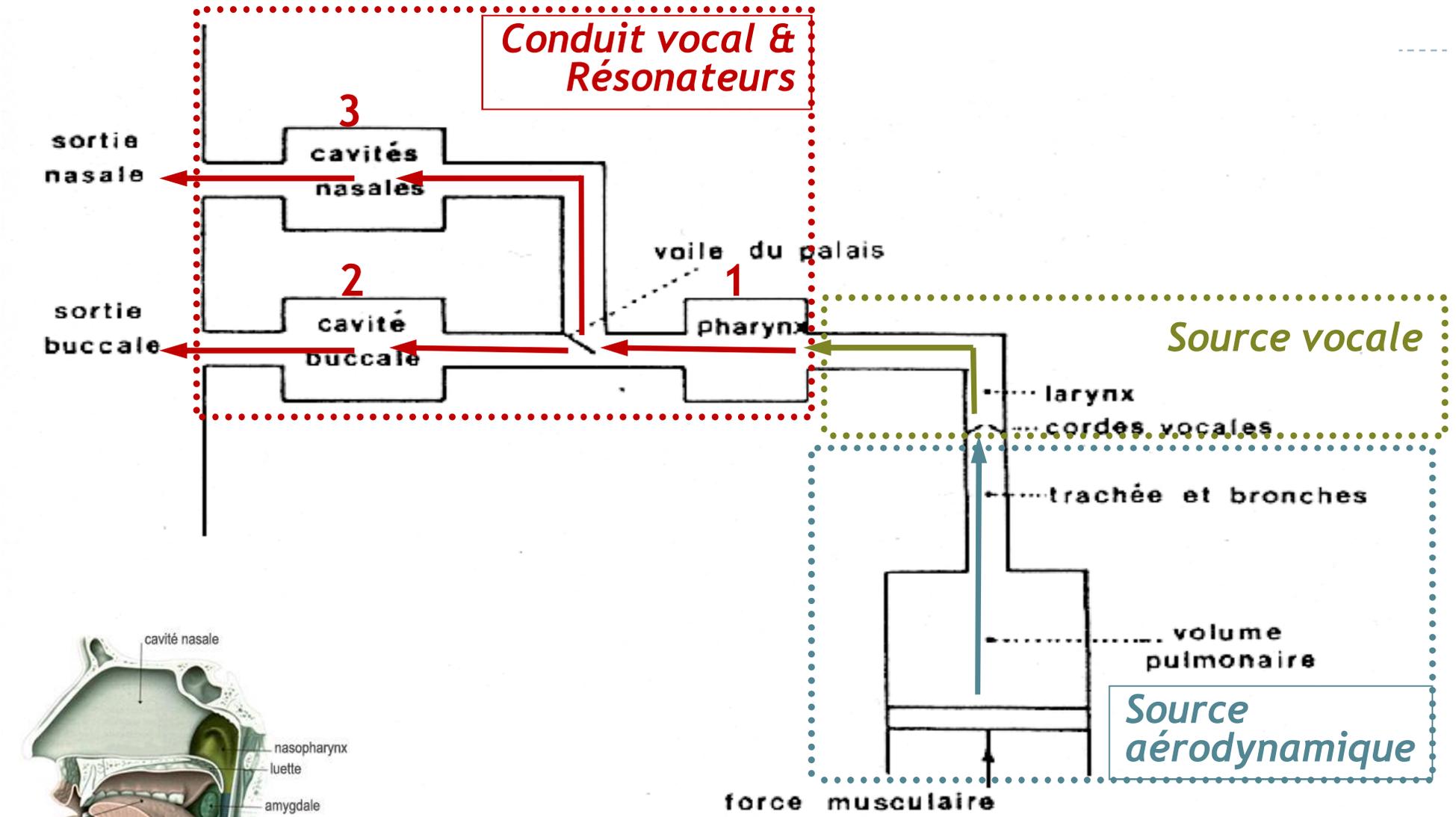
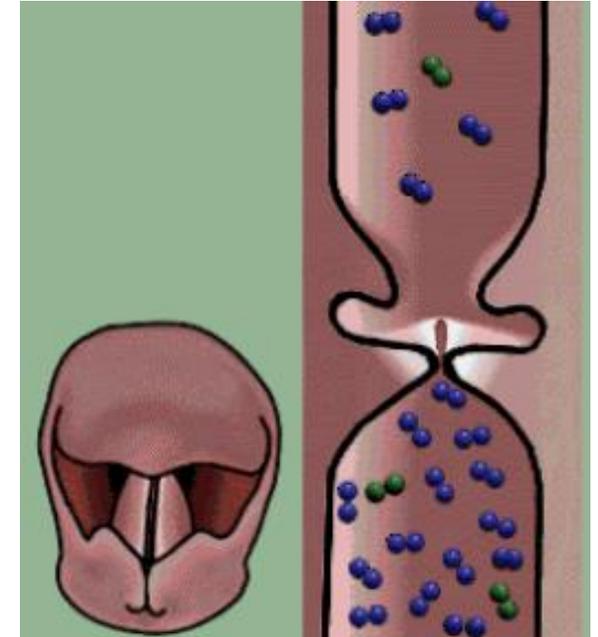
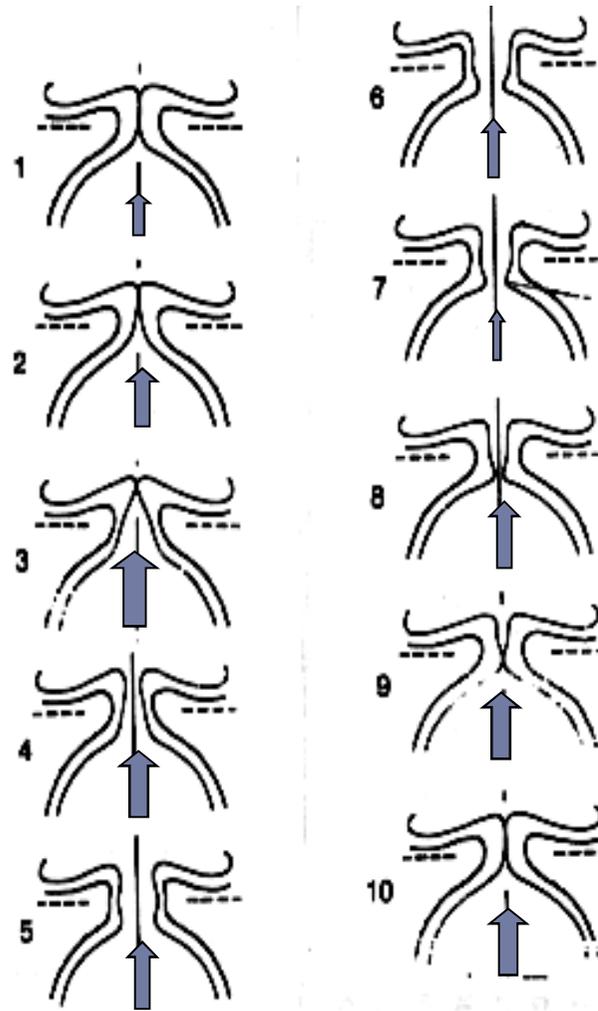
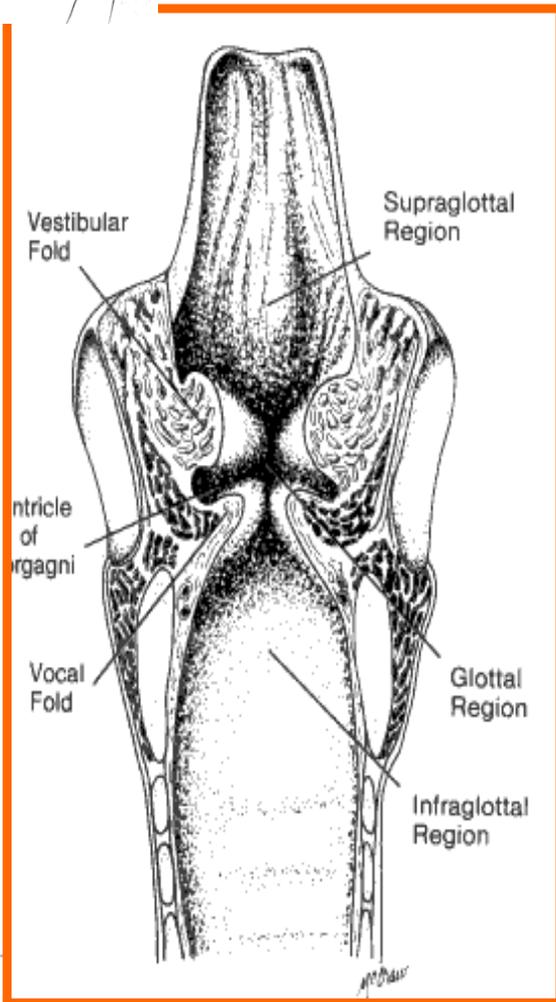
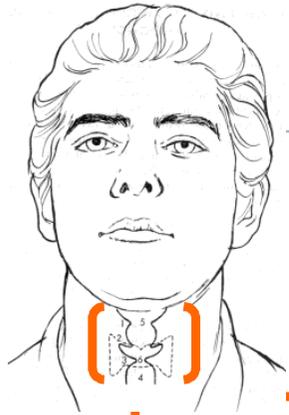


Fig. 45. Diagramme de principe du fonctionnement des principaux organes phonatoires (d'après Flanagan).



La vibrations des cordes vocales

Phonation voisée



*Vibration et pression
aérodynamique*

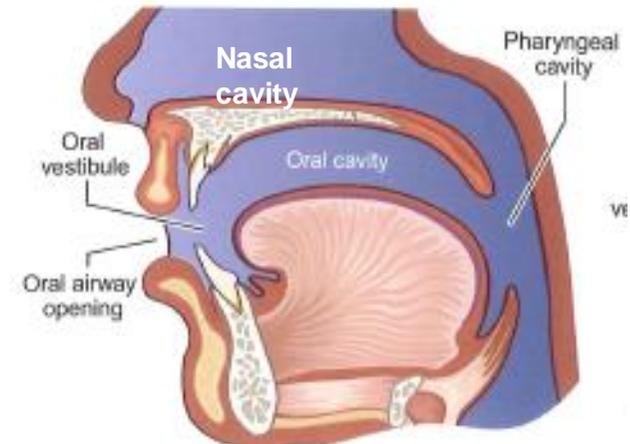
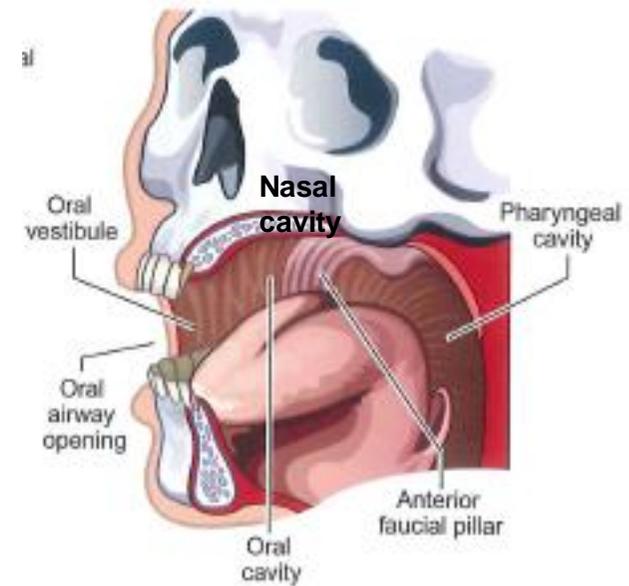
*Forme des cordes vocales lors
d'un cycle de vibration*

Anatomie et physiologie de l'articulation les cavités supralaryngées

Le conduit vocal se compose ainsi de **trois cavités supralaryngées** pouvant communiquer :

- (1) **pharyngale** (ou arrière)
- (2) **buccale** (orale ou avant)
- (3) **nasale** (par ouverture du passage vélopharyngé).

Ces cavités supraglottiques jouent le rôle de **résonateurs modifiant le timbre de la source sonore laryngée** issue de la vibration de cordes vocales.



Anatomie et physiologie de l'articulation la langue : 4 articulateurs

Principal articulateur de la parole, cet organe complexe est **composé exclusivement de muscles**.

Cette structure musculaire permet une **grande variété et précision de mouvements** et de compensations.

Différentes parties de la langue se comportent comme **des articulateurs (quasi) autonomes**.

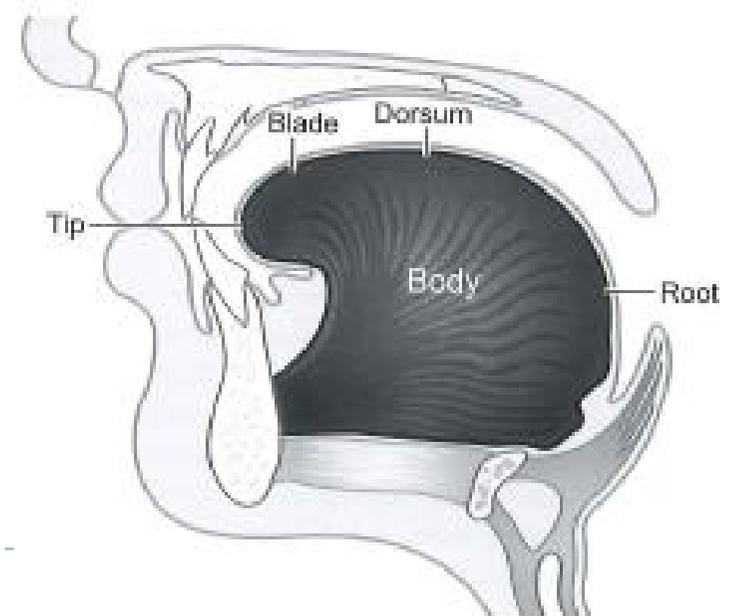
Outre son corps (*body*), la langue est divisée en **quatre articulateurs** phonétiques, de l'avant à l'arrière

le **apex** ou pointe (*tip*)

la **lame** ou plat (*blade*)

le **dos** ou dorsum

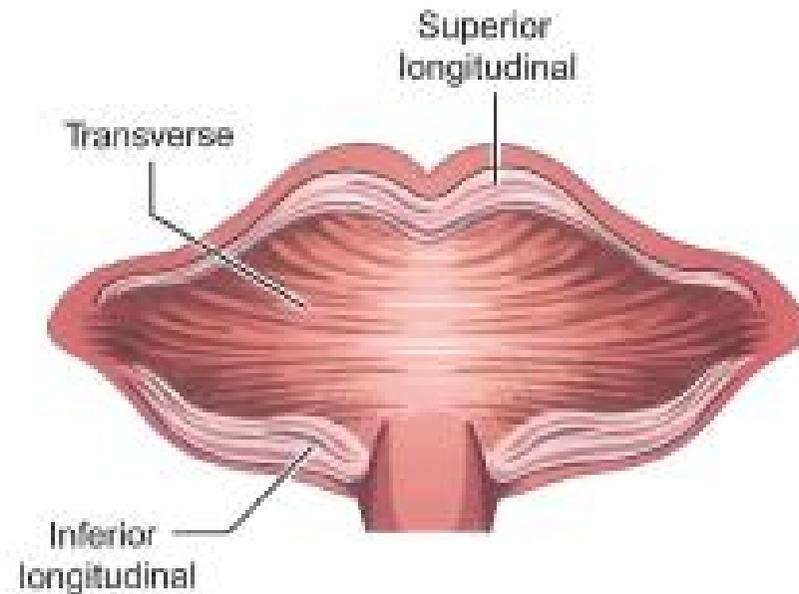
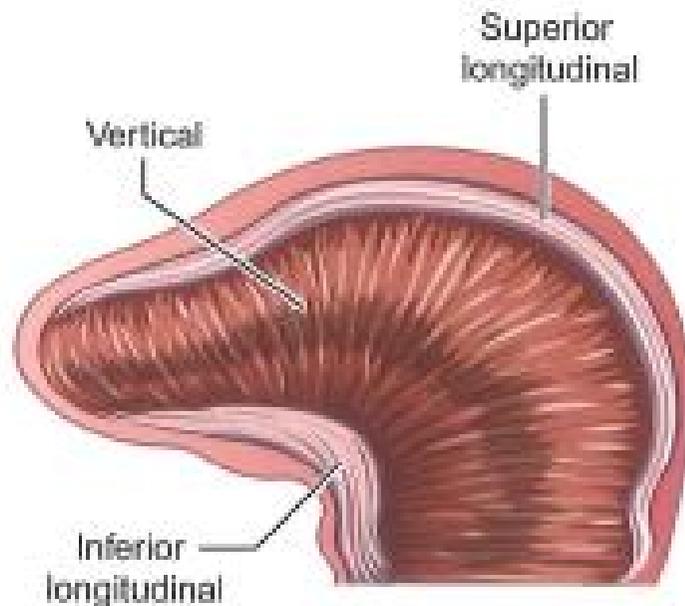
la **racine** (*root*), partie verticale



Anatomie et physiologie de l'articulation la langue : 4 muscles internes

La musculature interne de la langue est constituée par **4 muscles perpendiculaires entrelacés** permettant des ajustements de forme et les **mouvements rapides et fins** des différents articulateurs linguaux.

Ils interviennent avant tout dans **l'articulation des consonnes** qui nécessitent des positionnements plus précis et brefs.



Distinguer les voyelles des consonnes

Voyelles: le passage de l'air se fait librement à partir de la glotte; les articulateurs ne font pas obstacle au flux d'air dans le conduit vocal.

Consonnes: le passage de l'air à partir de la glotte est obstrué, complètement ou partiellement; formation d'un obstacle au flux d'air dans le conduit vocal

Semi voyelles/semi-consonnes/glissantes (glides): intermédiaires entre les consonnes et les voyelles; du point de vue articulatoire, elles ressemblent à des voyelles mais du point de vue phonologique (du fonctionnement de la langue) elles se comportent comme des consonnes.

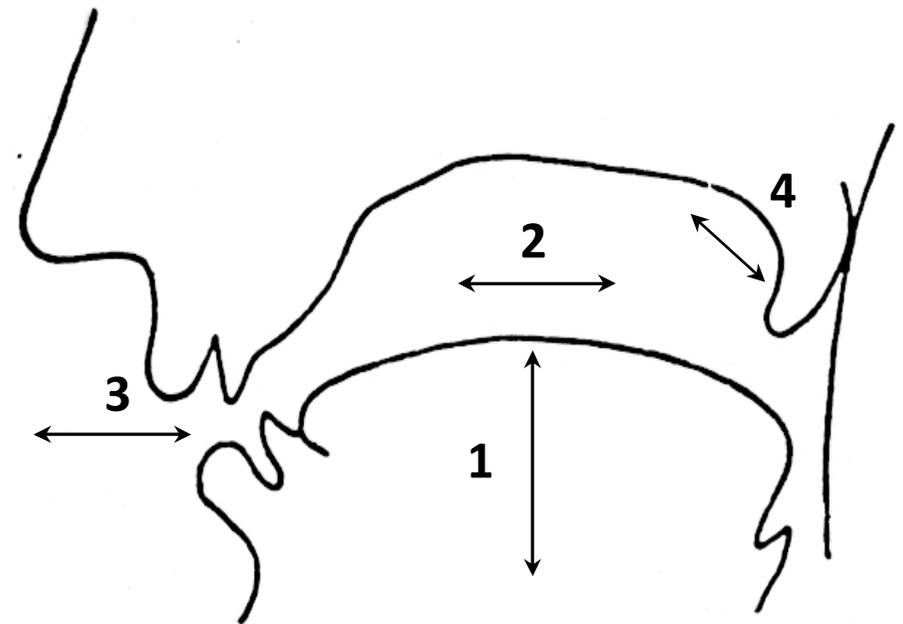
Ex: /bjɛr/ /jaurt/ /swa/ /ɥil/ (bière, yaourt, soie, huile)



Caractéristiques distinctives des **voyelles** du français

1. Le degré d'**aperture** de la mandibule détermine la position haute ou basse de la langue
2. le **lieu d'articulation** caractérise par la position de la langue sur l'axe antéro-postérieure
3. la **labialité** caractérise la position des lèvres soit étirées, soit projetées en avant
4. la **nasalité** caractérise les voyelles pour lesquelles le flux d'air passe par la cavité nasale

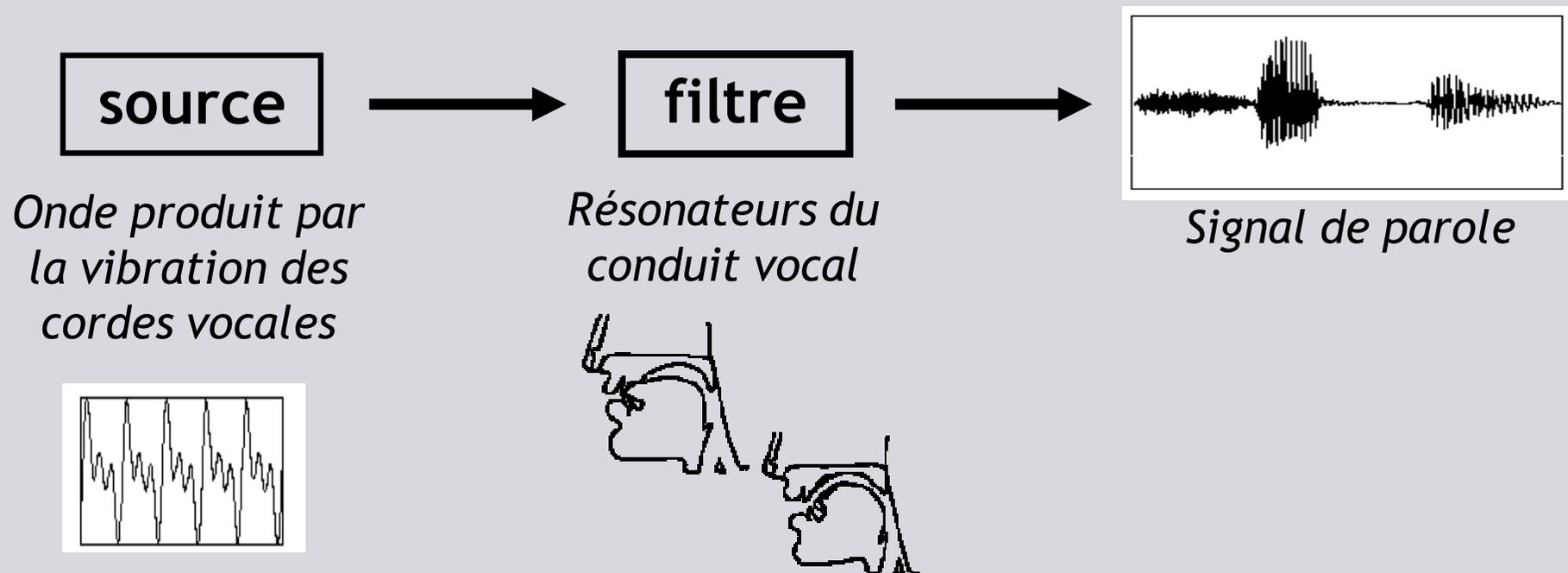
*Les voyelles du français se distinguent selon **quatre dimensions articulatoires***



Une cavité de résonance qui va amplifier certaines des fréquences de la source (vibration des cordes vocales)

- *ex. pour la parole* : les cavités du conduit vocal
- *autres ex.* : la caisse de résonance du violon
une caverne, une salle de spectacle, un verre

Modèle « source-filtre » :



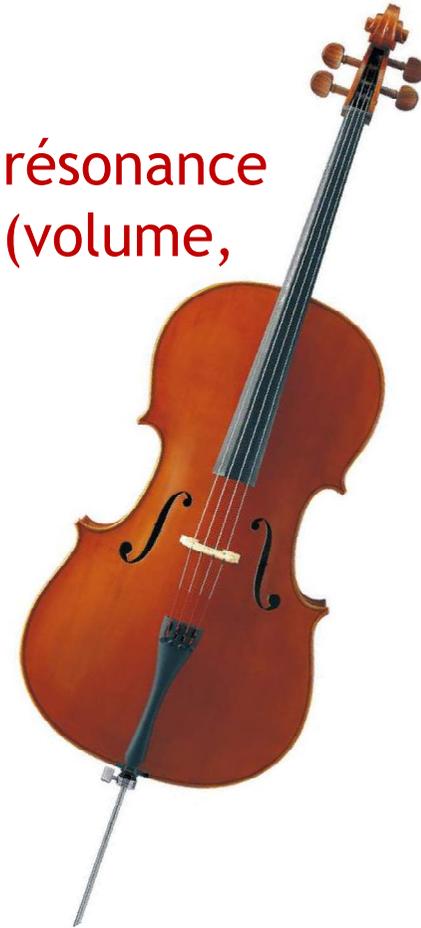
Les résonateurs

les différentes cavités du conduit vocal vont servir de résonateur au signal de la source.

Une cavité de résonance a une fréquence de résonance propre qui dépend, entre autres, de la taille (volume, longueur) de la cavité

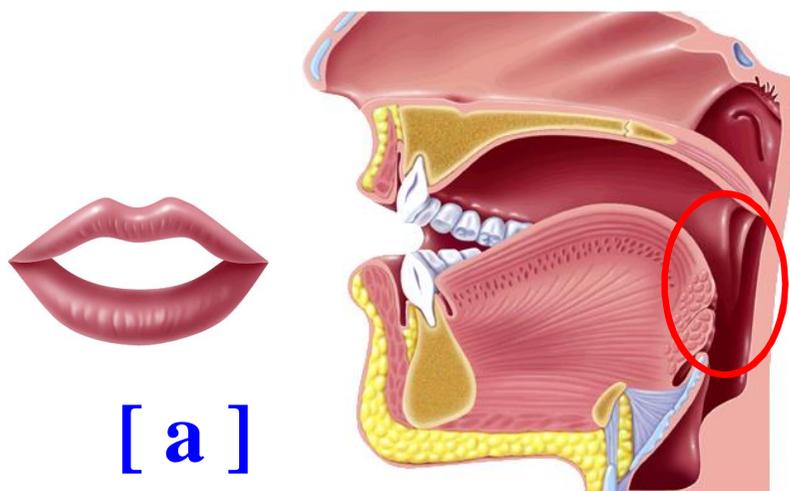
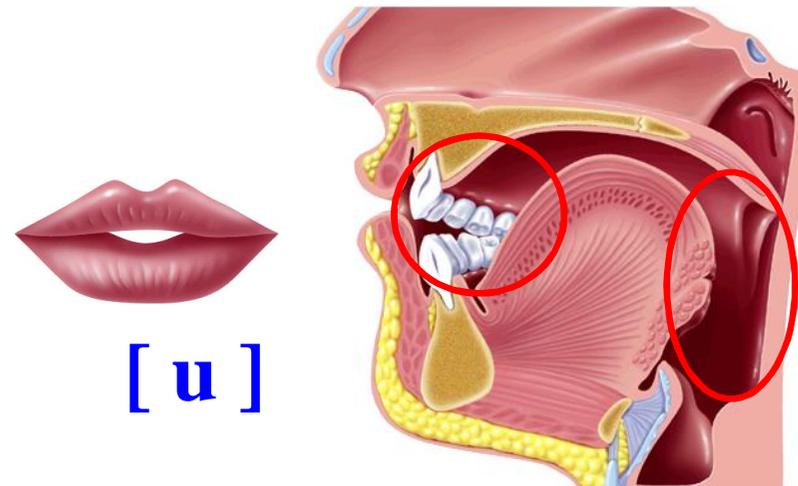
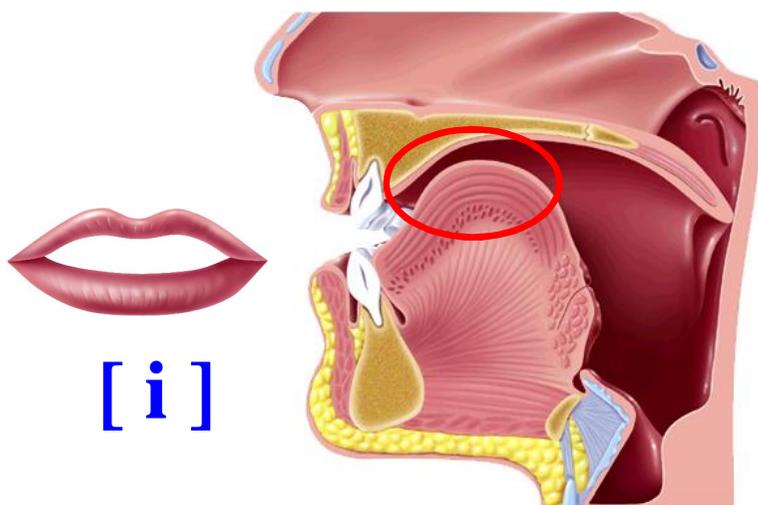


*une petite cavité a une
fréquence de résonance
haute (aigüe)*



*une grande cavité a une
fréquence de résonance
basse (grave)*



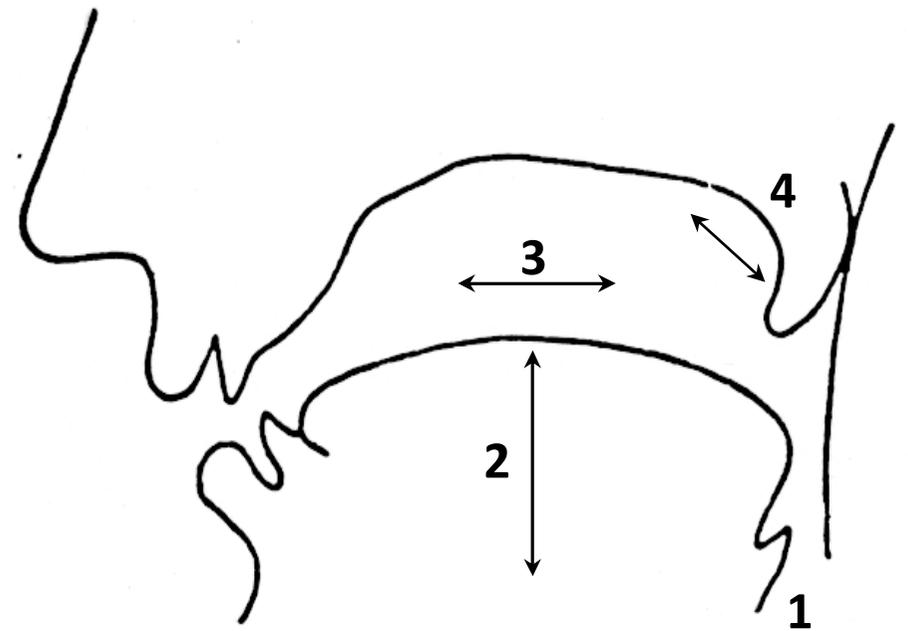


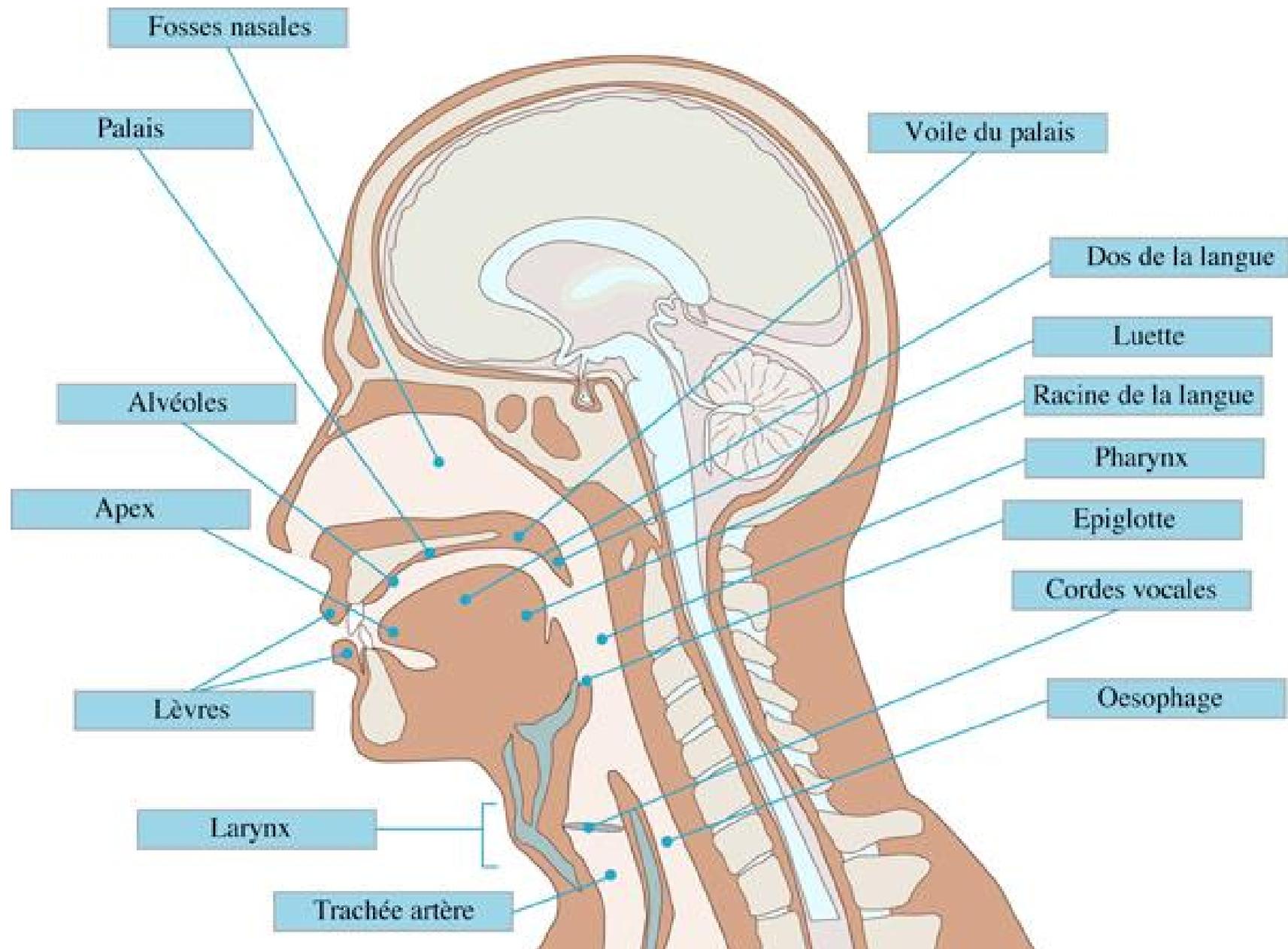
Vocal Tract
demo

Caractéristiques distinctives des **consonnes** du français

1. le **voisement** se manifeste la vibration des cordes vocales. Les consonnes sont soit voisées, soit non voisées
2. le **mode d'articulation** caractérise le type de fermeture du conduit vocal
3. le **lieu d'articulation** caractérise la position d'un articulateur au point le plus fermé du conduit buccal
4. la **nasalité** caractérise les consonnes pour lesquelles le flux d'air passe par la cavité nasale

*Les consonnes du français se distinguent selon **quatre dimensions articulatoires***

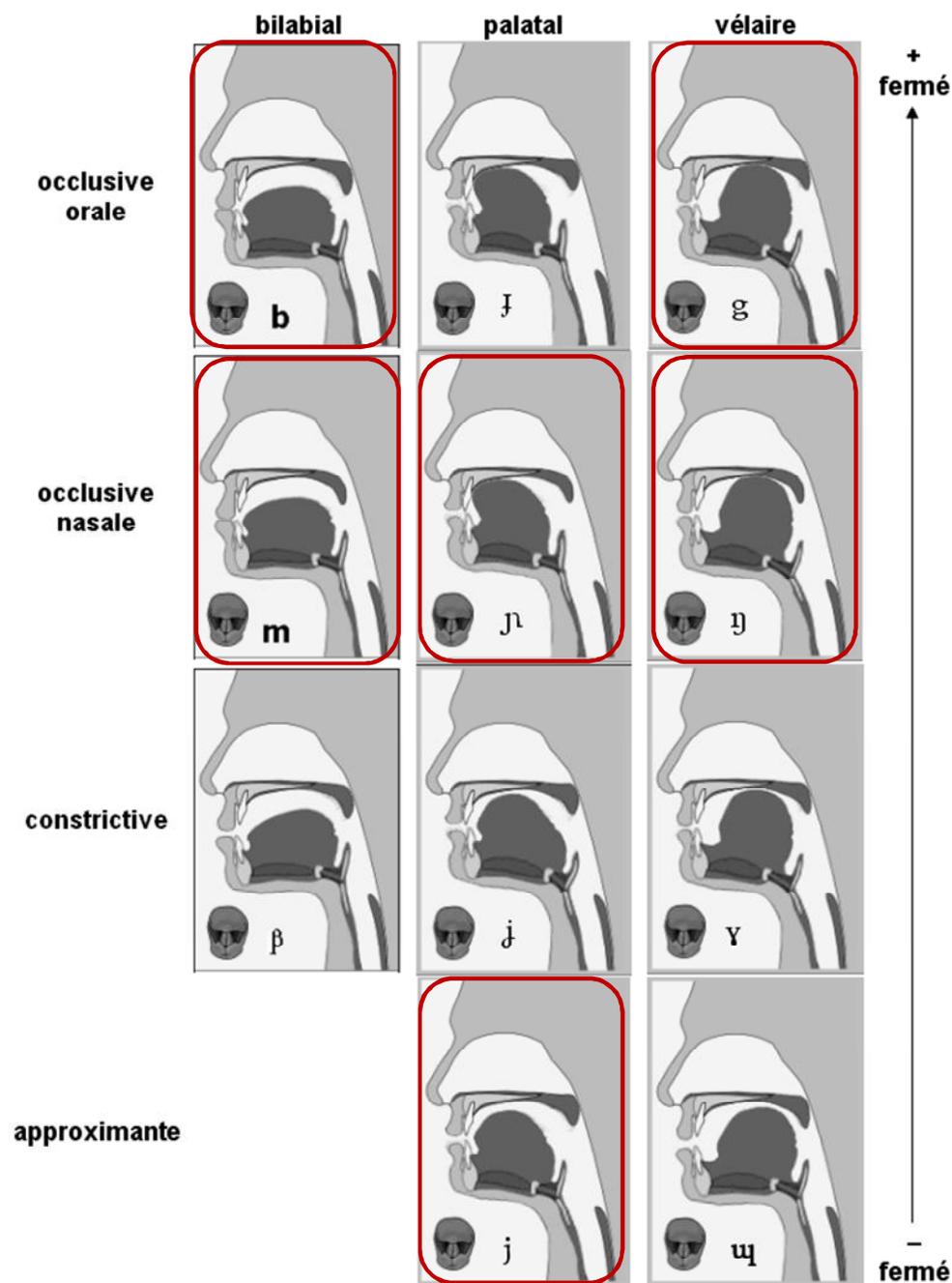




Les constrictions articulatoires

La fonction des organes de la parole est de **produire des constrictions dans le conduit vocal**, c'est-à-dire des points de resserrement.

Ces constrictions sont **plus ou moins étroites**, voire totales dans le cas d'occlusion barrant totalement le passage à l'air comme pour les consonnes [b d g ð].



La parole en situation

- ▶ La parole n'est pas systématiquement réalisée telle qu'elle est décrite dans de façon canonique
- ▶ Les sons ne sont pas produits isolément mais en contexte
- ▶ La production de la parole est très rapide (influence mutuelle des sons articulés)
- ▶ La parole est régie par des contraintes biomécaniques, mais aussi par le système linguistique lui-même.



Propriétés de la langue orale

- ▶ La production est continue :

- ▶ pas de « blanc » entre les mots ou entre les sons dans un mot (à l'inverse de l'écrit)

- ▶ Enchaînement :

- petit ami - petit tamis

/pətitamɪ/

- grande effilée - grand défilée

/grãdefil/

- ▶ La production est rapide :

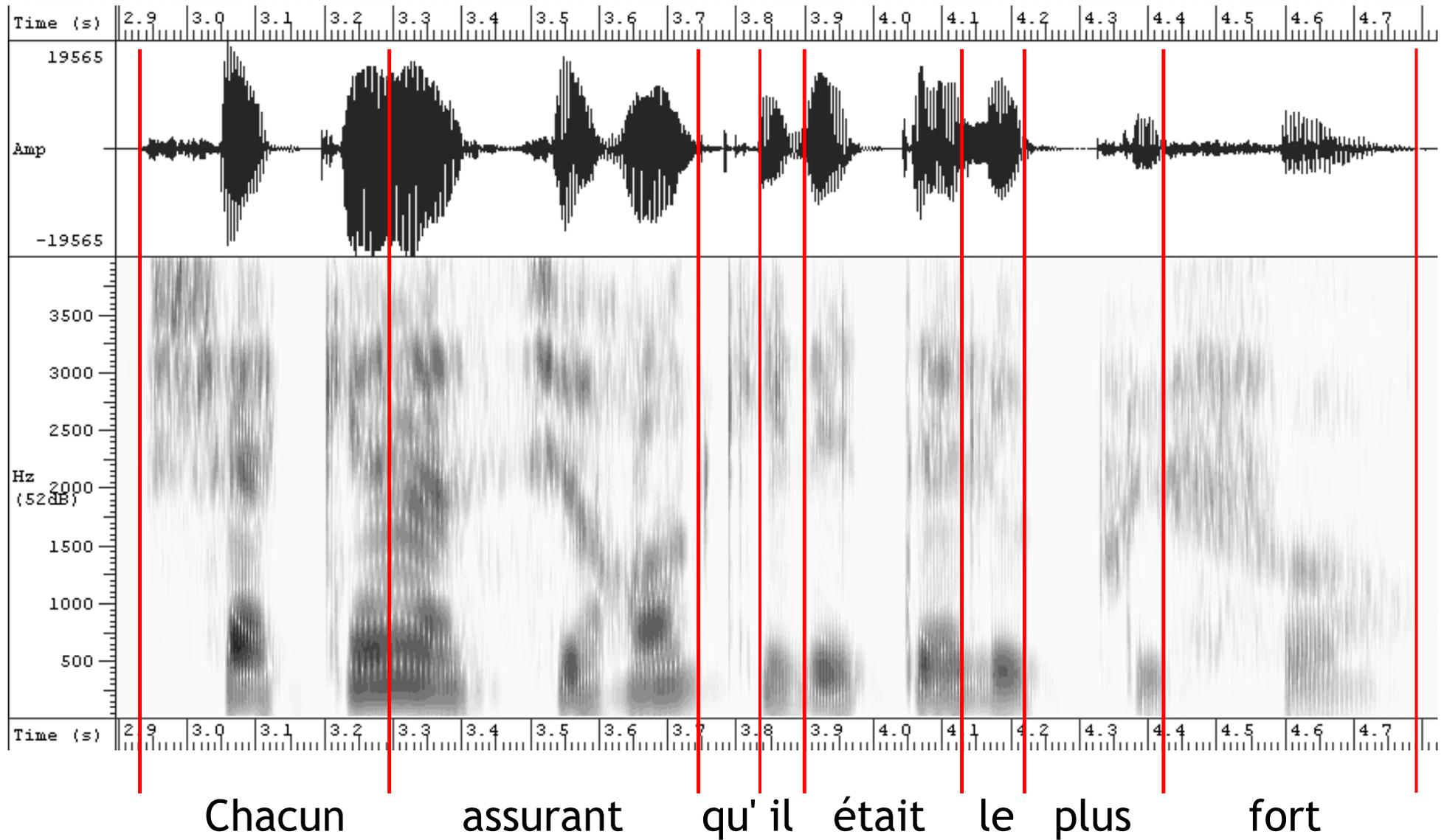
- ▶ 150-300 mots /min. (Macley & Osgood, 1959)

- ▶ 3-5 syllabes /sec. (Deese, 1984)

- ▶ 10-15 phonèmes /sec.



Le signal de parole est continu



Rapidité de la parole

L'articulation implique l'utilisation coordonnée de plus de **100 muscles** pour produire des sons à une vitesse de **15 phonèmes par secondes**

La bise et le soleil
XXX XXX XXXXXX

-  *Texte*
-  *200 mots par minute*
-  *3 à 5 syllabes par seconde*
-  *12 à 15 sons par seconde*



La coarticulation

- Elle peut être définie comme le chevauchement et l'interaction des différents articulateurs au cours de la production de segments phonétiques successifs.
- Il en résulte que la configuration du conduit vocal à un instant donné peut être mise en relation avec les caractéristiques de différents segments phonétiques.
- A l'inverse, chaque unité phonétique peut être matérialisée par des indices acoustiques repartis en différents points du signal acoustique.



Exemples sonores

/sa/ 

/s/ 

/s/(a) + /u/ 

/su/ 

/s/ 

/s/(u) + /a/ 

/ʃa/ 

/ʃ/ 

/ʃ/(a) + /u/ 

/ʃu/ 

/ʃ/ 

/ʃ/(u) + /a/ 

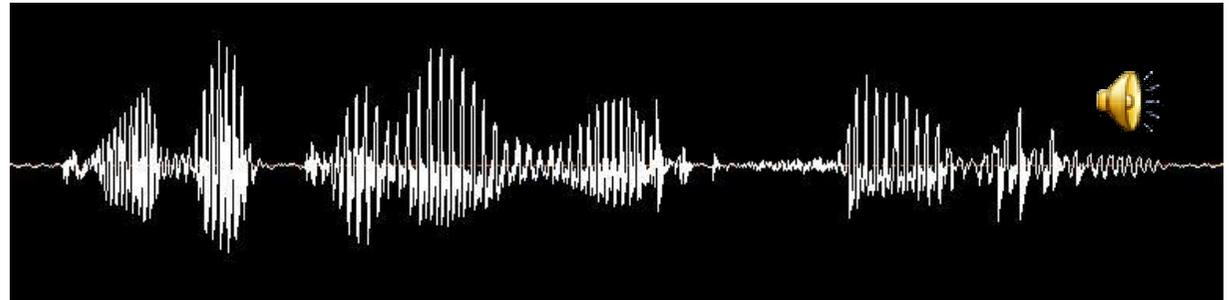


Les lettres et les sons



Faire des mots avec
des lettres

Faire des mots avec
des sons



Tu connais cette affaire



Communication parlée

- ▶ Une grande partie des travaux (analyse de la parole ou expériences perceptives) portent sur de la « parole de laboratoire » (contrôlée)
- ▶ Quelle est la réalité de la parole spontanée?
 - ▶ Omissions **je ne** sais pas → /ʃepa/
parap**lu**ie → /parapɥi/
 - ▶ Réalisation approximantes
/v/ → /w/ ou /b/ → /w/
 - ▶ L'augmentation du débit entraîne une réduction articulatoire (Lindblom, 1963)
 - ▶ Seulement 50% des occlusives identifiées (Duez, 1995)
 - ▶ Seulement 20% des /a/ identifiés (Meunier & Floccia, 1997)



On ne dit pas tout!

Je ne te le demande pas

- Je n' te l' demand' pas
- Je ne te l' demand' pas
- Je n' te le d'mande pas
- ...

- Si tu veux s'tu veux 
- Tu voix tu wa 

 Cette histoire

 Oui mais alors

 Je suis partie

 Avec qui

 Effectivement



Réduction de la parole

Réduire ça n'est pas seulement enlever des éléments, c'est aussi diminuer l'amplitude des gestes.

 inh**a**bituel 

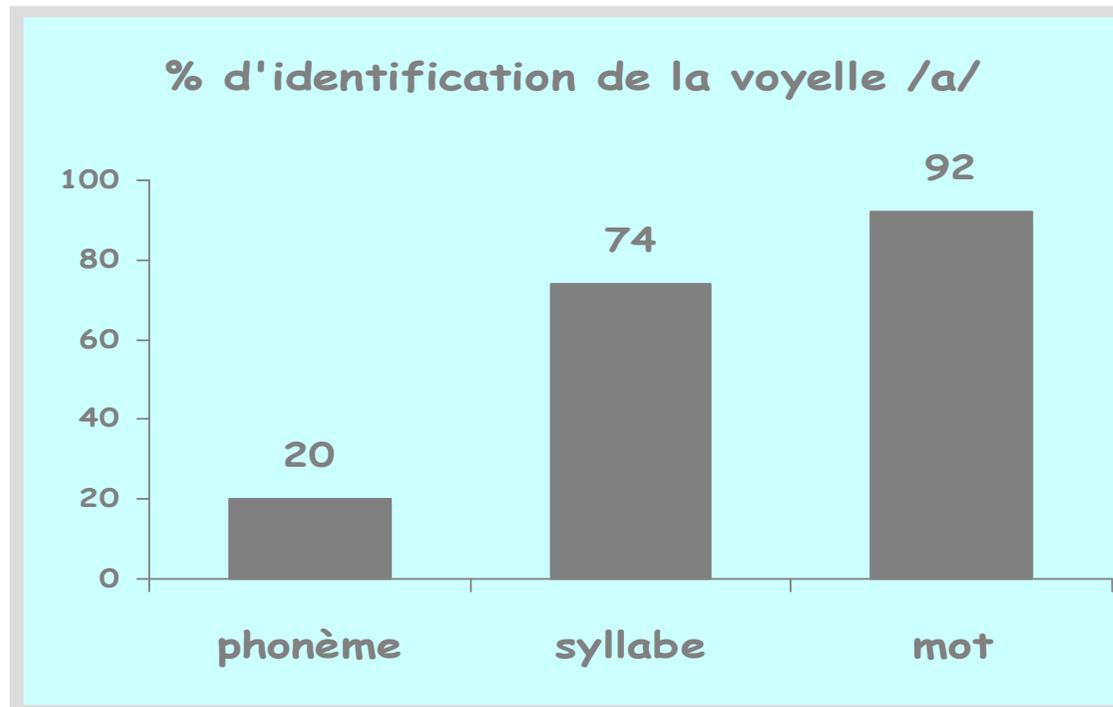
 sp**a**ghetti 

 situ**a**tion 



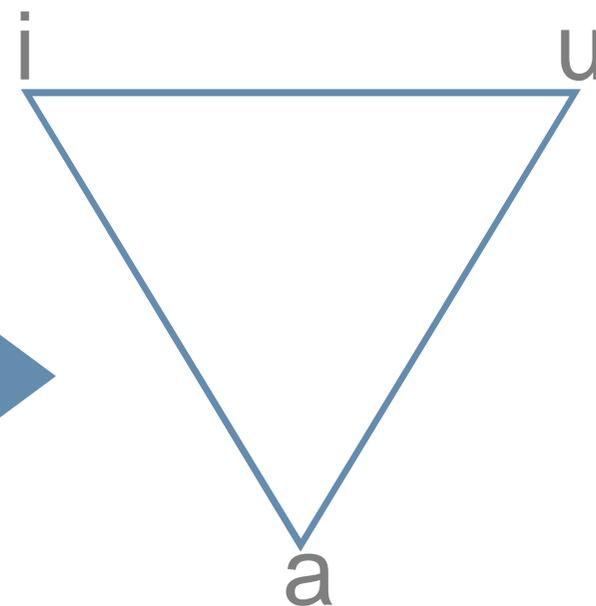
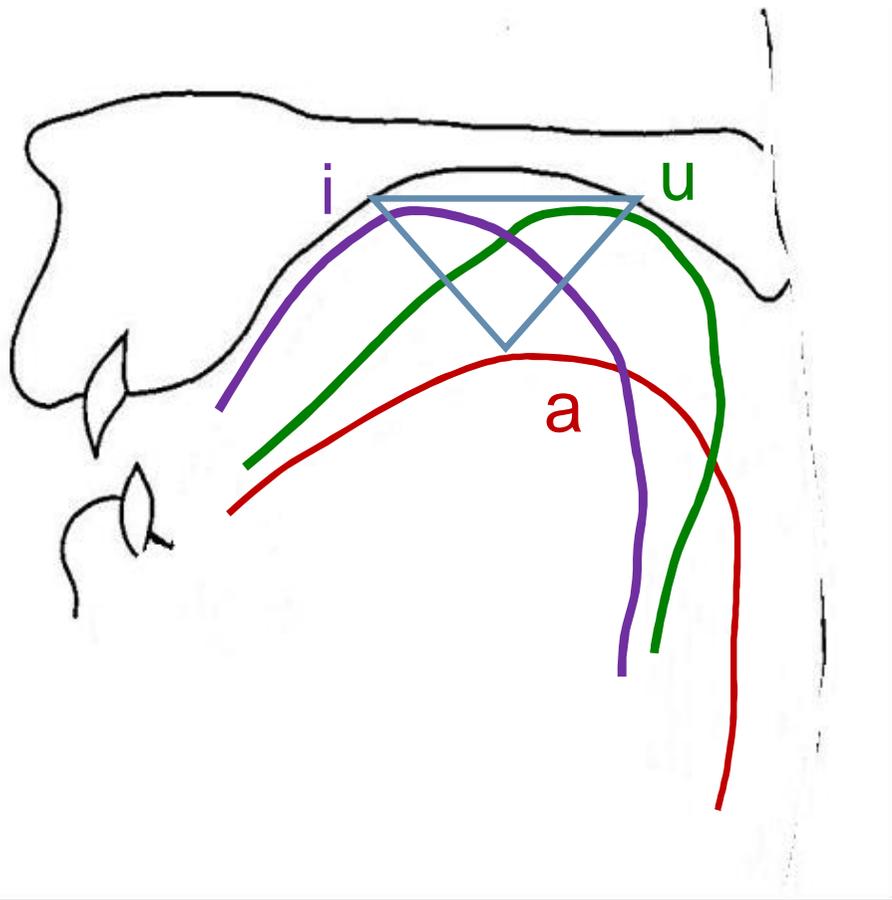
Voyelles et contexte

Détection de la voyelle: isolée (extraite), en contexte syllabique, en contexte lexical

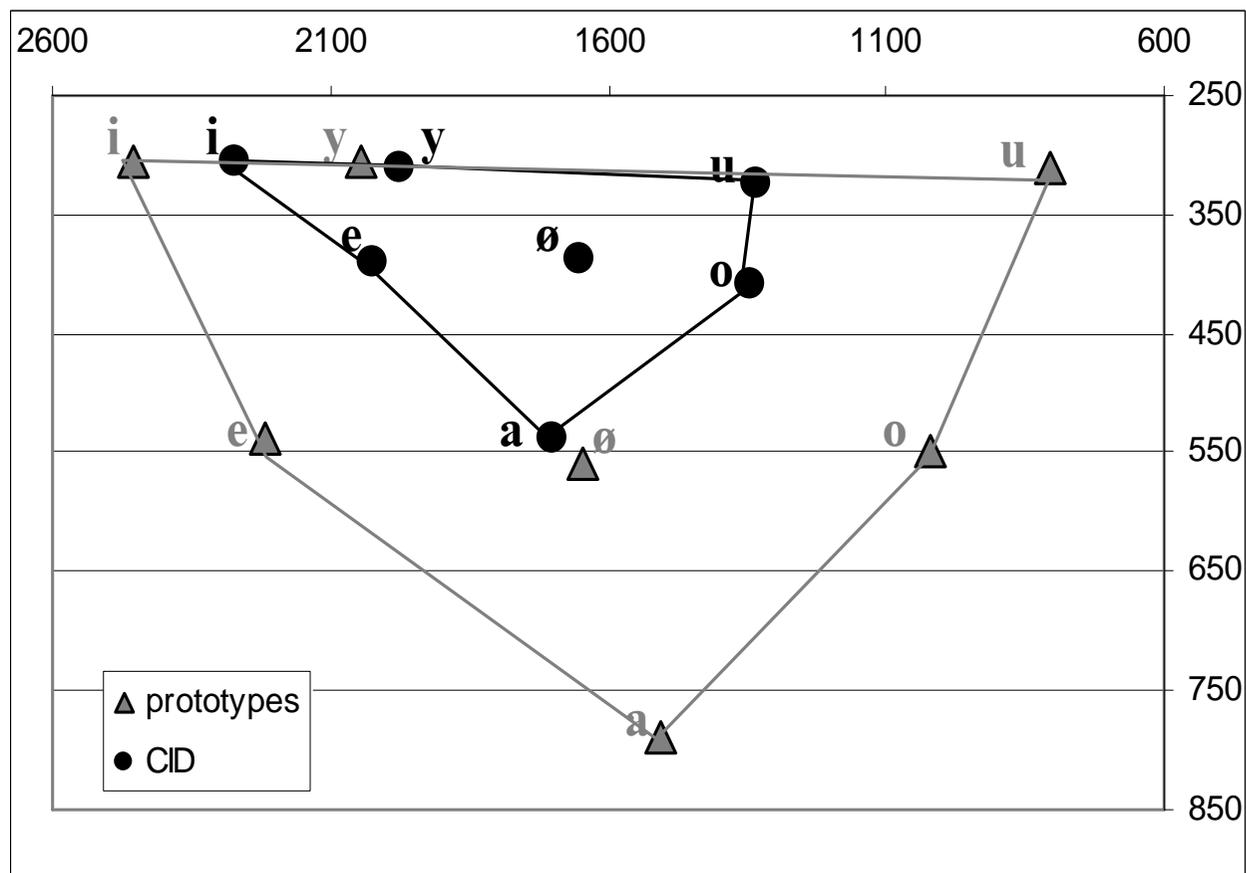


- Le contexte syllabique améliore très nettement l'identification de la voyelle
- Le contexte lexical permet une identification quasi parfaite

Triangle vocalique



Variabilité des voyelles



Gris: prototypes de voyelles (prononcées en syllabes isolées)
Noir: voyelles en parole conversationnelle



Parole conversationnelle



A après après deux bières là à neuf heures c'est bon je crois que
Y on avait plein d'anecdotes ouais
A tu
A des euh
A tu décoinces
A ouais bon insolite alors insolite qu'est ce qui peut y avoir
Y insolite
Y y avoir d'insolite
A bon puis y a des trucs qui faut qu'on peut quand même pas trop dire quoi insolite euh
A alors
Y euh
A remarque on est pas obligé d'
Y non
A complètement insolites hein
Y non non
A je crois que
A c'est pas bien grave
Y non
A alors raconte-moi la allez
A ce qui est insolite dans le dan
Y non j'ai pas voulu non
A t'avais pas voulu
Y non

Johnson (2002)

- 1 son altéré: 60% des mots
- Au moins 2 sons altérés: 28% des mots
- 1 son omis: 20% des mots
- Au moins 2 sons omis: 5% des mots

/a/



Perception de la parole?

- ▶ Comment faisons-nous pour identifier aussi efficacement une parole aussi variable, aussi réduite?

