

Journées IPFC et PFC-EF Paris 2011

Journées IPFC & PFC-EF Décembre 2011

Interphonologie du français contemporain : des voyelles nasales à la prosodie

PFC-Enseignement du français : de la correction phonétique à l'intercompréhension

<https://www.dropbox.com/urzsp24sbuh2zkg>

Mardi 6 décembre

FMSH, 190 Avenue de France, Paris 13 - Salle 638, 6e étage (Réseau Asie et Pacifique)

9h30-9h40 Sylvain Detey (U. Waseda & U. de Rouen) et Isabelle Racine (U. de Genève)
IPFC2011 : des voyelles nasales à la prosodie

9h40-10h40 Jacques Durand (U. de Toulouse & IUF) et Julien Eychenne (U. de Groningen)
La phonologie des voyelles nasales: typologie, universaux et acquisition.

10h40-11h00 PAUSE

→ 11h00-12h00 Jacqueline Vaissière (U. Paris 3 & IUF) et Angélique Amelot (U. Paris 3)
La réalisation du trait de nasalité en français

Réalisation du trait nasal en français



Jacqueline Vaissière
Angélique Amelot

Laboratoire de Phonétique et Phonologie
UMR 7018 (CNRS, Sorbonne Nouvelle)



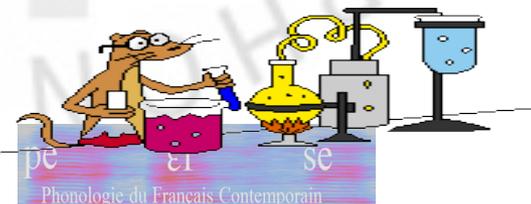
6 décembre 2011



Les nasalisants à LPP

- Clements (phonologie, dagara)
- Maeda (synthèse articulatoire)
- Amelot, Basset , Sabatier (français)
- Montagu , Brkan, Nawafleh, (FLE)
- Pillot (FLE)
- Lovatto, De Santiago , Seara (portugais)
- Fougeron (hiérarchie prosodique)
- Vaissière (anglais)
- Sabatier (débit)
- Gendrot, Adda, (bases de données)
- Cohn (modélisation)
- Etc.

Laboratoire de Phonétique et Phonologie
UMR 7018 (CNRS, Sorbonne Nouvelle)



plan



- 1) Titre?
- 2) Généralités
- 3) Que signifie “nasalisé” phonétiquement
- 4) instrumentations
- 5) correspondances entre voyelles orales et nasales en français
- 6) effets acoustiques de la nasalisation
- 7) proximité phonétique entre voyelles
- 8) échelle de résistance à la nasalisation contextuelle
- 8) alignement du trait





1) Titre?

Réalisation du trait nasal en français

• 1) du trait nasal

Phonologique

voyelles
Consonn \tilde{a} \tilde{i} \tilde{o} \tilde{e}

Instrumentations

Résultats

Applications

• 2) réalisation

Phonétique

physiologique
articulatoire
aérodynamique
acoustique
perceptif

Phonétique

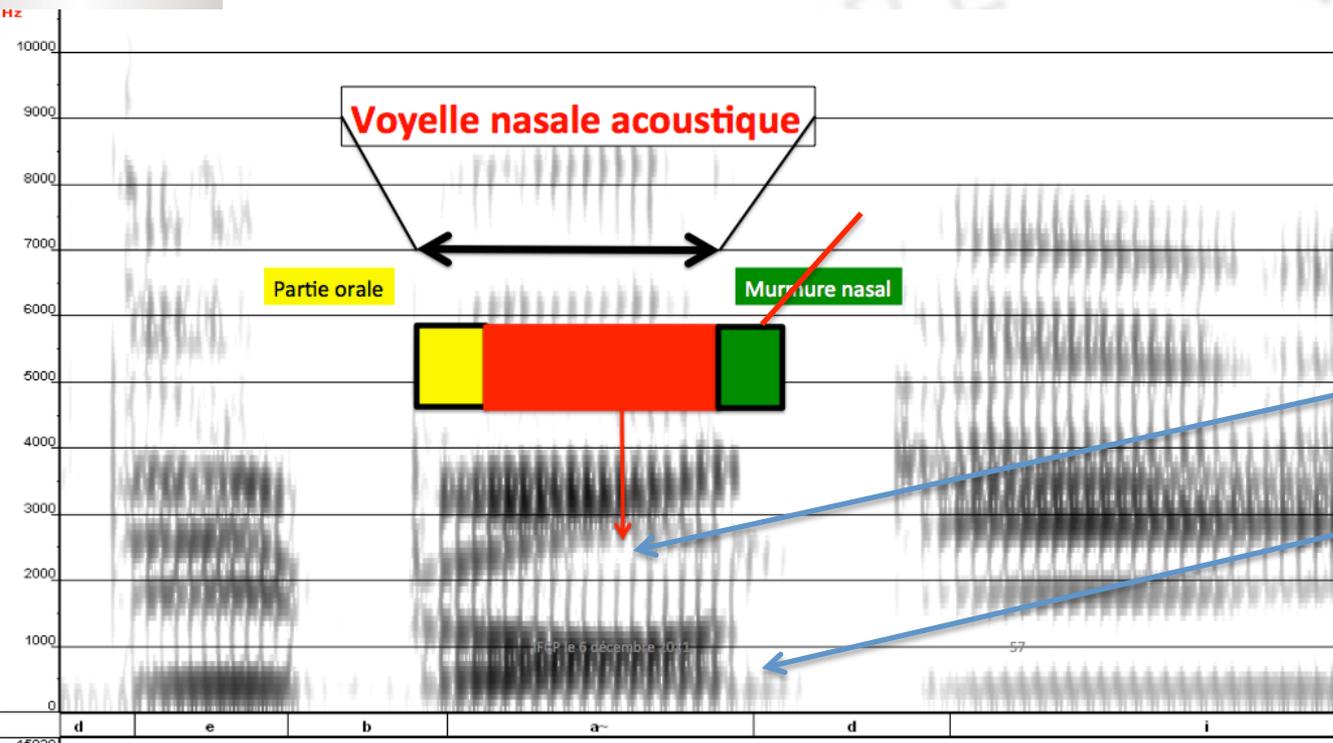
Assimilation
coarticulations

• 3) en français

Français standard

monophtongue

Monophtongue



Œil nasal

queue nasale

queue nasale	On n'entend pas	
murmure nasal	On entend une consonne	Français méridionale
	On entend un son vocalique Basse fréquence	Diphongaison (français canadien)

plan



1) Titre

2) Généralités sur la nasalité?



Le trait nasal est le plus résistant des traits

a) Consonnes

résistance au bruit
Miller et Nicely, 1955

les consonnes nasales
se distinguent nettement
des autres consonnes
non nasales
(mais /l/)

Mais confondues entre
elles
(m et n confondu) car
Transitions moins claires

la surdité phonologique

toutes les voyelles orales et les consonnes orales
peuvent être prononc es avec un voile du palais abaissé

oui, mais cout perceptif.
/b, d, g / et /l/ > m, n, et n.
« J'admets » versus »jeanne met »

Nasalisation contextuelle moins bien perçue
pour les occlusives sourdes et les fricatives

Phonologis e
Vingt deux, maintenant
(Sabatier)

Nasale en coda, soit longue, soit rel ch e,
ou alors nasalisation de la voyelle nécessaire (jv)

Le trait nasal est le plus résistant des traits

Voyelles

timbre moins clair

Voyelles nasales confondues entre elles

Nasalité perturbe l'estimation de l'aperture
(Beddor & la, 1982)

Voyelles ouvertures perçues comme moins ouvertes
et voyelles fermés perçues comme moins fermées

Parfois trait nasal et breathy

Voyelles nasalisées perçues comme plus nasalisées
quand extraites de leur contexte nasal

Trait se déplace mais ne disparaît pas

Les auditeurs sont beaucoup plus sensibles au couplage pour la voyelle /i/ que la voyelle /a/.
(Maeda, House et Stevens, 1956)

Voyelle /a/ souvent phonétiquement nasalisée, mais non perçue comme telle
Mais nasalisation commence souvent par voyelle ouverte

Un mystère ...

Amelot

Connu: Beaucoup de facteurs influencent le degré de nasalisation des phonèmes

frontières

*VP plus haut en début de constituant
Meilleure coordination, moins nasal*

Débits rapides

*Plus de coarticulation
Dans les deux sens !*

Accent anglais

VP le plus bas dans 'tent' anglais

Vaissière 1982

locuteurs

Hauteur intrinsèque

dialectes

français méridional

Appendice nasal

français canadien

Parole spontanée

Aime>ainme

>bufsteck

Basset & al, 2001

Langue et habitudes articulatoires

Moins de coarticulation

Manuel

Cohn

si inventaire a voyelles nasales

Mais moins de coarticulation VN

Solé 1992

en espagnol qu'anglais

plan



- 1) Titre?
- 2) Généralités
- 3) Que signifie “nasalisé”
phonétiquement

Définitions de « nasalisé »

- **Physiologique**
 - Suppression LP
- **Aérodynamique**
 - flux nasal
- **Articulatoire**
 - VP abaissé
 - Port ouvert
- **Acoustique**
 - Zéros (breathy) et formants supplémentaires
- **Pathologique**
 - Nasonnement
 - Qualité de voix
- **Phonologique**
 - Contraste oral/nasal
- **Perceptif**
 - Perçu comme « nasalisé »



Ici? Trois conditions

- **Physiologique**
 - Suppression LP
- ~~• **Aérodynamique**
 - -flux nasal pas obligatoire~~
- **Articulatoire**
 - VP **suffisamment** abaissé
 - Port ouvert
- **Acoustique**
 - Zéros et formants supplémentaires
- **Pathologique**
 - Nasonnement
 - Qualité de voix
- ~~• **Phonologique**
 - Contraste oral/nasal~~
- **Perceptif**
 - Perçu comme « nasalisé »

Anglais

«nasalisation anticipatoire est phonologique en anglais »

(dans le sens de « contrôlé »)

Ohala/solé
Comparaison avec l'espagnol

« le trait nasal n'est pas phonologique pour les voyelles en anglais »

(dans le sens « phonémique, contrastif »)

plan



- 1) Titre?
- 2) Généralités
- 3) Que signifie “nasalisé”
phonétiquement
- 4) instrumentations





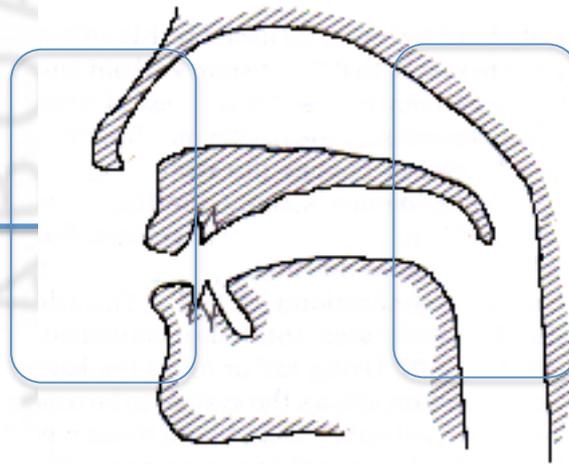
Les instruments pour étudier la
nasalité sous toutes ses formes?



Quel instrument pour quelle exploration?

Aérodynamique

Articulatoire



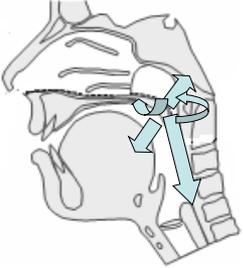
Acoustique

Physiologique



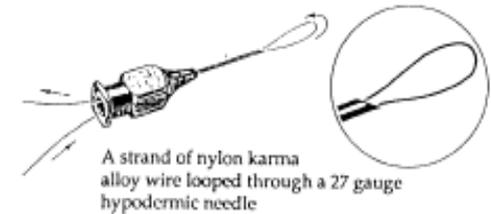
Quel instrument pour quelle exploration?

1. Physiologique

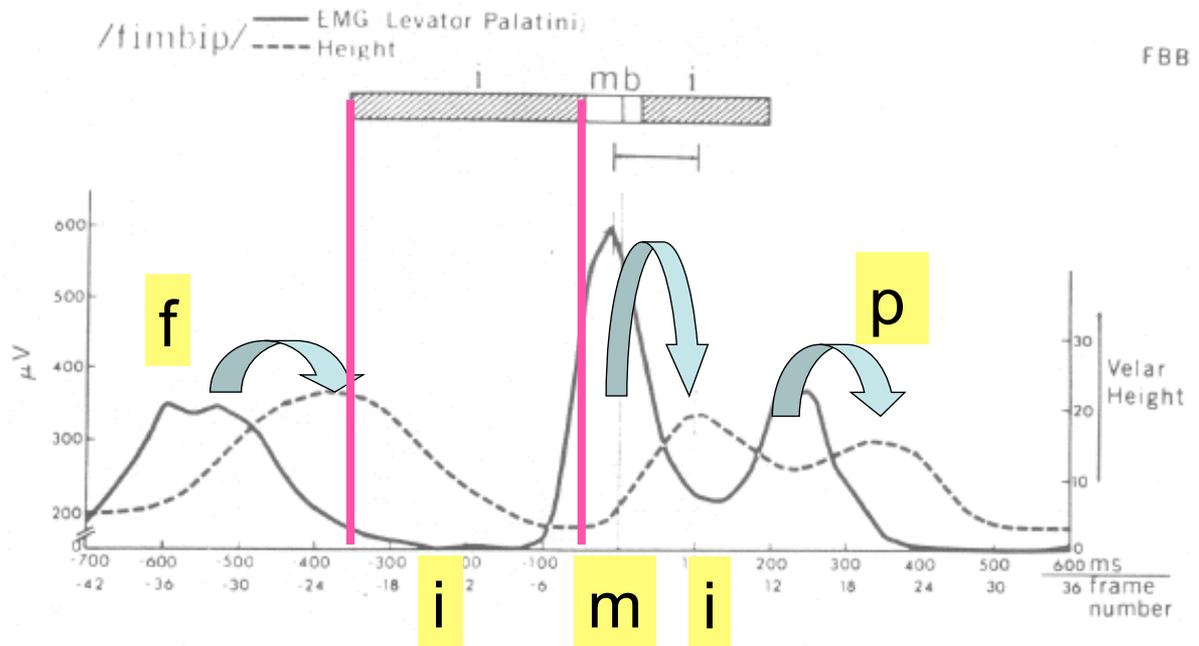
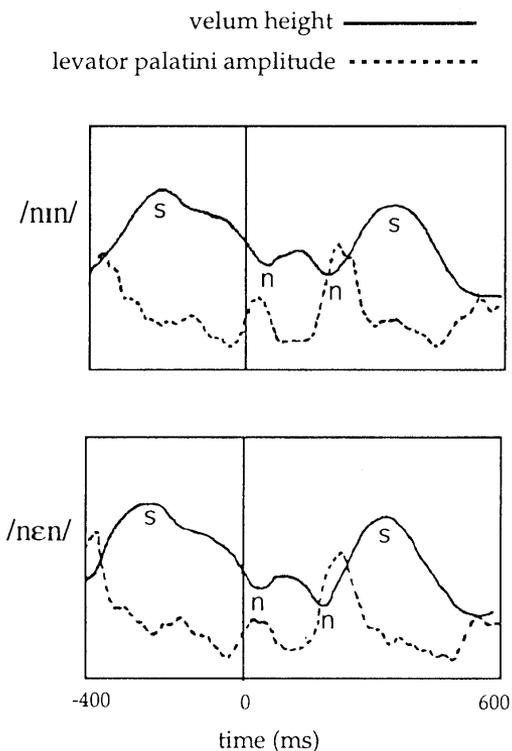


Electromyographie (EMG)

Des électrodes fixées dans le muscle détectent et enregistrent l'activité électrique associée à la contraction musculaire (quand le muscle se contracte, un changement chimique produit une activité électrique)



Le muscle anticipe de 60 ms



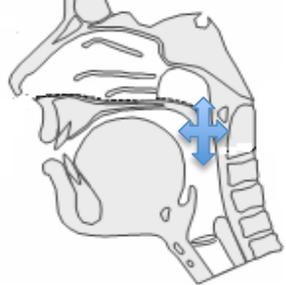
Quel instrument pour quelle
exploration?

1. Physiologique
**Suppression de l'activité
du levator palatini**

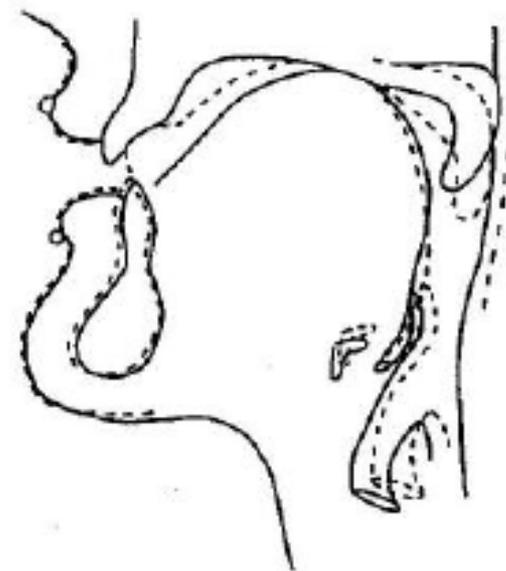
Quel instrument pour quelle
exploration?

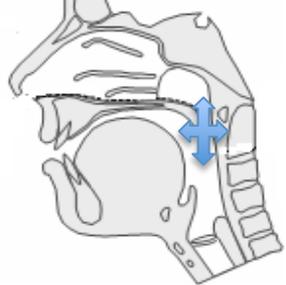
2. Articulatoire

La cinéradiographie



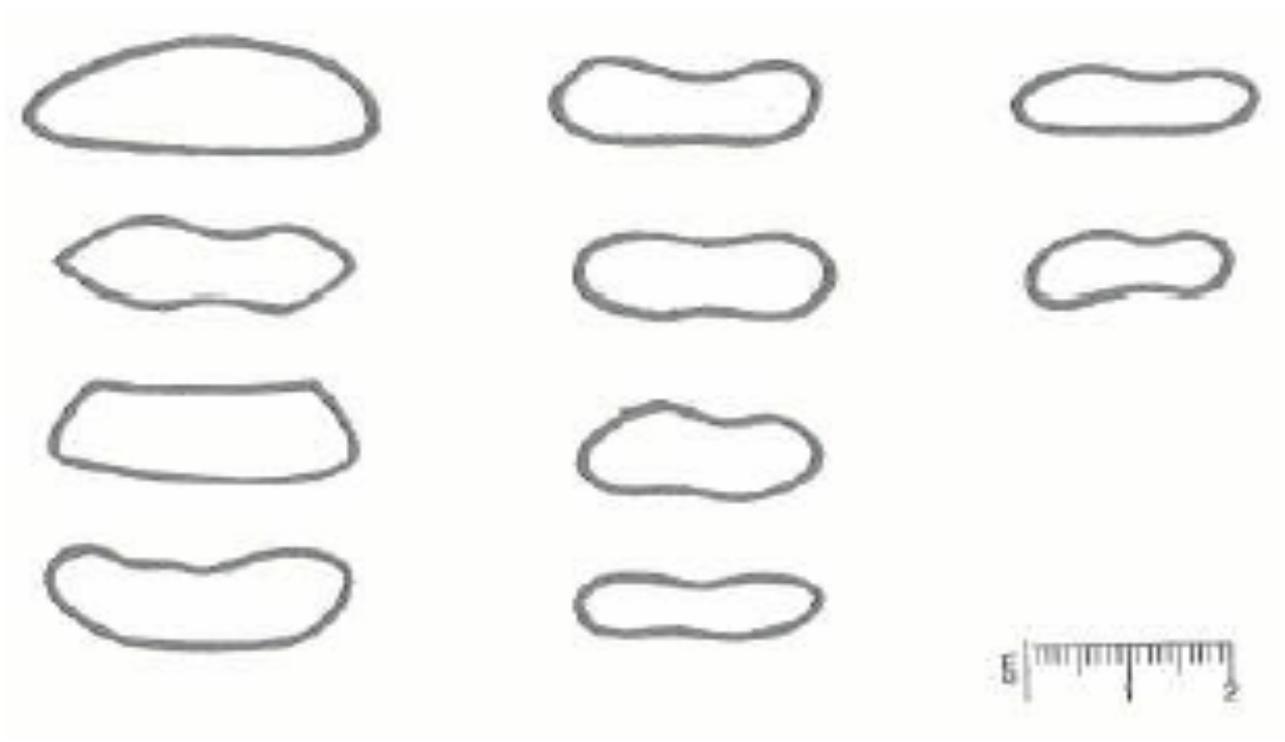
L'énergie des rayonnements électromagnétique provenant des désintégrations atomiques (alpha, bêta et gamma) passe à travers le corps humain
Elle est reflétée sur un écran ou un support
L'image à la sortie reflète les variations de tissus

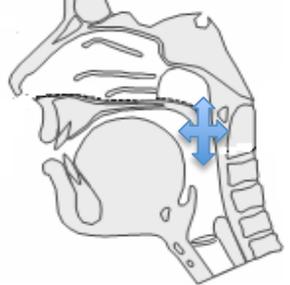




La tomographie

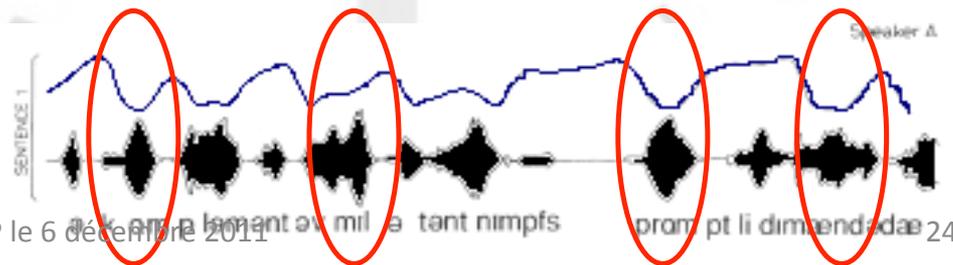
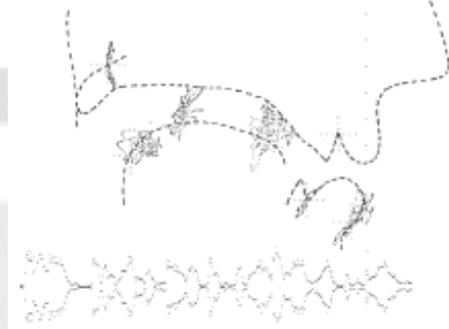
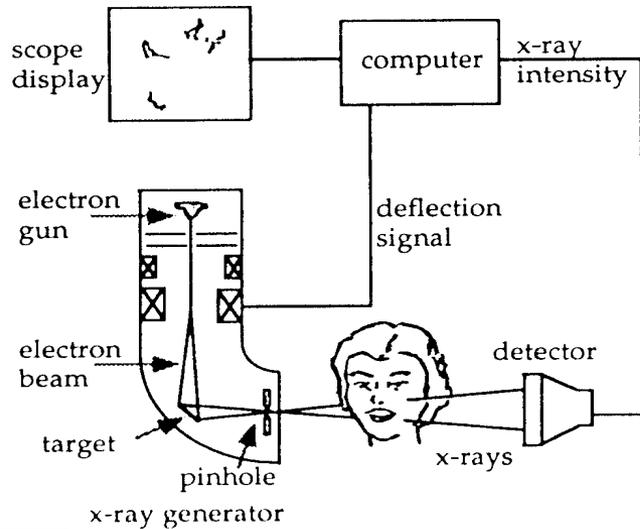
Mesure de l'aire entre le velum et la paroi pharyngée postérieure



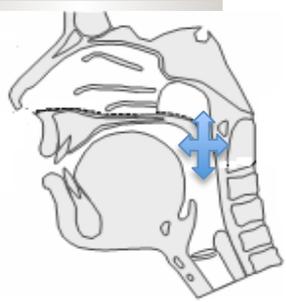


X-Ray Microbeam

Pellets en plomb fixées différents articulateurs
Rayon X permettent de retracer les mouvements
des articulateurs



Articulatographe Electromagnétique (EMA)



Casque sur lequel sont fixées au moins 3 bobines (émettrices) émettant un champ électromagnétique
 Champ magnétique émis par chaque bobine émettrice induit un faible courant électrique dans les bobines réceptrices collées sur les articulateurs

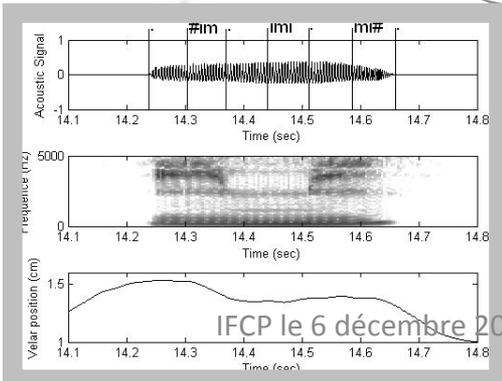
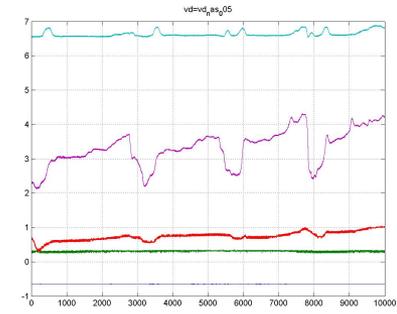
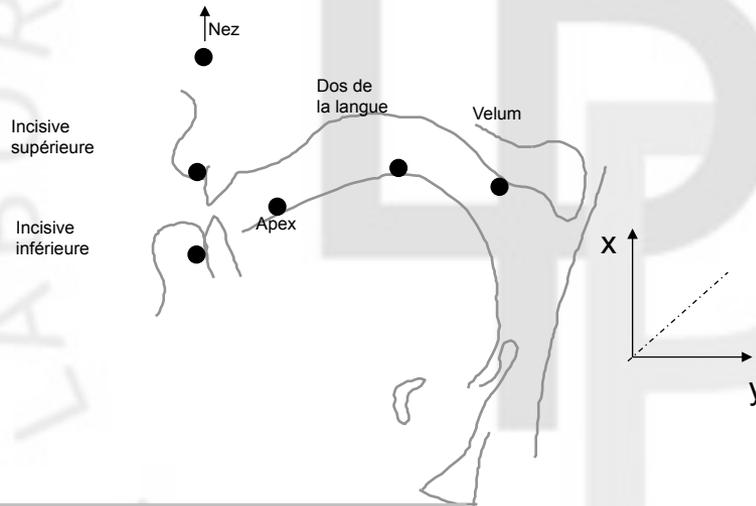
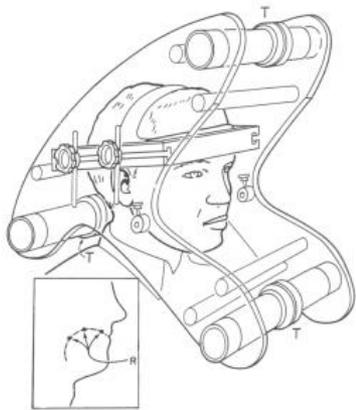
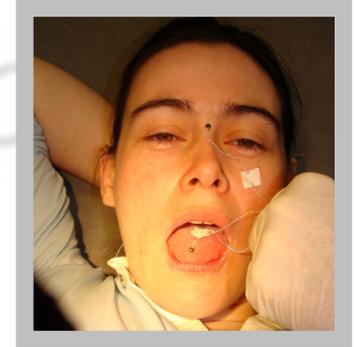
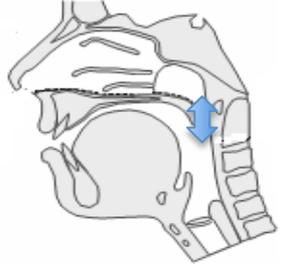


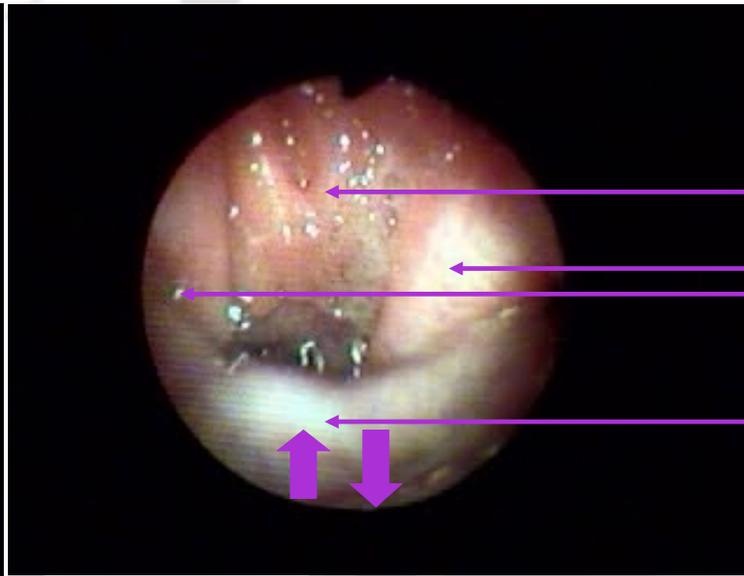
FIGURE 14-1 The electromagnetic midsagittal articulometer. T = transmitter coil; R = receiver coil. (After Perkell, J., Cohen, M., Svirsky, M., Matthies, M., Garabieta, I., & Jackson, M. [1992]. Electromagnetic midsagittal articulometer [EMMA] systems for transducing speech articulatory movements. *Journal of the Acoustical Society of America*, 92, 3078-3096.)



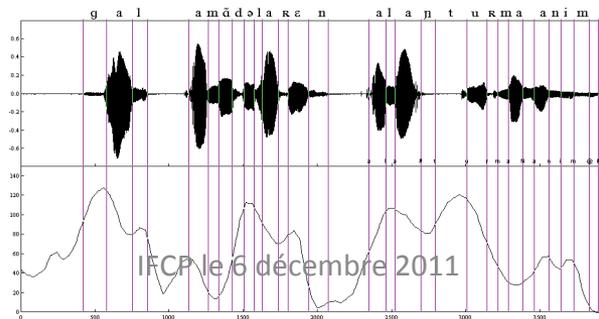
Fibroskopie



Un tube flexible relié à une optique et une caméra est inséré par une narine



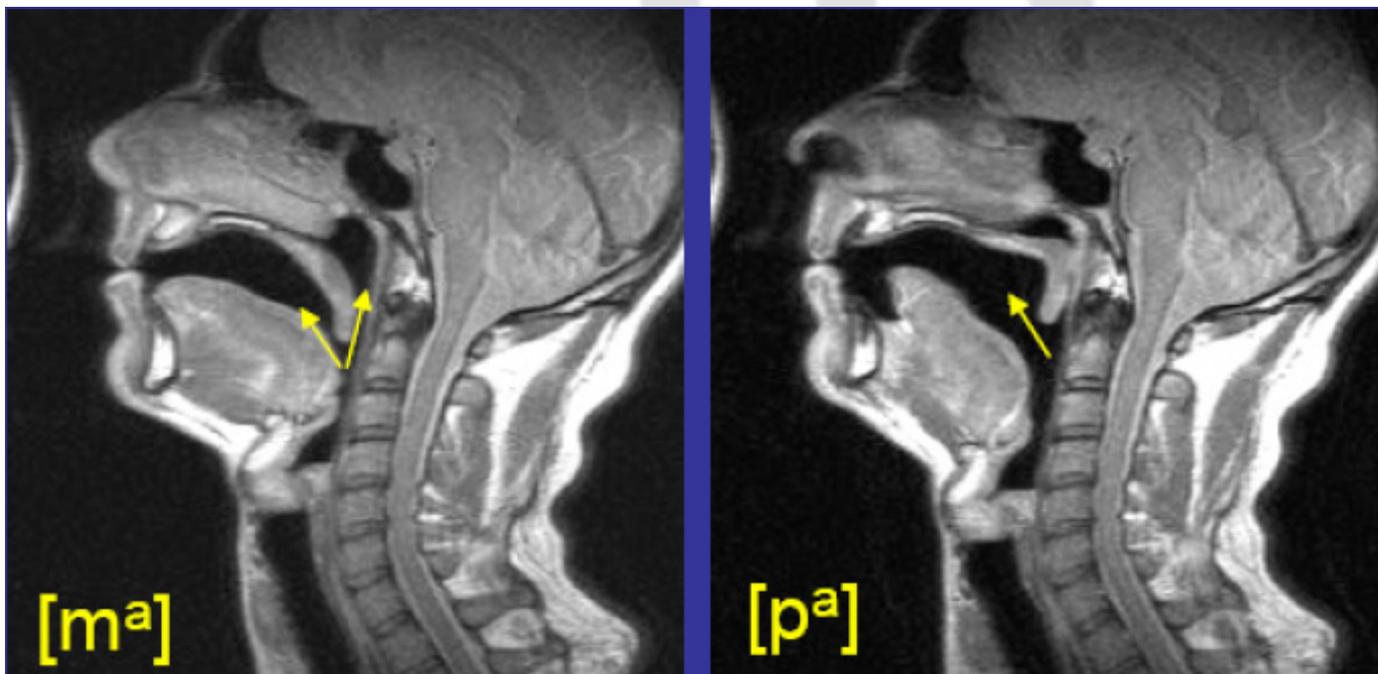
Parois pharyngée postérieure
Parois pharyngées latérales
Velum



Imagerie par Résonance Magnétique

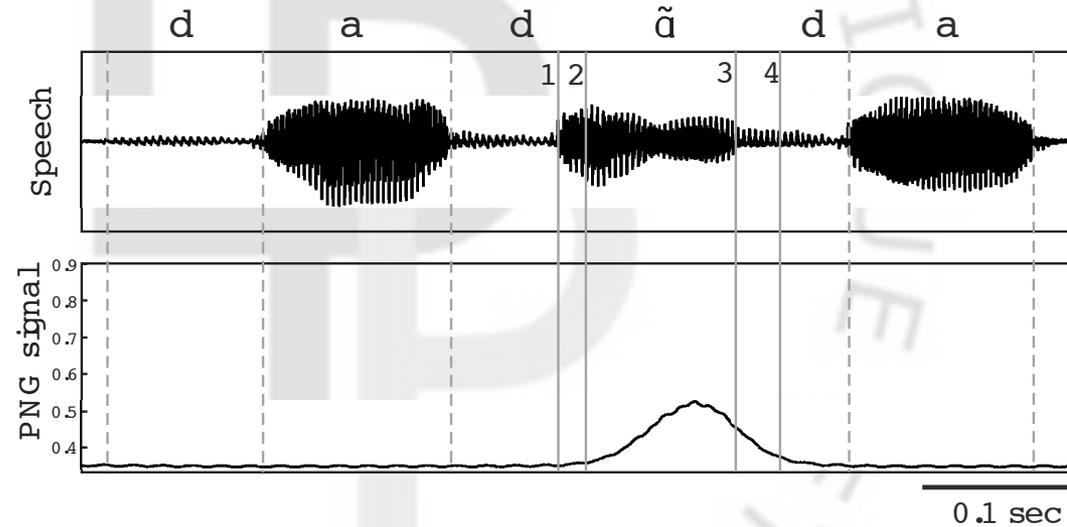
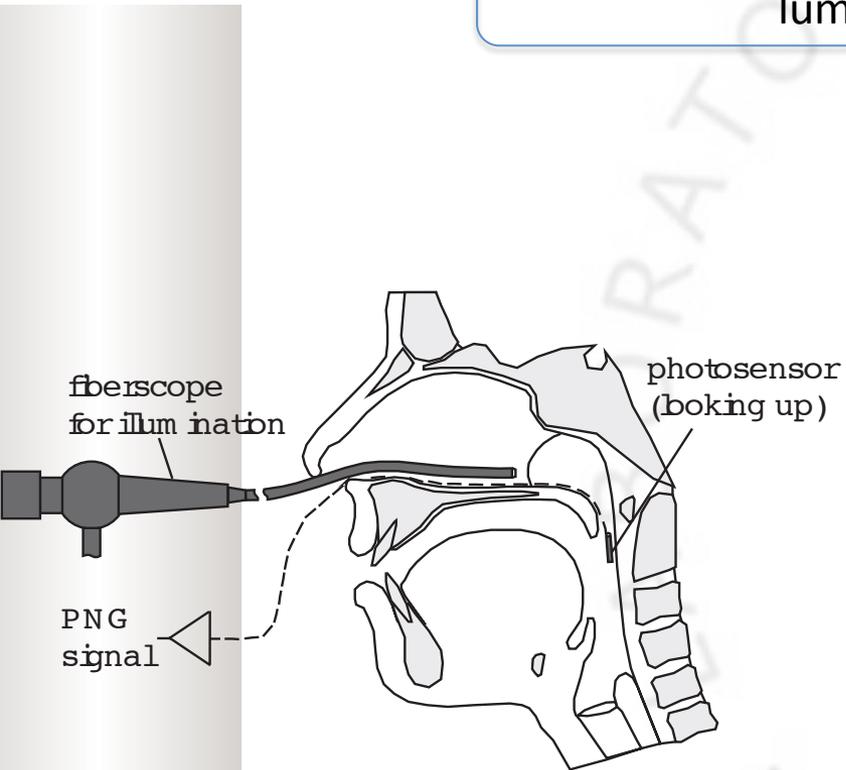


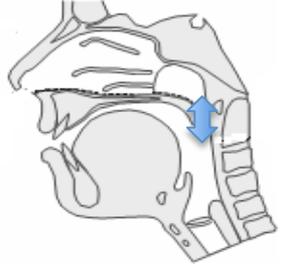
Placés dans un champ magnétique, les atomes d'hydrogène s'orientent dans la même direction : ils sont excités par des ondes radio durant une très courte période. A l'arrêt de cette stimulation, les atomes restituent l'énergie accumulée en produisant un signal, la vue des IRM peut être 2D ou 3D.



PhotoNasoGraph

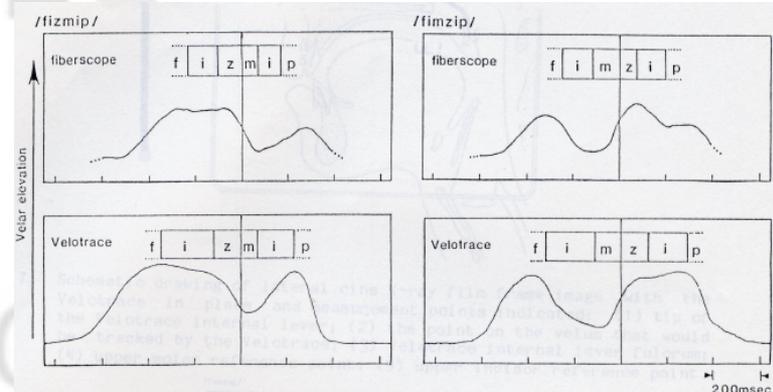
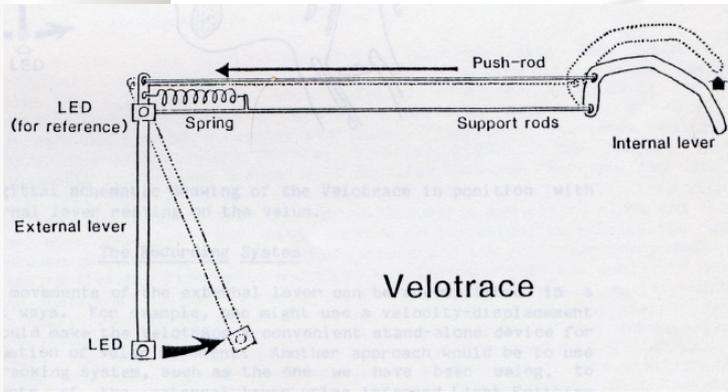
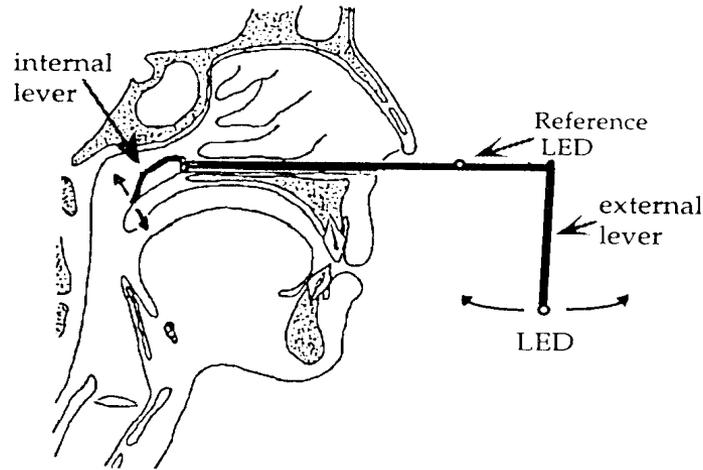
Un phototransistor d'un côté du velum et une lumière de l'autre côté

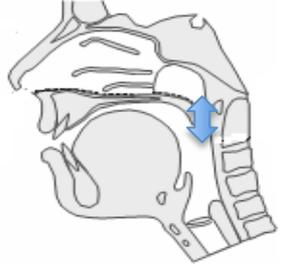




Velotrace

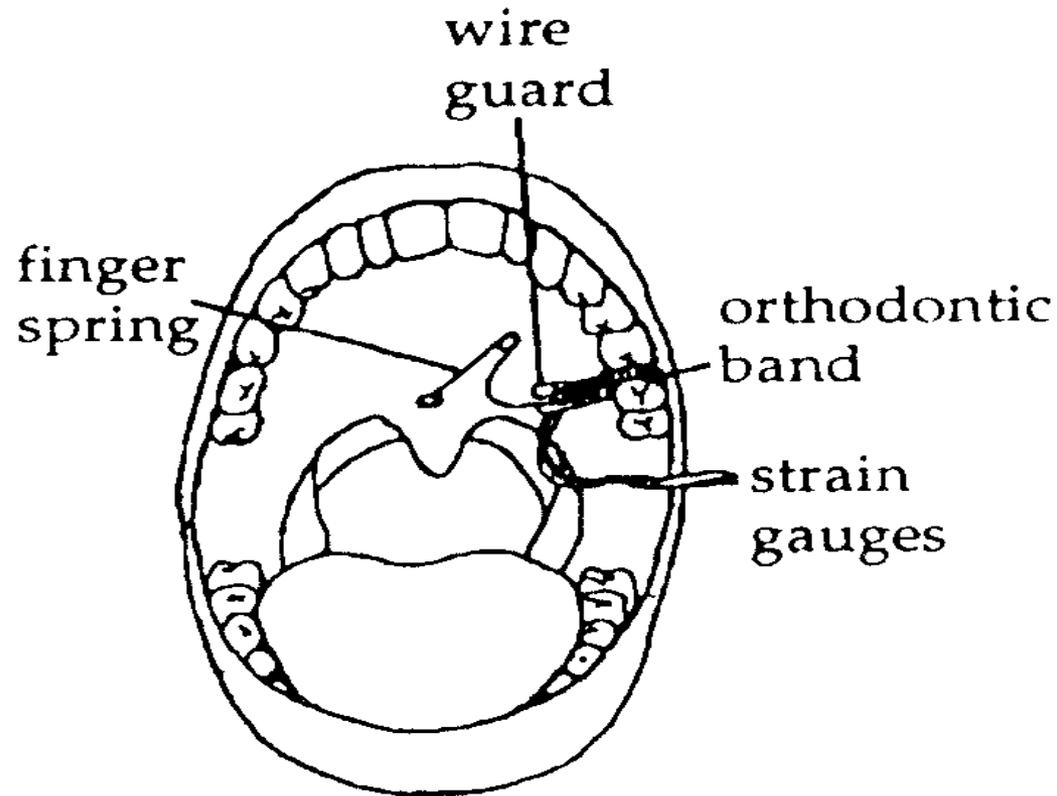
Appareil mécanique qui capte les mouvements dans le temps





Strain Gauge

Méthode pour calculer une résistance électrique ou mécanique



Quel instrument pour quelle exploration?

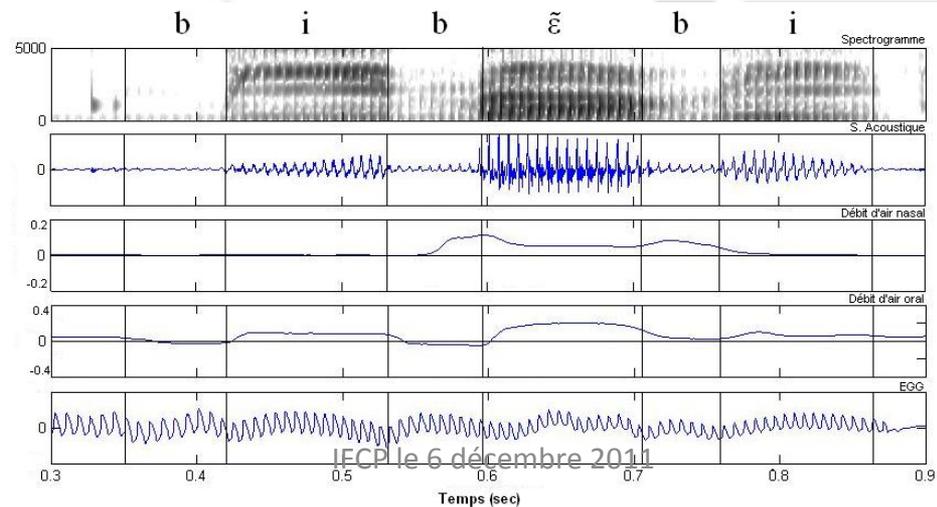
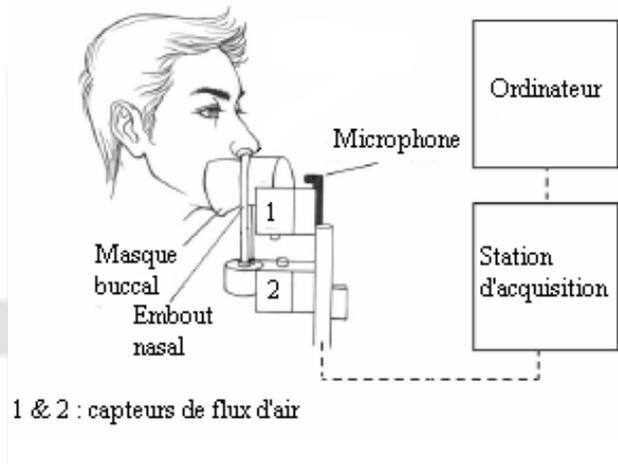
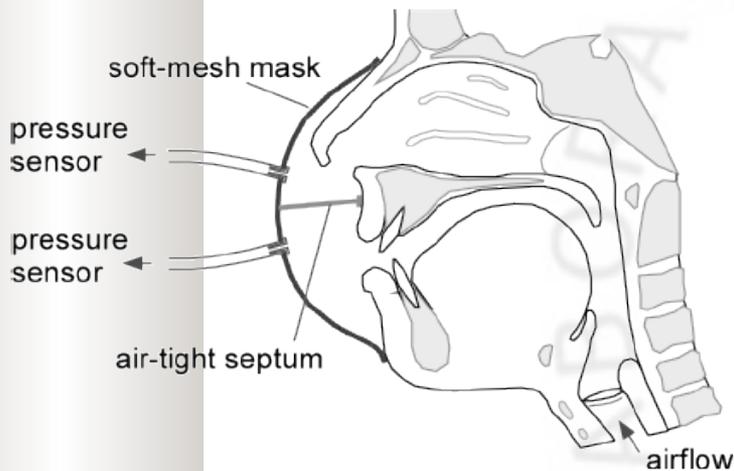
2. Articulatoire =
Abaissement
du voile du palais
Ouverture
du port vélopharyngé

Quel instrument pour quelle
exploration?

3. Aérodynamique

Aérodynamique

Des capteurs de pression ou de débit permettent de transformer les mouvements d'air en impulsion électrique



IFCP le 6 décembre 2011



Quel instrument pour quelle exploration?

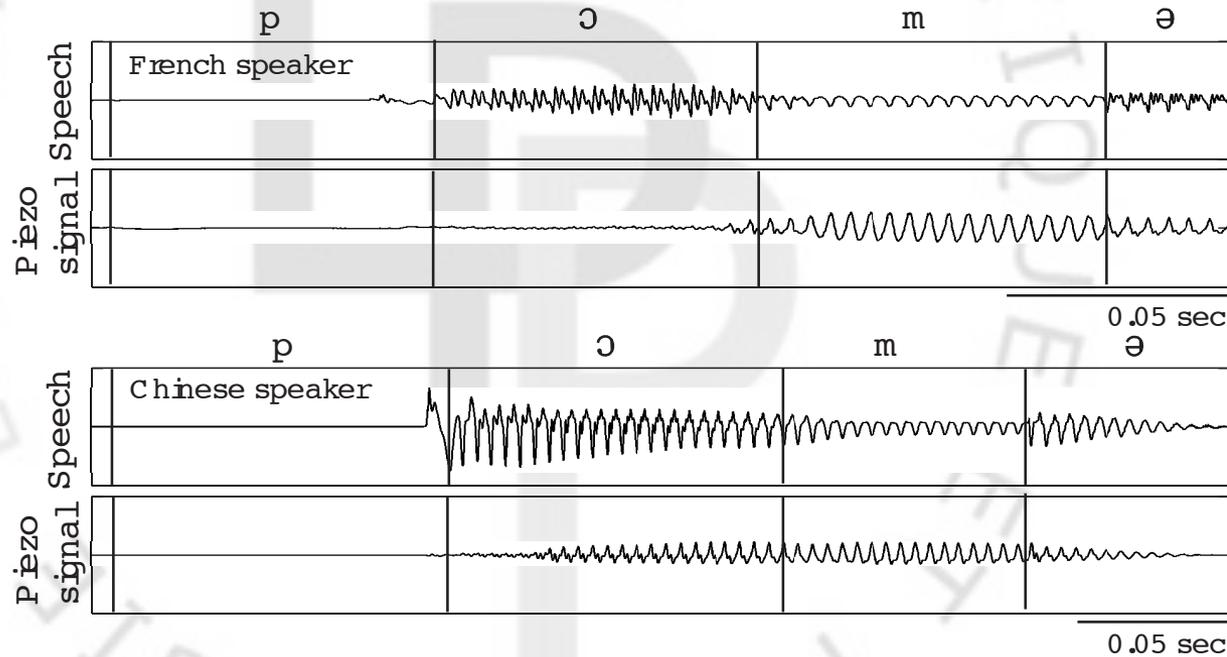
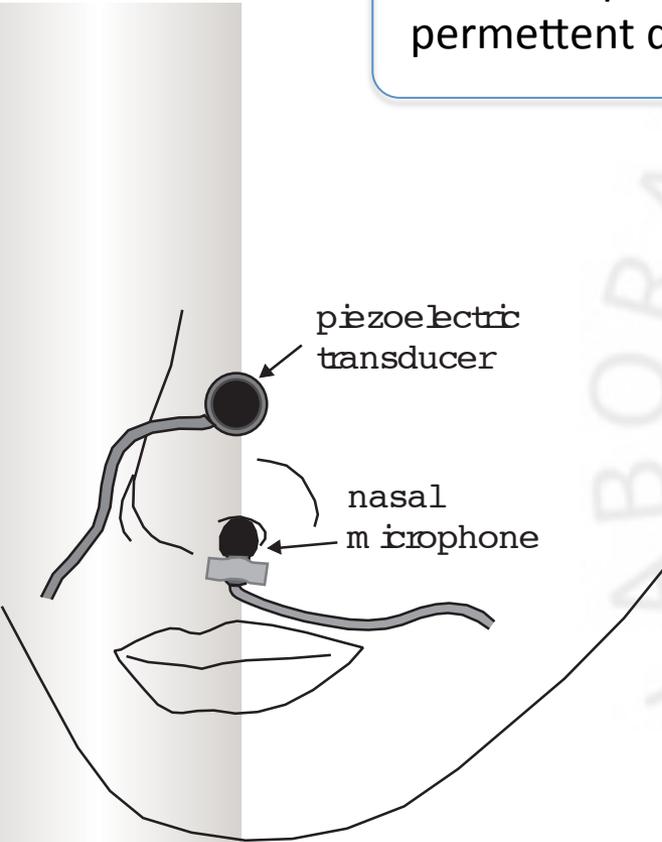
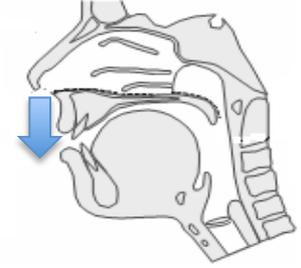
3. Aérodynamique =
Flux nasal
(non obligatoire)

Quel instrument pour quelle
exploration?

4. Acoustique

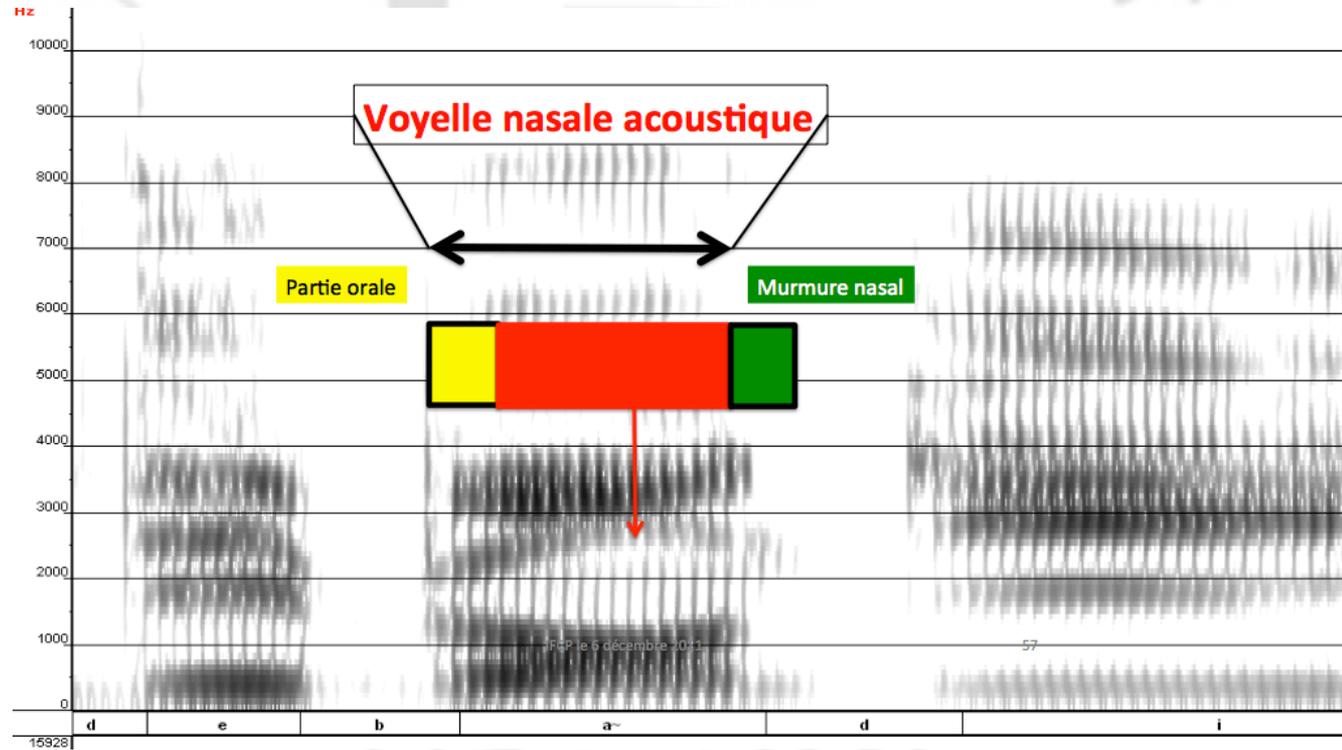
Acoustique

Microphone et/ou un accéléromètre piezoélectrique permettent d'acquérir le flux acoustique qui passe par le nez



Acoustique

Analyse du signal, spectres , spectrogrammes



Quel instrument pour quelle exploration?

4. Acoustique =
Présence
de formants nasals
Et antiformants nasales

Quel instrument pour quelle
exploration?

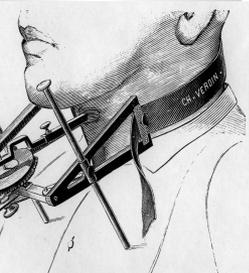
Couplage des instruments

Coupler les instruments

	Physiologie	Articulatoire	Aérodynamique	Acoustique
Physiologie		Temps de réaction entre activité musculaire et conséquences articulatoires		
Articulatoire			Qu'implique les muscles au niveau aéro ? – même niveau ?	Conséquence acoustique des mvts articulatoires
Aérodynamique			Rapport qu'il existe entre aéro et acous	
Acoustique				Faire le lien entre l'acoustique global et l'acoust. séparée

Définitions de « nasalisé »

- **Physiologique**
 - Suppression LP
- **Aérodynamique**
 - flux nasal
- **Articulatoire**
 - VP abaissé
 - Port ouvert
- **Acoustique**
 - Zéros (breathy) et formants supplémentaires
- **Pathologique**
 - Nasonnement
 - Qualité de voix
- **Phonologique**
 - Contraste oral/nasal
- **Perceptif**
 - Perçu comme « nasalisé »



Ici? Trois conditions

- **Physiologique**
 - Suppression LP
- ~~• **Aérodynamique**
 - -flux nasal~~
- **Articulatoire**
 - VP **suffisamment** abaissé
 - Port ouvert
- **Acoustique**
 - Zéros et formants supplémentaires
- **Pathologique**
 - Nasonnement
 - Qualité de voix
- ~~• **Phonologique**
 - Contraste oral/nasal~~
- **Perceptif**
 - Perçu comme « nasalisé »

plan



- 1) Titre?
- 2) Généralités
- 3) Que signifie “nasalisé” phonétiquement
- 4) instrumentations

5) correspondances entre
voyelles orales et nasales en
français



a) Motivation morpho-phonologique: oui

Le type d'alternance
entre la forme
masculine et la forme
féminine comme

Bon/bonne

Vain/vaine

Plan/plane

assure la motivation
de la transcription
phonétique actuelle

Nasale / **Féminin** /a/ > nasale +
schwa

Dans ce cas, la consonne étant
suivie d'un schwa et la nasalisation
de la voyelle n'a pas eu lieu, et la
consonne finale a été conservée.

Dans le cas du **masculin**,

Bonus > bonu > bon

Les processus de la nasalisation en
français a conduit à nasaliser la
voyelle qui précède une consonne
nasale en fin de syllabe (coda), et à
effacer cette **consonne nasale**.

b) Articulatoirement: non

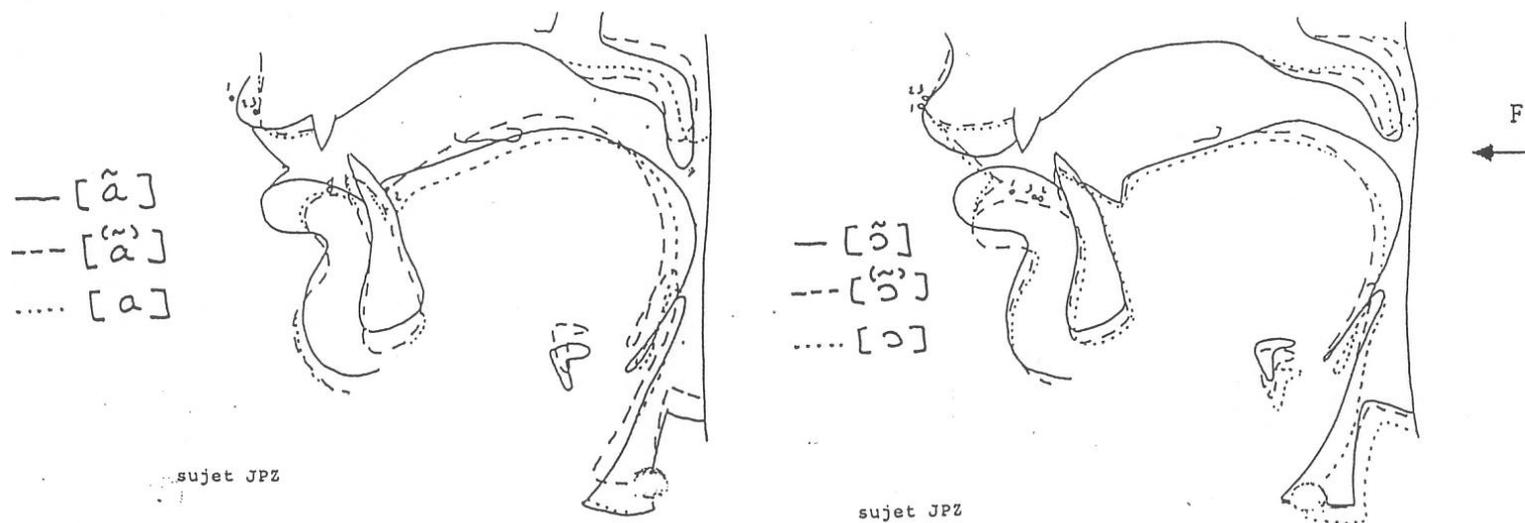


Figure 1 : cinéradiographie en provenance de Strasbourg montrant la différence sagittaux de deux voyelles orales et des correspondantes nasales morpho-phon

Voir les travaux de Strasbourg , Zerling, Lonchamp
Plus postérieures et plus arrondies,
ce qui favorise un résonance plus basse de la cavité antérieure (ici F2,
donc plus grave)
Et un rapprochement des deux premières résonances



TOIRE DE PHONE

Pourquoi ce déplacement des lèvres et de la langue?

Essai d'explication ..

Changement d'aperture serait une conséquence d'une « erreur » de Perception (Beddor)

La postériorisation et la labialisation sont une conséquence d'un désir de focalisation qui augmente l'intensité perçue (Vaissière)

plan



- 1) Titre?
- 2) Généralités
- 3) Que signifie “nasalisé” phonétiquement
- 4) instrumentations
- 5) correspondances entre voyelles orales et nasales en français
- 6) effets acoustiques de la nasalisation



F2`F3
F4
F5

Formant nasal: plus d'énergie dans les plus basses fréquences > platitude (Maeda)

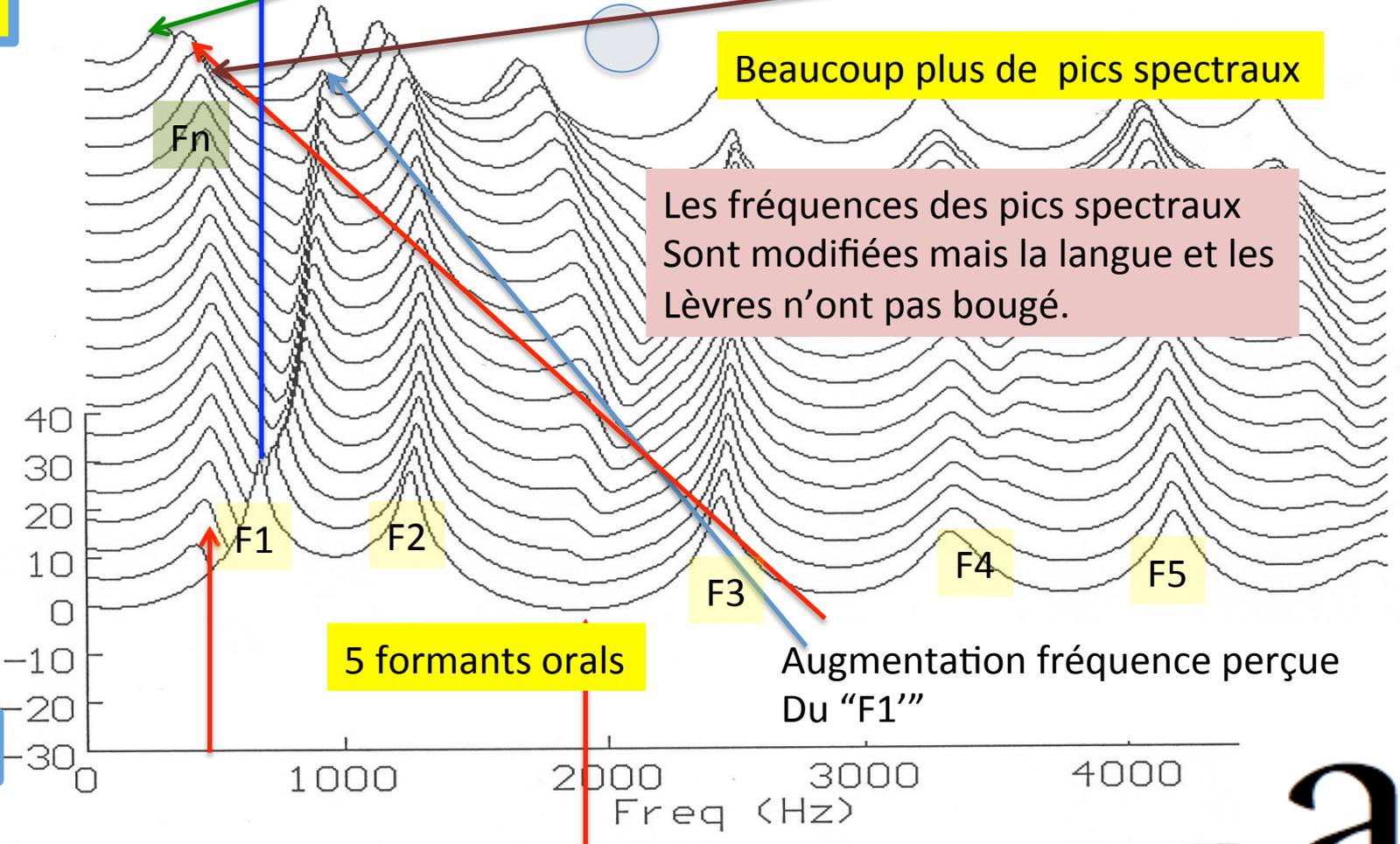
VP ouvert

Affaiblissement amplitude F1 oral (Delattre)

Beaucoup plus de pics spectraux

Les fréquences des pics spectraux
Sont modifiées mais la langue et les
Lèvres n'ont pas bougé.

agnitude (dB)



VP fermé

5 formants oraux

Augmentation fréquence perçue
Du "F1"

Synthèse, Maeda, même configuration de la langue et des lèvres

a

- Il est scientifiquement incorrect de parler de formants dans le cas des voyelles nasales et nasalisées, si on interprète ensuite les différences des fréquences de formant en termes de mouvement de la langue.

- Un formant nasal avec une fréquence moins élevée que le formant oral > les deux formants sont intégrés par l'oreille > F'1 avec une valeur intermédiaire
- Plus affaiblissement de l'amplitude du formant oral à cause du zéro nasal
- >> F'1 perçu a une fréquence moins élevée
- Donc la voyelle a nasalisée est perçue comme moins ouverte que a oral
- Et reproduit comme tel, avec un F1 moins élevé (le cerveau est mis en erreur par l'oreille).

Formant nasal

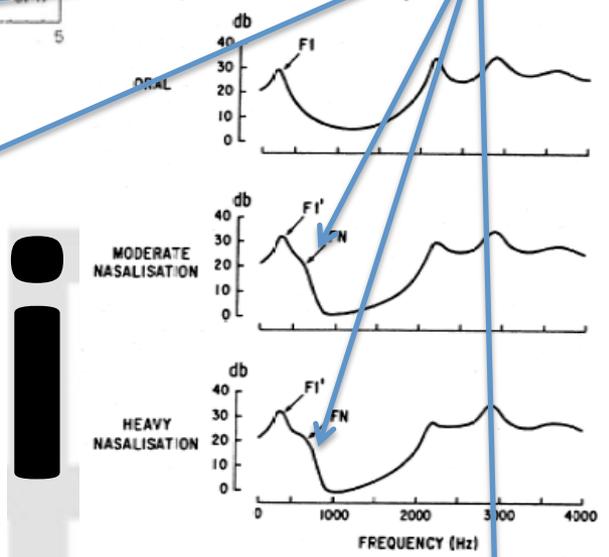
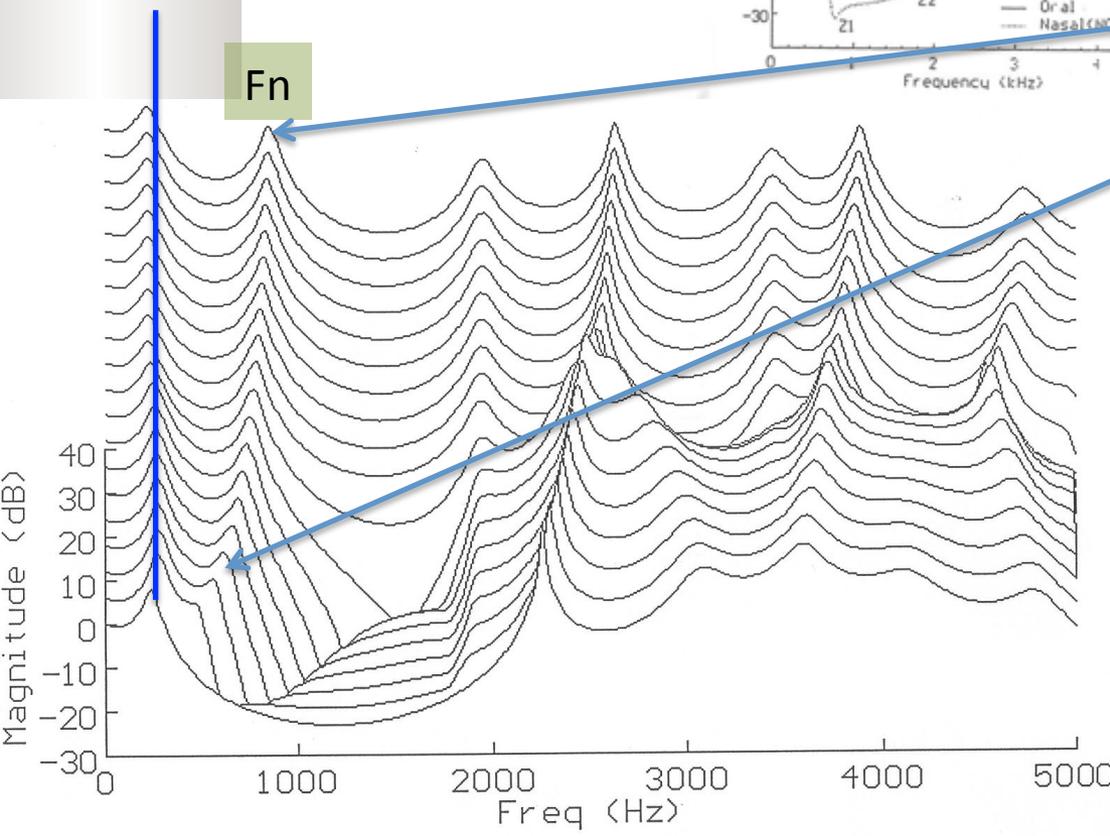
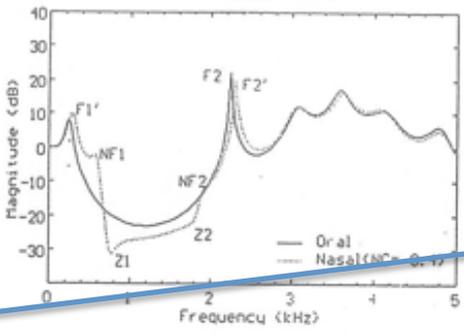
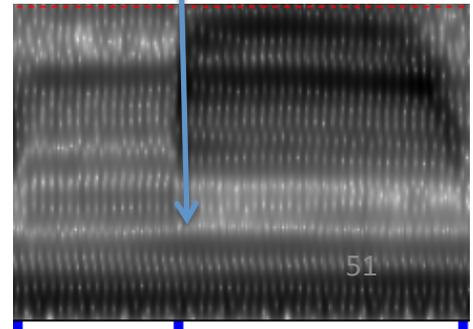
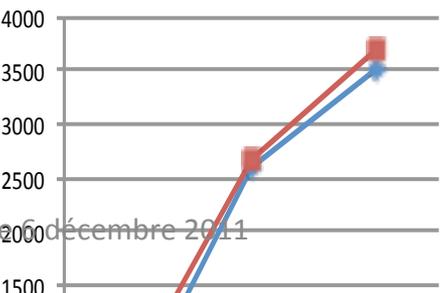
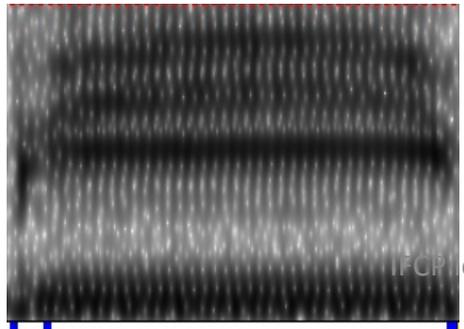


Figure 1
Vocal tract transfer functions for three versions of a high front vowel /i/ generated by articulatory synthesis: with no nasal coupling (top curve), with intermediate coupling (middle curve), and with large coupling (bottom curve). Nasal coupling shifted F1' upward relative to F1 and introduced FN, which showed increased spectral prominence with larger coupling.

t /mimimi/



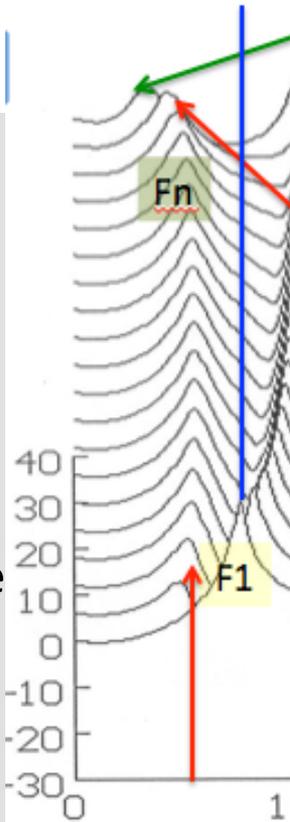
/a/

Un formant nasal avec une fréquence **moins** élevée que le formant oral

Affaiblissement de l'amplitude du formant oral
>> F'1 perçu a une fréquence **moins** élevée

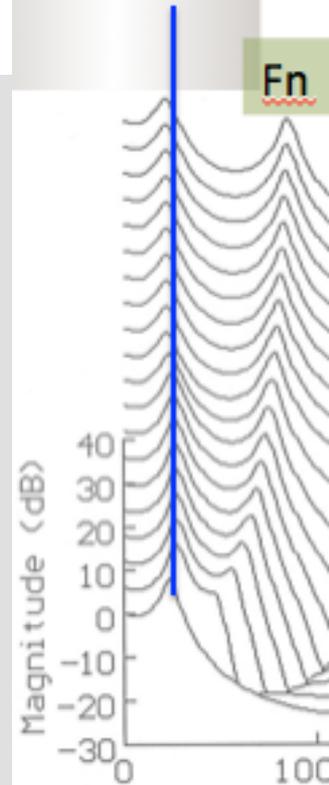
Donc la voyelle a nasalisée est perçue comme **moins** ouverte que a oral

Et reproduit comme tel, avec un F1 **moins** élevé.



a

- /i/
- Un formant nasal avec une fréquence **plus** élevée que le formant oral
- >> F'1 perçu a une fréquence **plus** élevée
- Donc la voyelle a nasalisée est perçue comme **plus** ouverte que a oral
- Et reproduit comme tel, avec un F1 **plus** élevé.



i

Effet inverse

plan

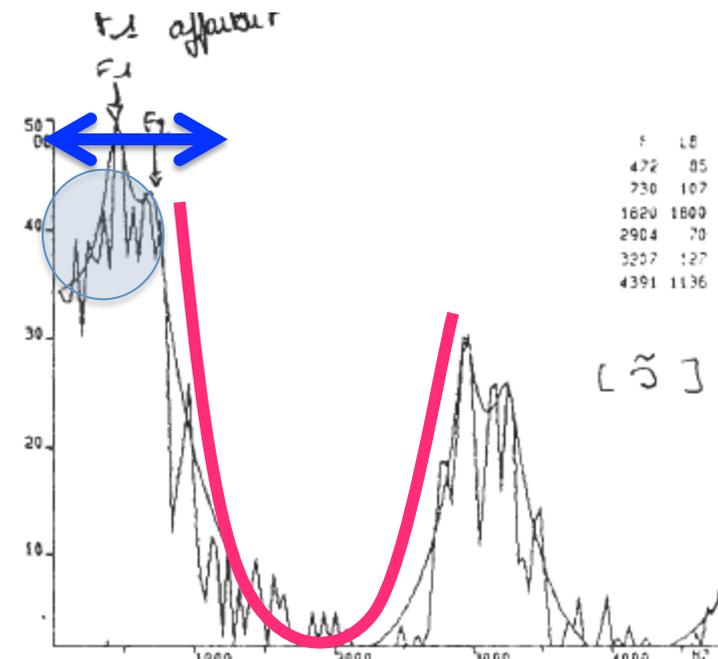
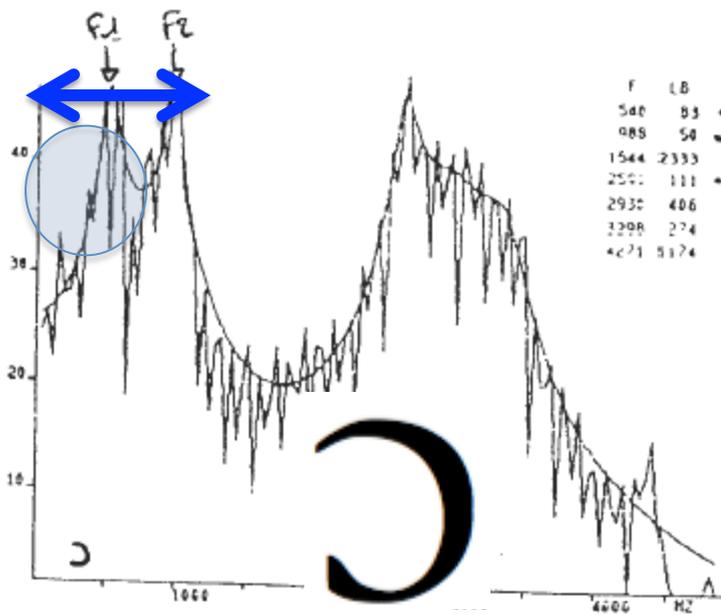
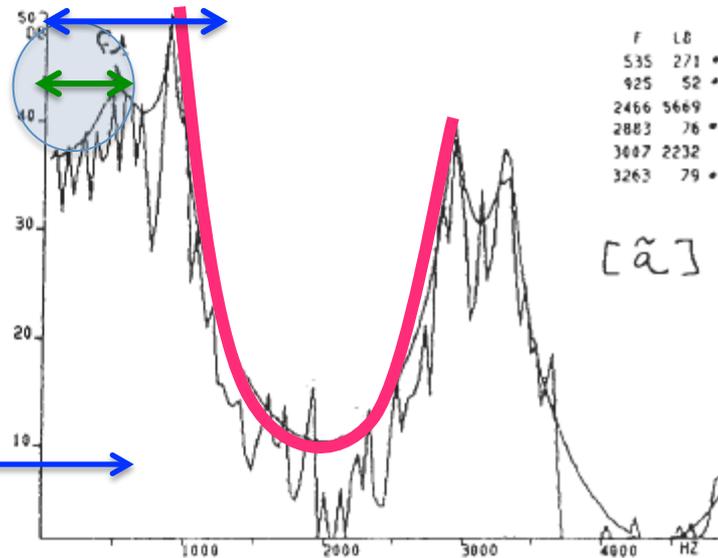
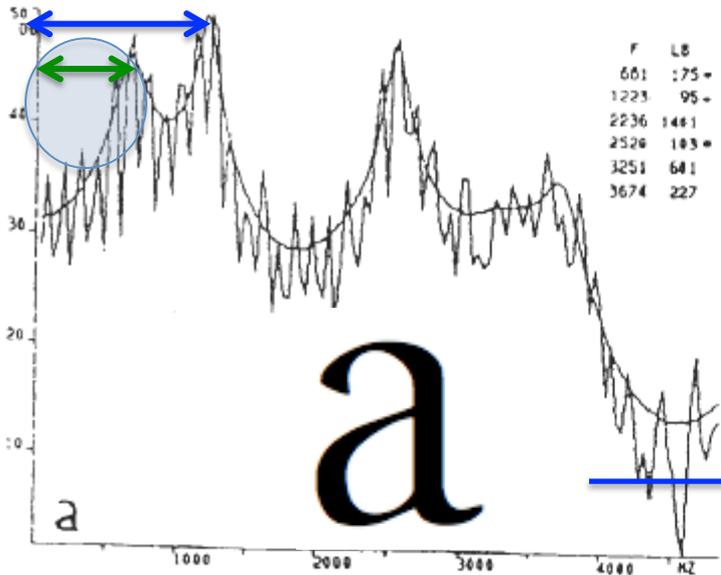


- 1) Titre?
- 2) Généralités
- 3) Que signifie “nasalisé” phonétiquement
- 4) instrumentations
- 5) correspondances entre voyelles orales et nasales en français
- 6) effets acoustiques de la nasalisation
- 7) proximité phonétique entre voyelles

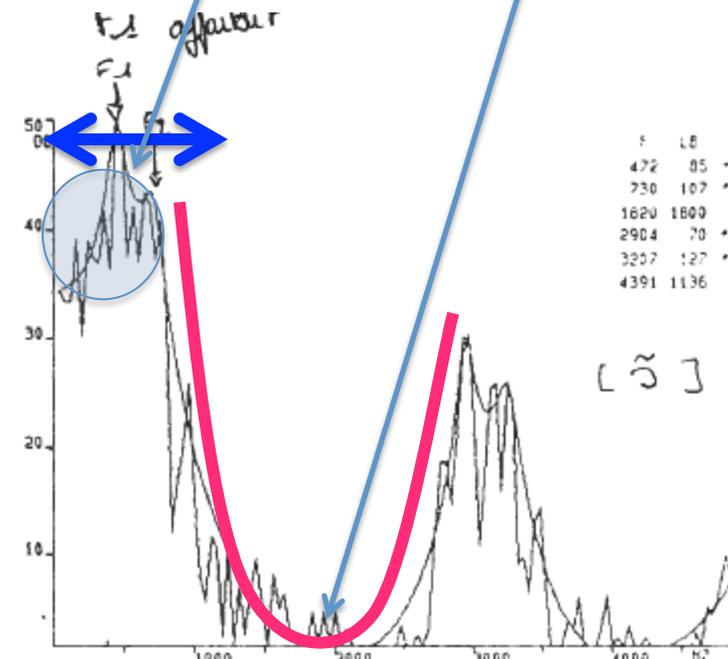
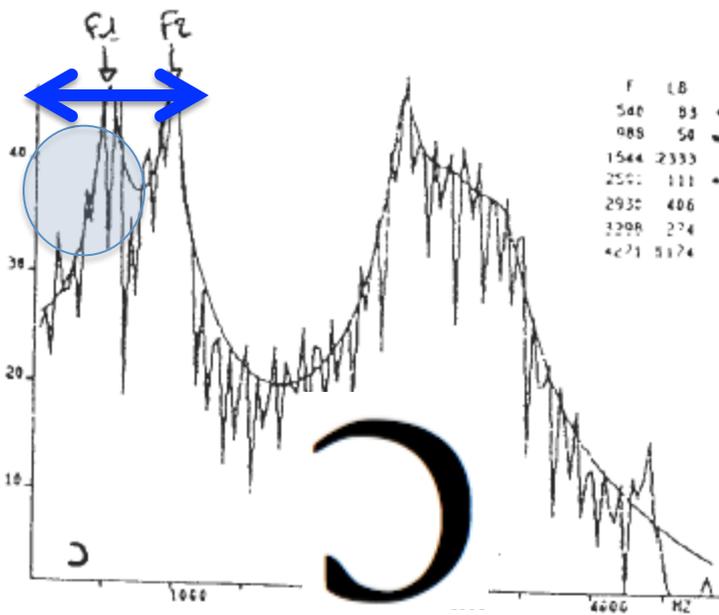
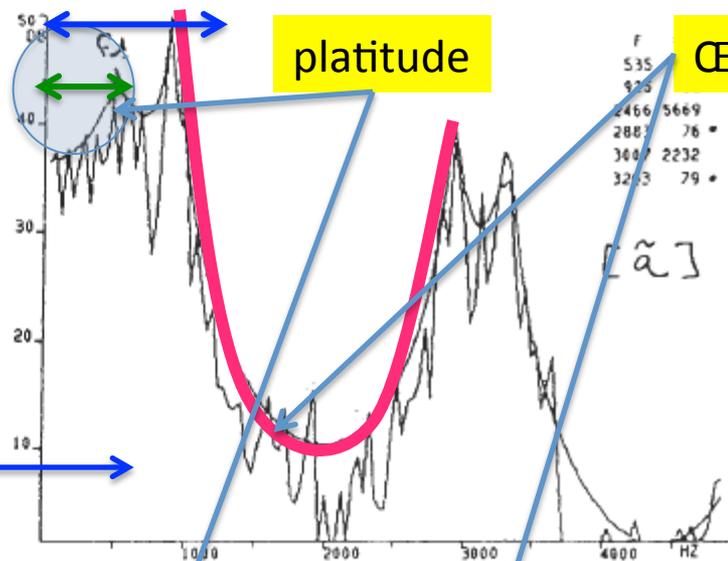
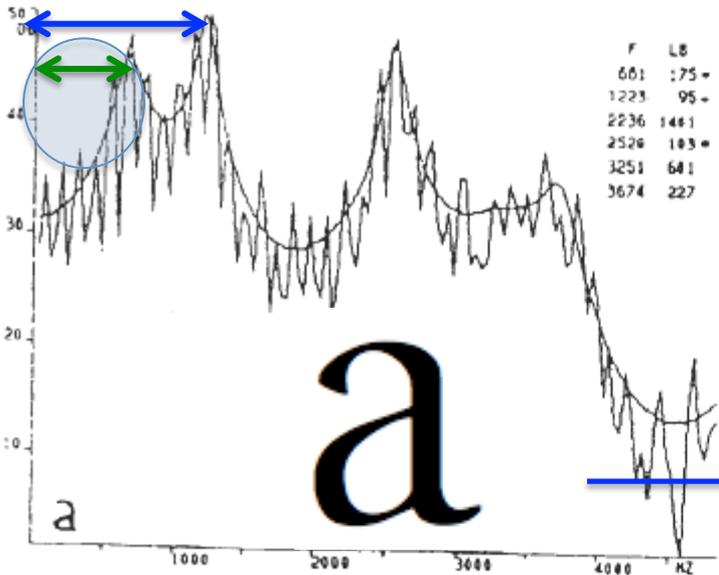


proximité phonétique entre voyelle

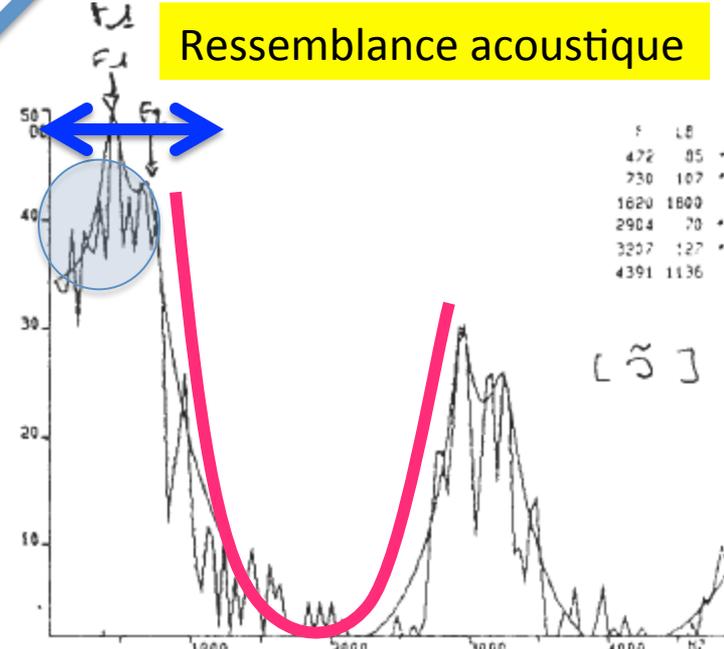
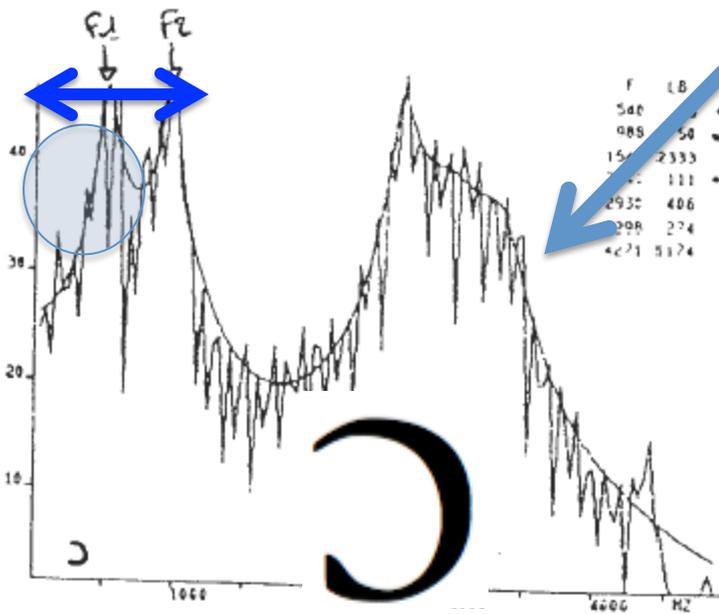
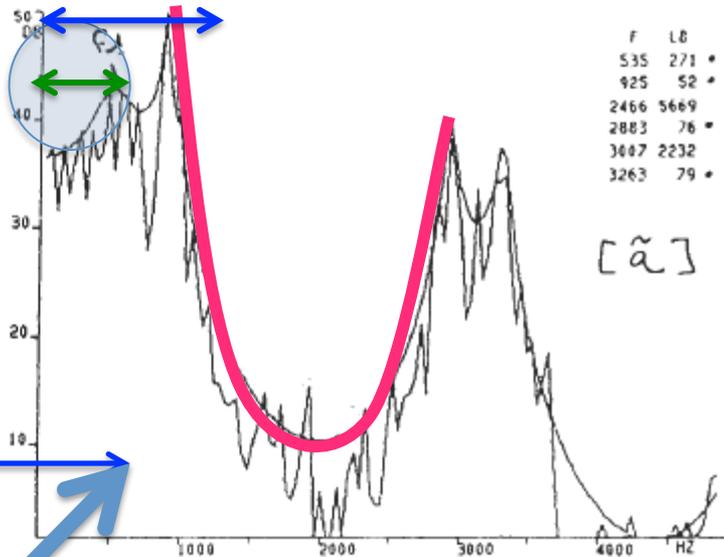
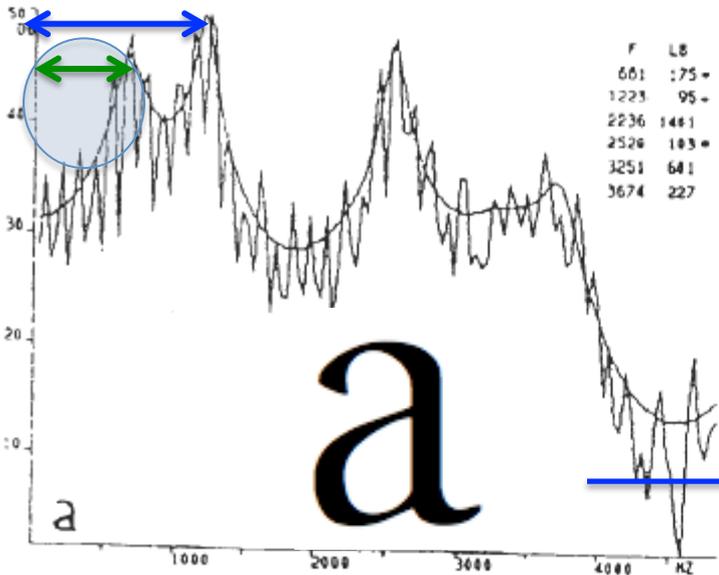
1) acoustique



ã
o
QUE
o



ã
õ
QUE
õ



Ressemblance acoustique

ã
o
õ

proximité phonétique entre voyelle

2) Si acoustique , donc perceptive

formants durant la partie orale des voyelles nasales

Table 2 : Valeurs formantiques (F1, F2, F3) recueillies au début des voyelles ayant servi de stimuli pour le test d'identification .

	/ɛ/	/ɛ̃/	/a/	/ɑ̃/	/ɔ/	/ɔ̃/	/o/
F1	486	612	663	545	544	391	379
F2	1880	1359	1395	1004	1255	789	946
F3	2650	2608	2486	2582	2406	2561	2491

Montagu

Identification de la partie orale des voyelles nasales

Table 1 : Résultats en pourcentage (%) du test d'identification du début des voyelles du corpus pour les 20 auditeurs.

	/u/	/o/	/ɔ/	/a/	/ɛ/	/e/	/i/	Autre V
[i]					3,1	1,9	94,4	0,6
[e]					12,5	87,5		
[ɛ]					90	10		
[a]		0,6	0,6	97,5				1,3
[œ]			0,6	99,4				
[ɔ]		5	78,8	5,6				10,6
[œ̃]		5	88,1	5				1,9
[o]	0,6	89,4	8,1					1,9
[ɔ̃]	1,9	90,6	5,6					0,6
[u]	95,6	3,1						1,3

Montagu

plan



- 1) Titre?
 - 2) Généralités
 - 3) Que signifie “nasalisé” phonétiquement
 - 4) instrumentations
 - 5) correspondances entre voyelles orales et nasales en français
 - 6) effets acoustiques de la nasalisation
 - 7) proximité phonétique entre voyelles
- échelle de résistance à la nasalisation contextuelle



Échelle de résistance à la nasalisation contextuelle

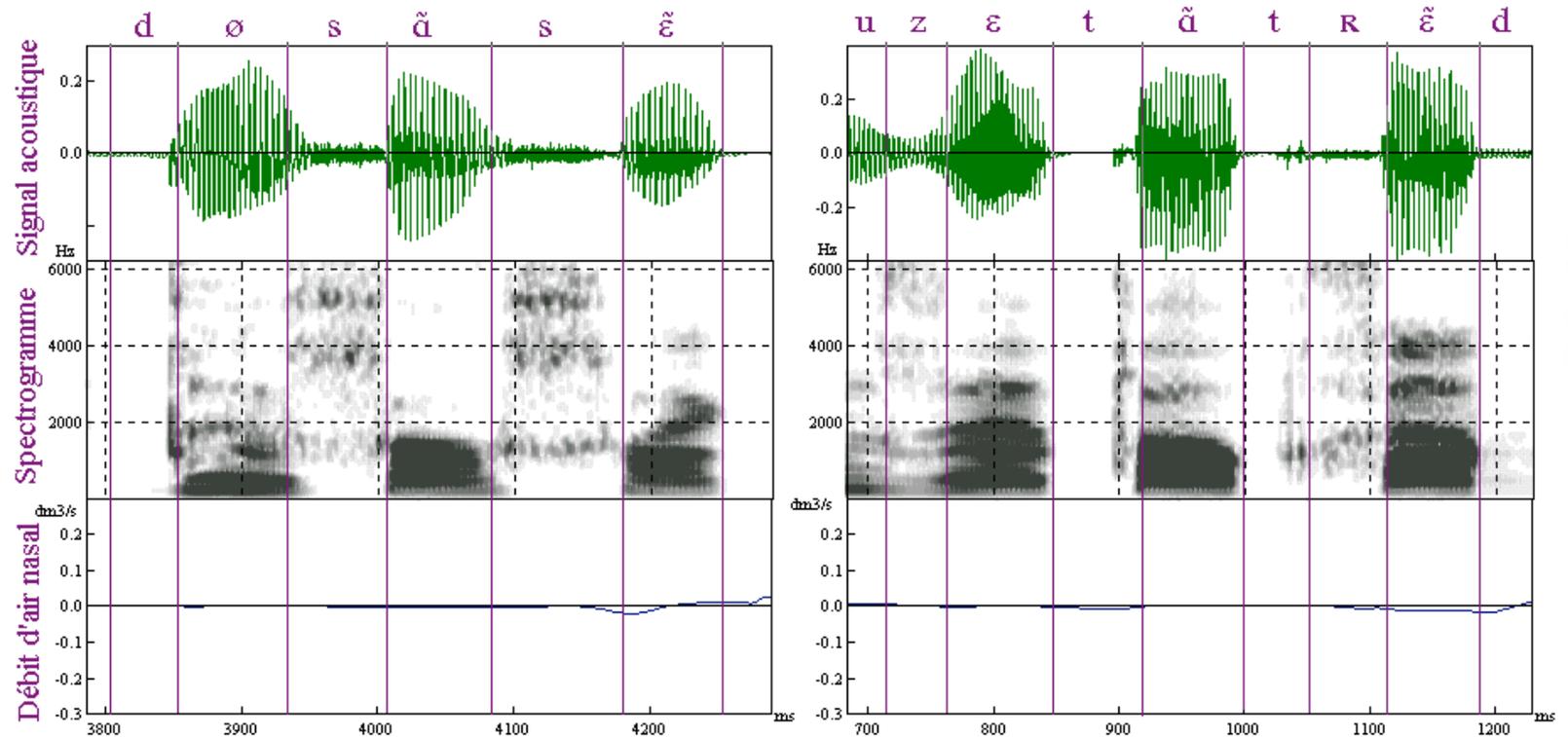
La propagation de nasalisation est souvent arrêtée par certains types de consonnes, et quelquefois (dans les langues sud-américaines) la propagation « saute » certaines consonnes.

La classe de sons qui subissent la nasalisation consiste typiquement en un sous-ensemble continu des membres de l'échelle suivant, en commençant par le haut :

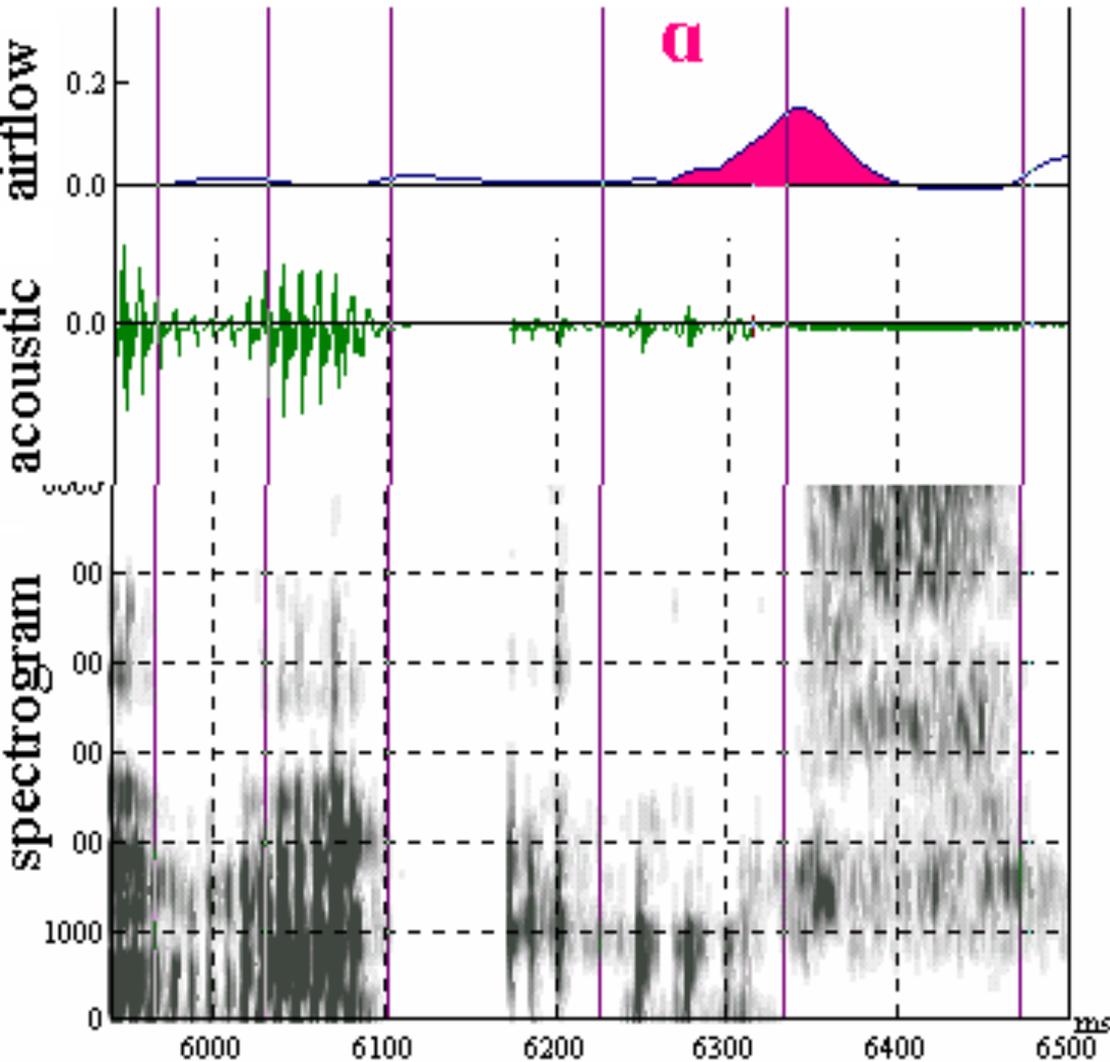
- voyelles
 - semi-voyelles
 - liquides
 - implosives
 - fricatives voisées
 - fricatives non voisées,
occlusives voisées
 - occlusives non voisées
- PLUS SUSCEPTIBLE A LA NASALISATION
- MOINS SUSCEPTIBLE A LA NASALISATION

Clements

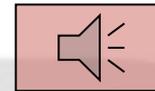
Phonème nasal aérodynamiquement oral



Phonème oral phonétiquement nasal



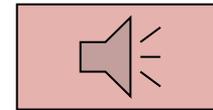
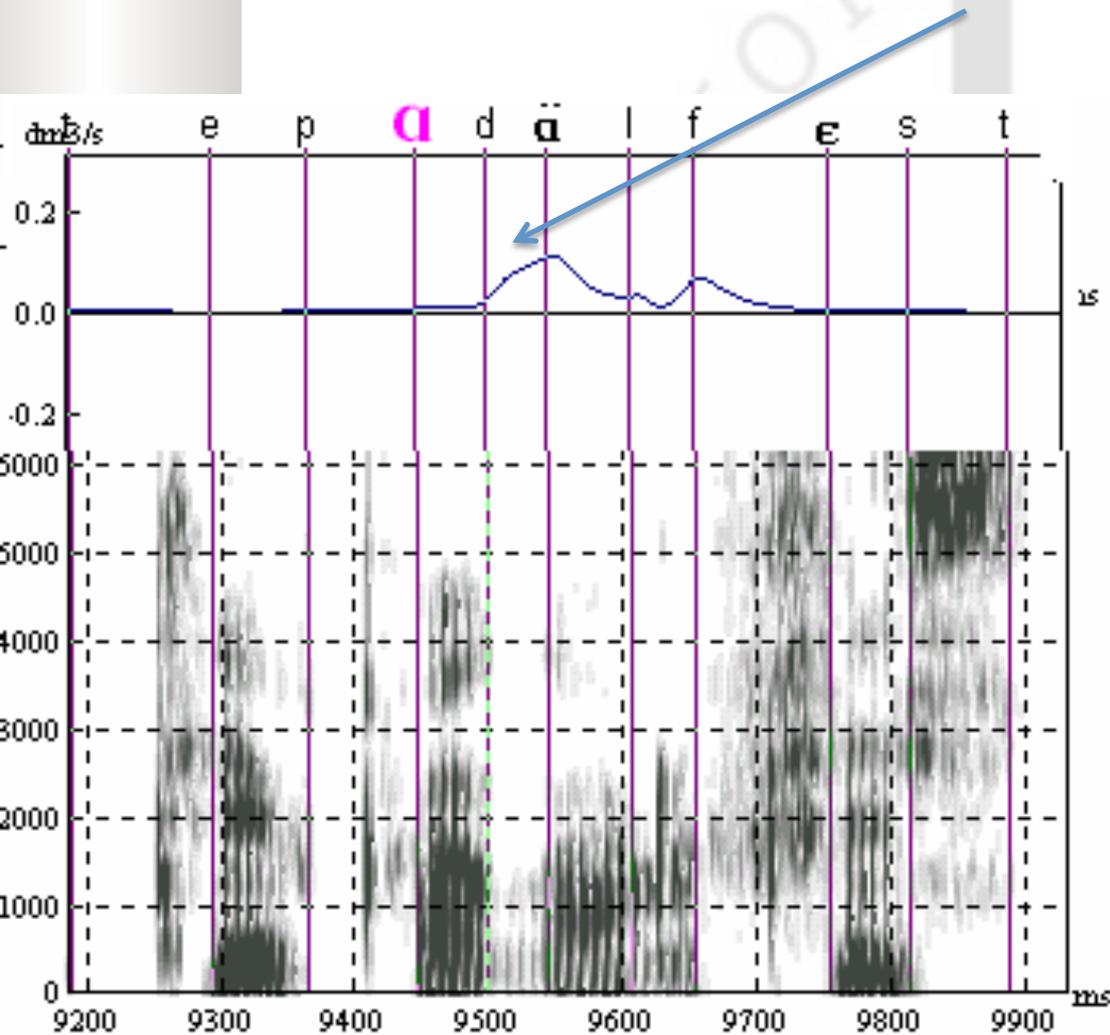
Début de la fricative nasalisé
aérodynamiquement



vacances

Débit d'air nasal + acoustique

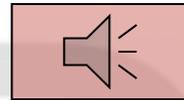
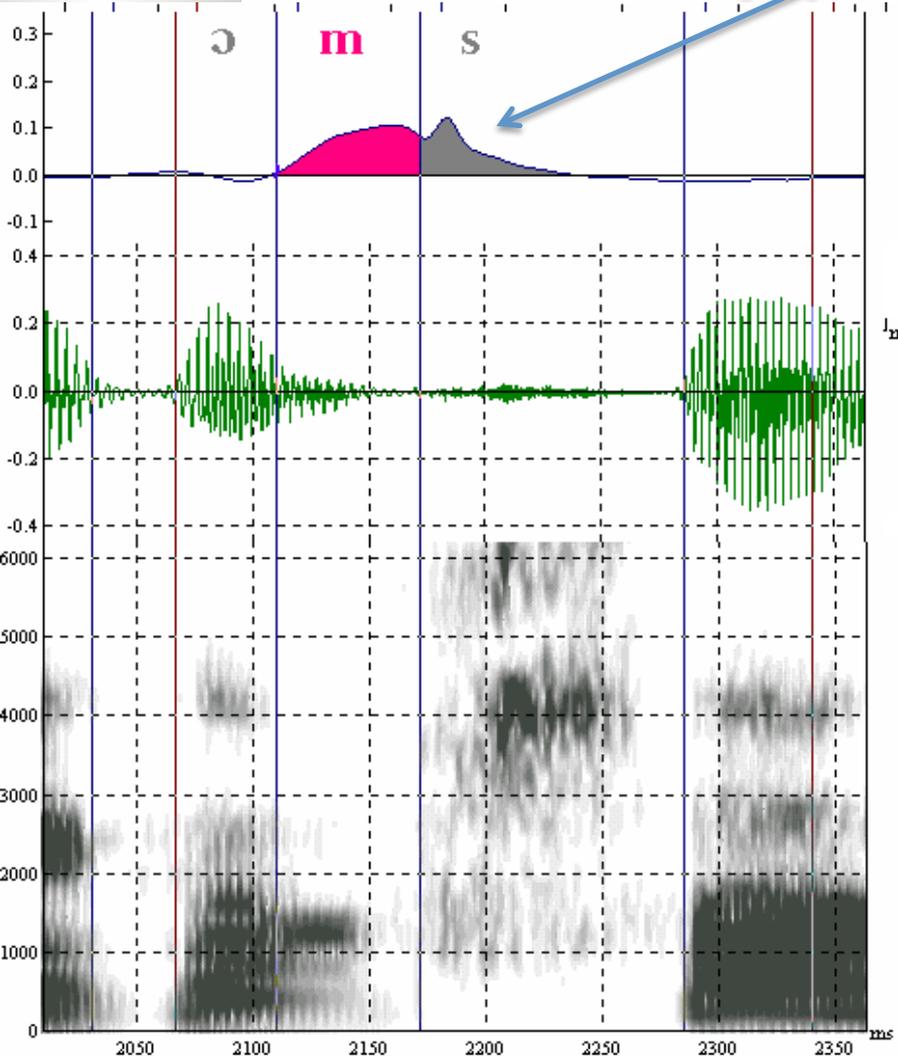
Nasalisation des occlusives



Pendant > pannant

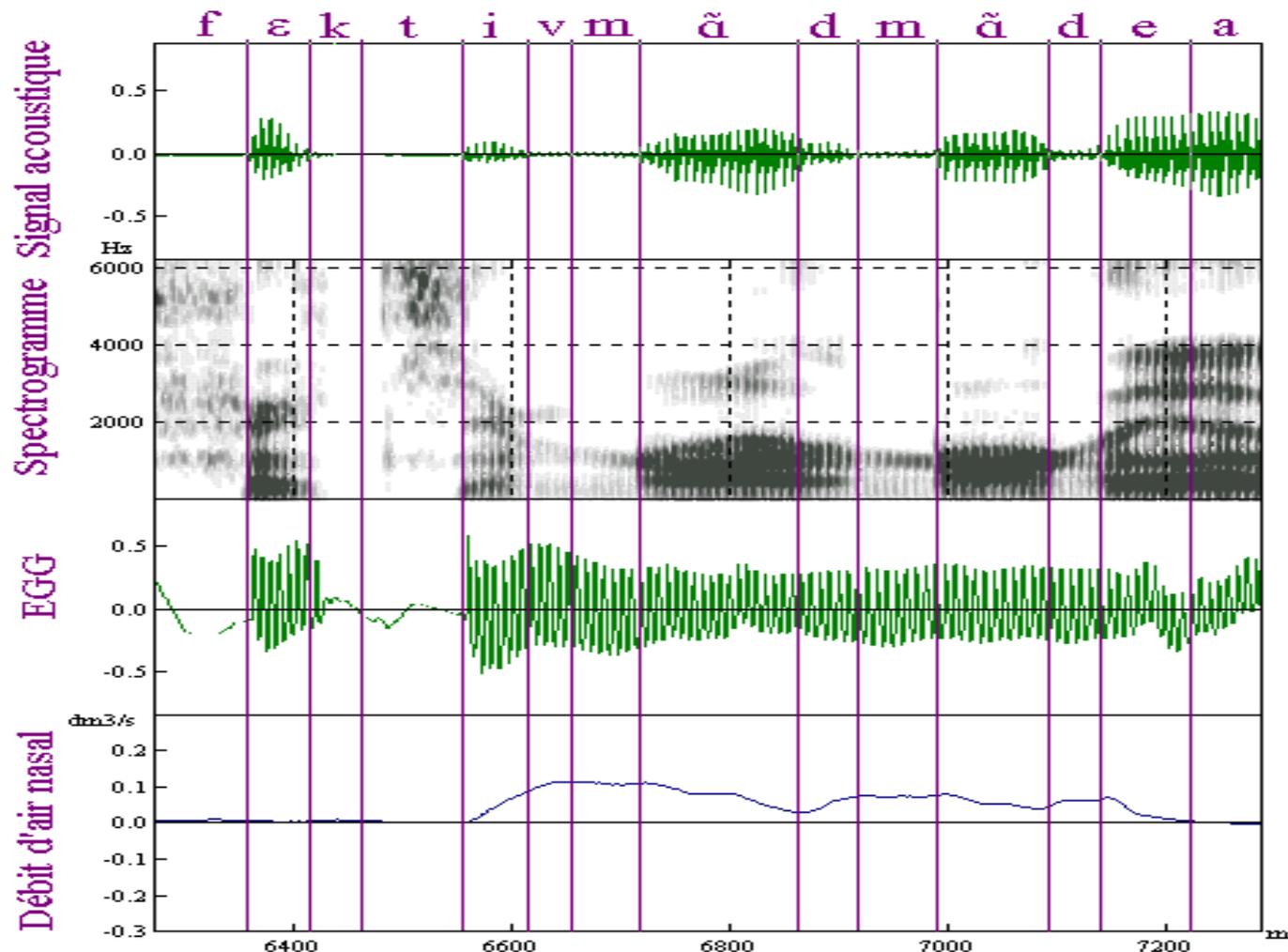
Débit d'air nasal + pas de relâchement

Nasalisation des fricatives



Débit d'air nasal

Beaucoup de phonèmes nasalisés



plan



- 1) Titre?
- 2) Généralités
- 3) Que signifie “nasalisé” phonétiquement
- 4) instrumentations
- 5) correspondances entre voyelles orales et nasales en français
- 6) effets acoustiques de la nasalisation
- 7) proximité phonétique entre voyelles
- 8) échelle de résistance à la nasalisation contextuelle
- 8) alignement du trait



1) La consonne nasale à l'attaque d'une syllabe

- Murmure nasal non nécessaire
- **Mais nasalisation nécessaire un très court instant au relâchement: lieu de rendez-vous précis pour un velum maximale bas**
- Le reste peut varier, l'oreille n'entend pas

2) La consonne nasale en coda (non relâchée)

- Pas de **relâchement !**
- Temps nasal assez long à la fin de la voyelle précédente
- Fin de la voyelle précédent: **lieu de rendez-vous précis pour un velum maximale bas**



- /m/ /n/ à l'attaque

Le trait nasal est porté par le **relâchement**

- /m/ /n/ en coda, sans relâchement
- Où aligner les indices de nasalité si pas de relâchement?
- >> Trait nasal est porté par la voyelle précédente (et problèmes de la clarté des transitions: /m/ et /n/ confondus)

Dans ce cas:

- « anticipation nasale »: pas un trait renforçateur, mais contrainte perceptive ?

- /b/ /d/ /p/ /t/ à l'initiale

Le trait - nasal est porté par le **relâchement**

Par contrainte perceptive

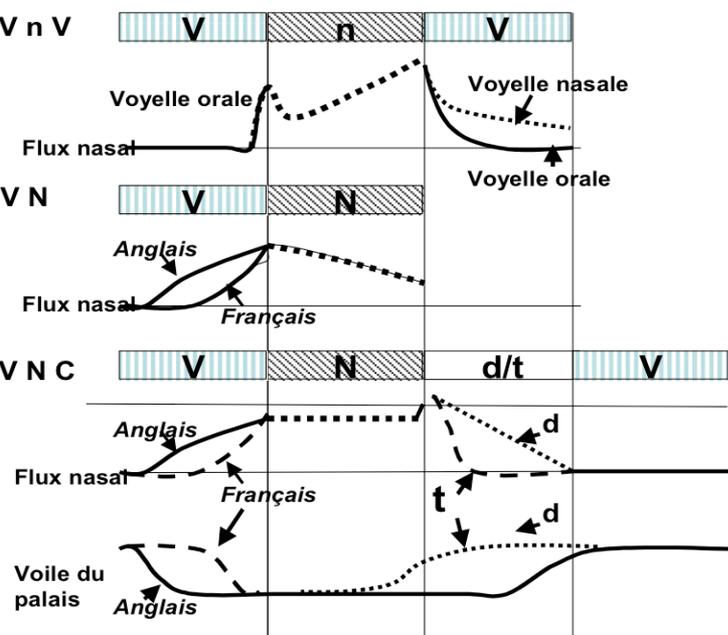
Sinon confusion pour /b/ /d/ avec /m/ /n/

- Occlusives sourdes

Le trait - nasal est porté par le début

Par contrainte aérodynamique

Sinon sonore



Contraintes de perception et aérodynamiques

le trait nasal est aligné deux fois pour les occlusives sourdes et une fois pour les occlusives sonores

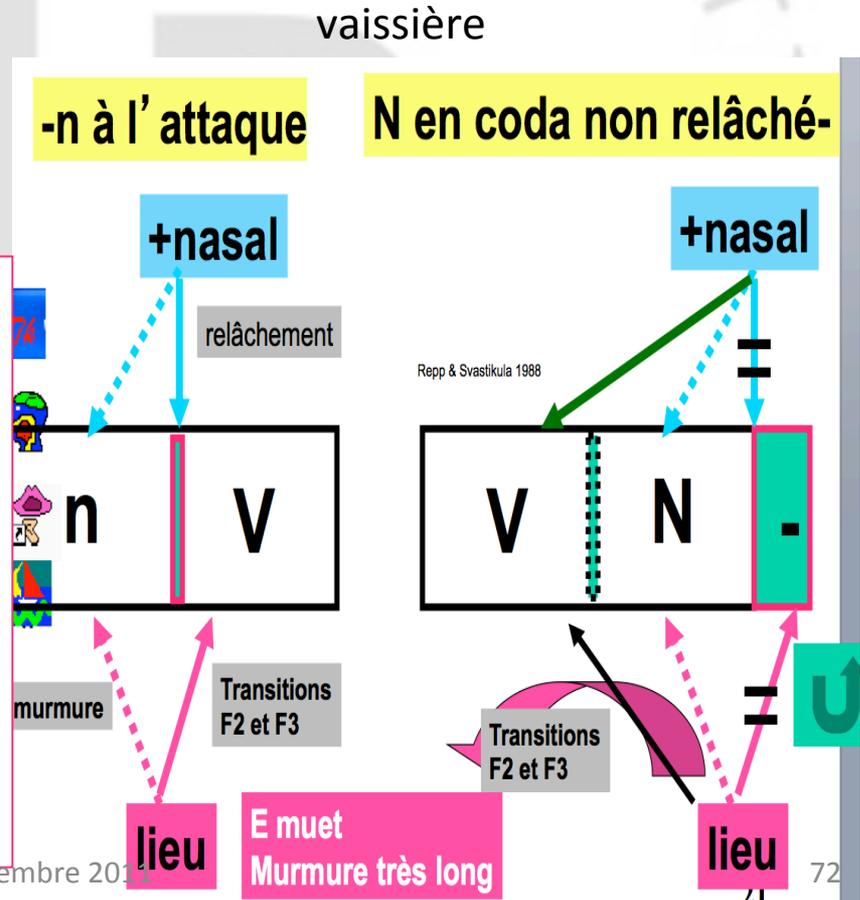
Et au deux tiers pour les voyelles orales

Consonnes nasales à l'attaque, le trait nasal est aligné avec le relâchement

Consonnes en coda, pas de relâchement
Où aligner les indices de nasalité?

>> ou le murmure nasal est long le trait nasal est porté par la voyelle précédente (et problèmes de la clarté des transitions)

« anticipation nasale »: pas un trait renforçateur, mais contrainte perceptive si nasale en coda courte





plan



Conclusion?

titre

1) Il faut spécifier de quel type de nasalisation phonétique il s'agit, reliées mais pas équivalentes

beaucoup d'instrumentations pour étudier la nasalité sous toutes ses formes

2) il y a une bonne motivation phono-morphologique pour l'emploi des symboles phonétiques, mais pas de motivations phonétiques car pas de correspondance entre voyelles orales et nasales en français, différence de la position de la langue et de la configuration des lèvres

3) Les effets acoustiques de la nasalisation sur les voyelles ne sont pas aisés, mais modèle articulatoire permet de comprendre que tout n'est pas permis, il n'est pas aisé d'interpréter les pics spectraux en termes de formants

4) l'acoustique permet de comprendre la proximité phonétique entre voyelles nasales et orales et nasales

5) les données de parole spontanée viole l'échelle de résistance à la nasalisation contextuelle

6) Le trait nasal et la nasalisation acoustique ont des rendez-vous perceptifs différents pour les consonnes nasales en attaque, en coda et pour la voyelle

7) Les traits ne devraient plus être définis en termes articulatoires mais en trait acoustique