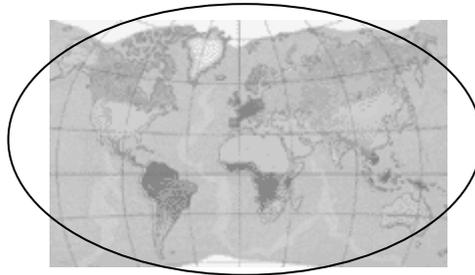


Organisations syllabiques des unités lexicales des langues



Nathalie Vallée

GIPSA-Lab
Département Parole & Cognition
UMR CNRS 5216
Grenoble

Typologie linguistique

Objectif : étudier la diversité des systèmes linguistiques et leur variation

- Une démarche taxinomique qui permet de réduire la variation
- Une procédure comparative qui permet de mettre en évidence :
 - des propriétés générales ou universelles
 - des caractéristiques contingentes à une langue donnée
 - des éléments stables diffusés par filiation ou par contact

Expliquer les typologies : phonétique expérimentale, modélisation des processus, morphogenèse et fonctionnement des unités et des systèmes

Typologie des structures lexicales et syllabiques

- Unités plus large que le son
- Gabarits lexicaux, structures syllabiques
- Phonotactique : combinaisons sonores possibles dans les langues, indépendamment de la signification et de la grammaire
- Contraintes et régularités dans la distribution des sons
- Co-occurrences : entre phonèmes, entre constituants syllabiques
- Tendances entre syllabes consécutives
- Frontières d'unités lexicales

ULSID

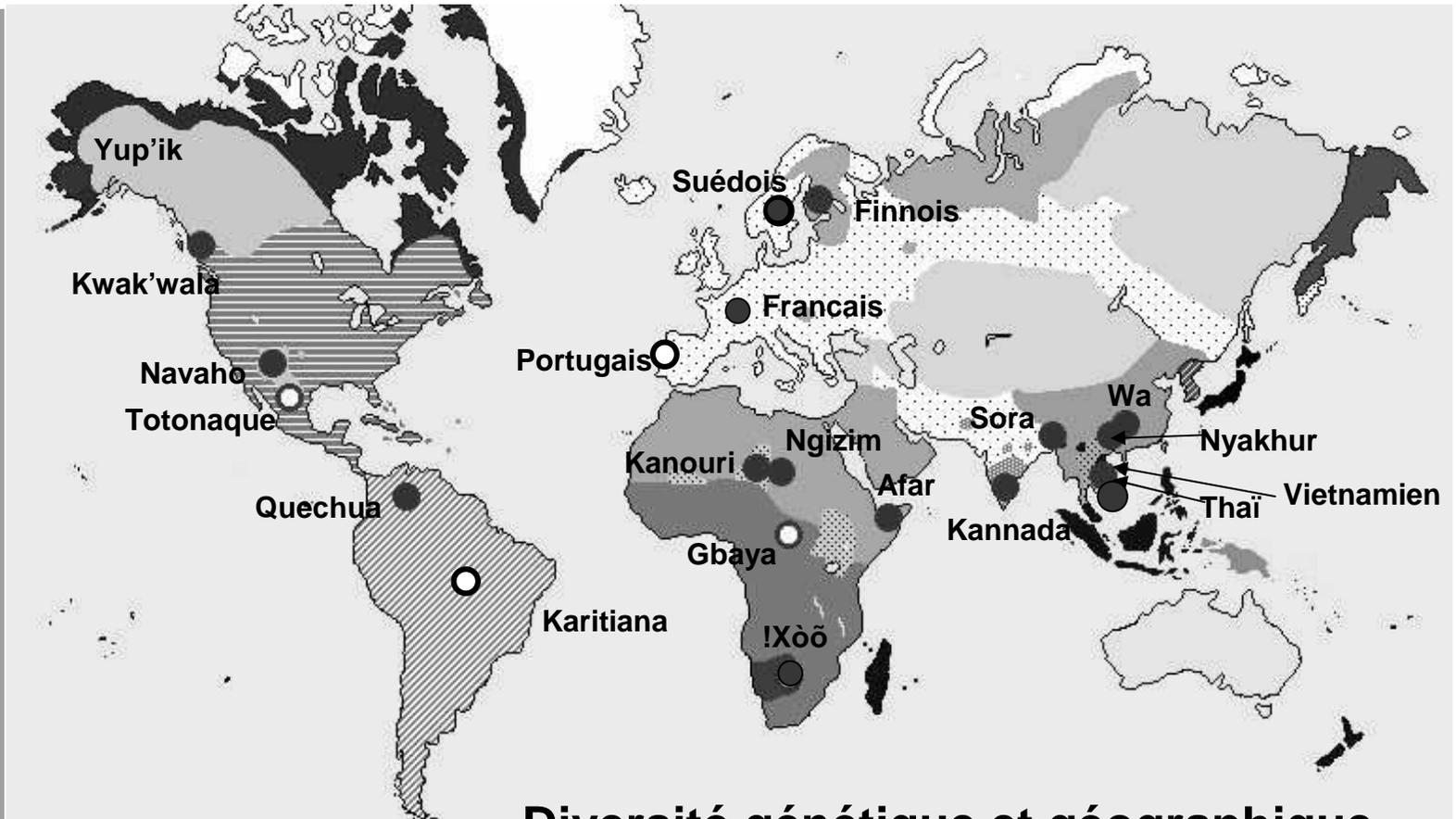
UCLA Lexical and Syllabic Inventory Database

17 lexiques
transcrits
API et
syllabés

min :
2 000 entrées
max :
12 000
moy. :
5 800

100 000
items
lexicaux

250 000
syllabes

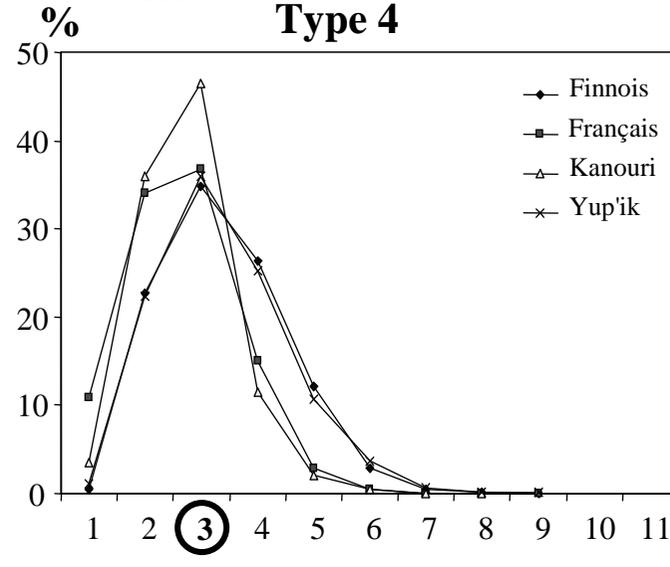
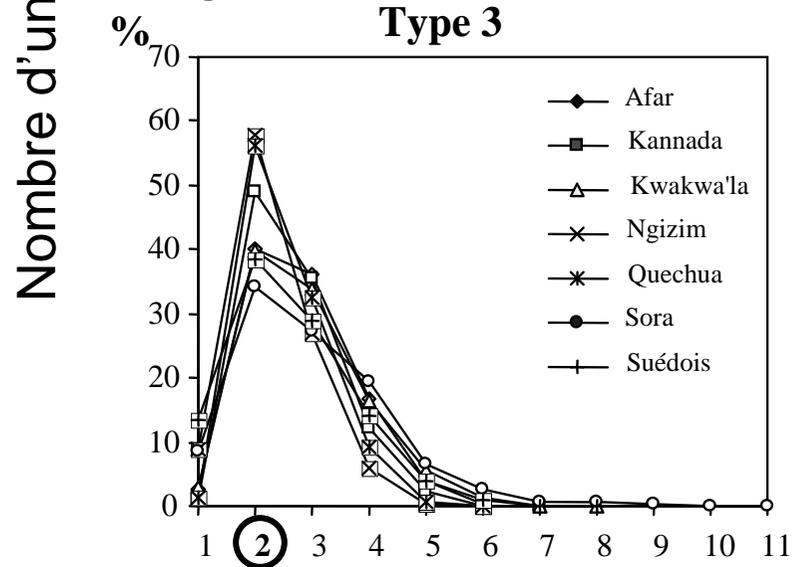
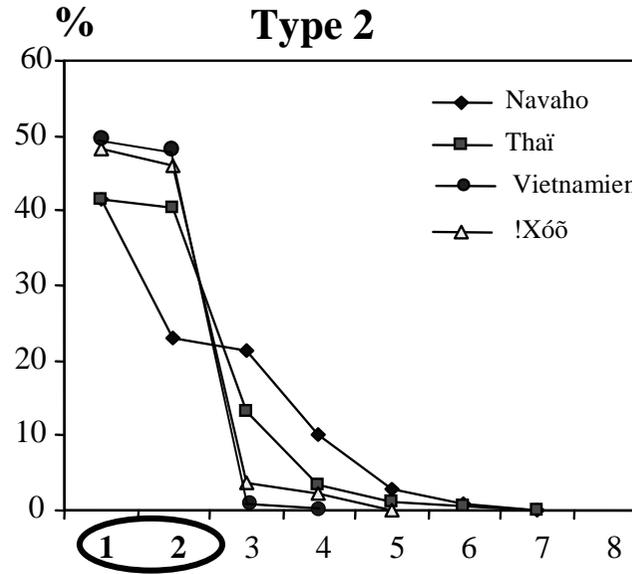
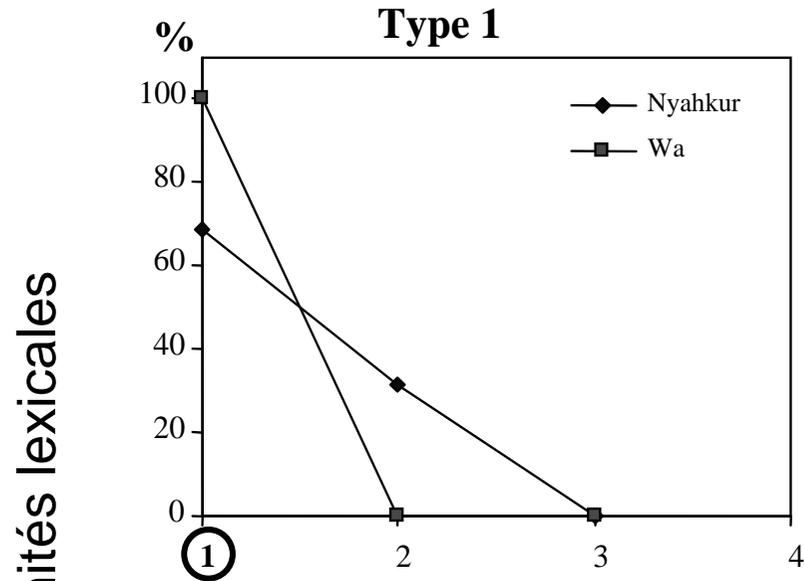


Diversité génétique et géographique



● Langues transcrites ○ Langues en cours de transcription/syllabation

Typologie des langues et structures lexicales

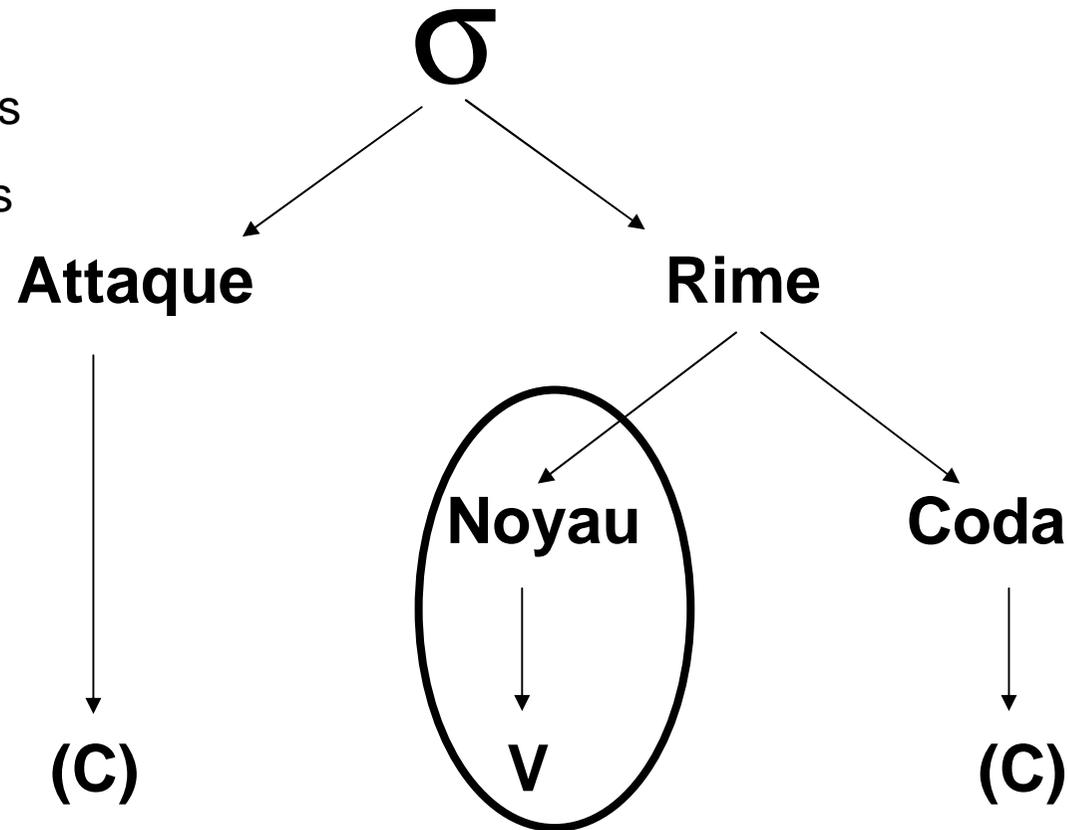


Nombre de syllabes par unité lexicale

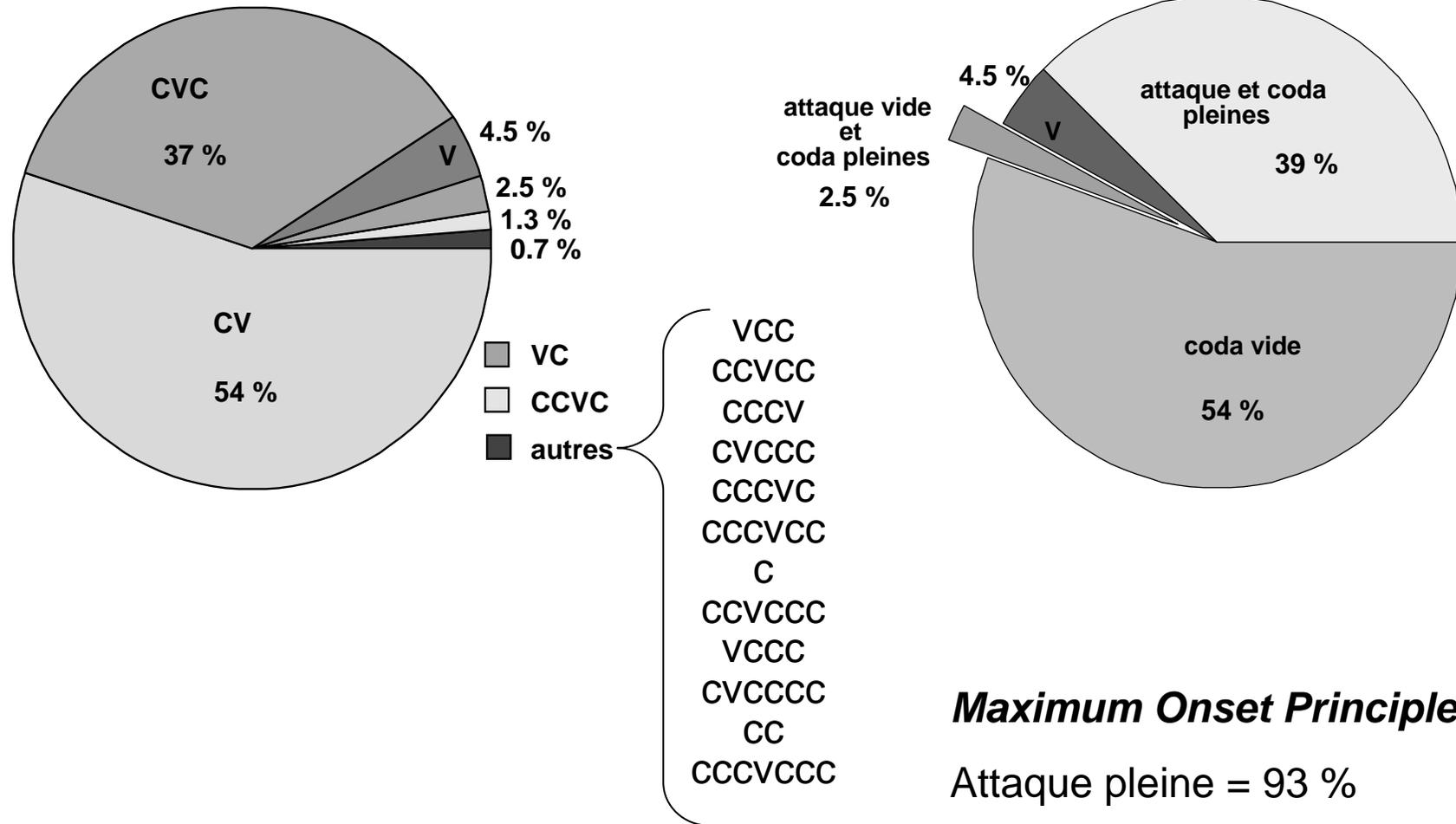
Constituants syllabiques

Arborescence de la structure interne de la syllabe en sous-constituants hiérarchiquement organisés

Entre parenthèses, les constituants facultatifs



Fréquence des structures syllabiques



Maximum Onset Principle :
 Attaque pleine = 93 %
 Attaque vide = 7 % des syllabes

≈ 250 000 syllabes ⇒ 19 patrons syllabiques (types)⁷

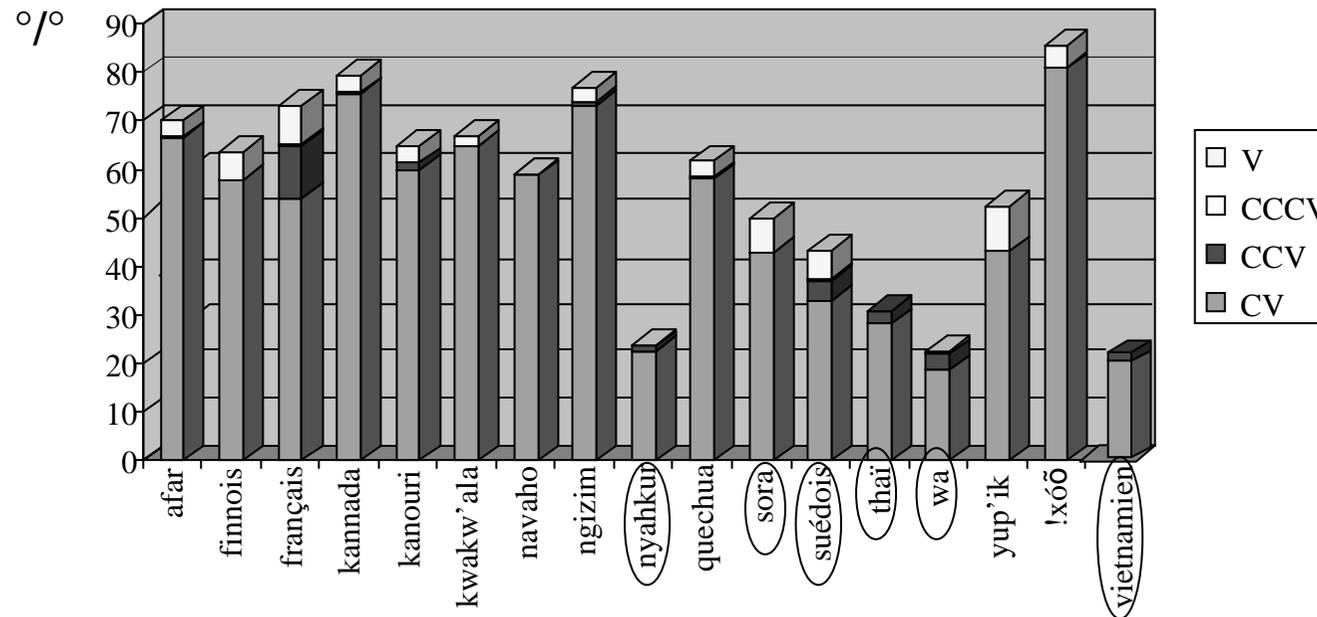
Implications dans la complexité

- Une structure syllabique, avec attaque/coda complexe de n consonnes attestée dans une langue, implique les structures avec attaque/coda de $n-i$ consonnes ($i = 1$ à $n-1$)
- Si n augmente, le rang d'occurrence de la structure syllabique diminue
- Vraies si on considère la nature phonétique des constituants syllabiques (Rousset, 2004)

Séquences consonantiques tautosyllabiques

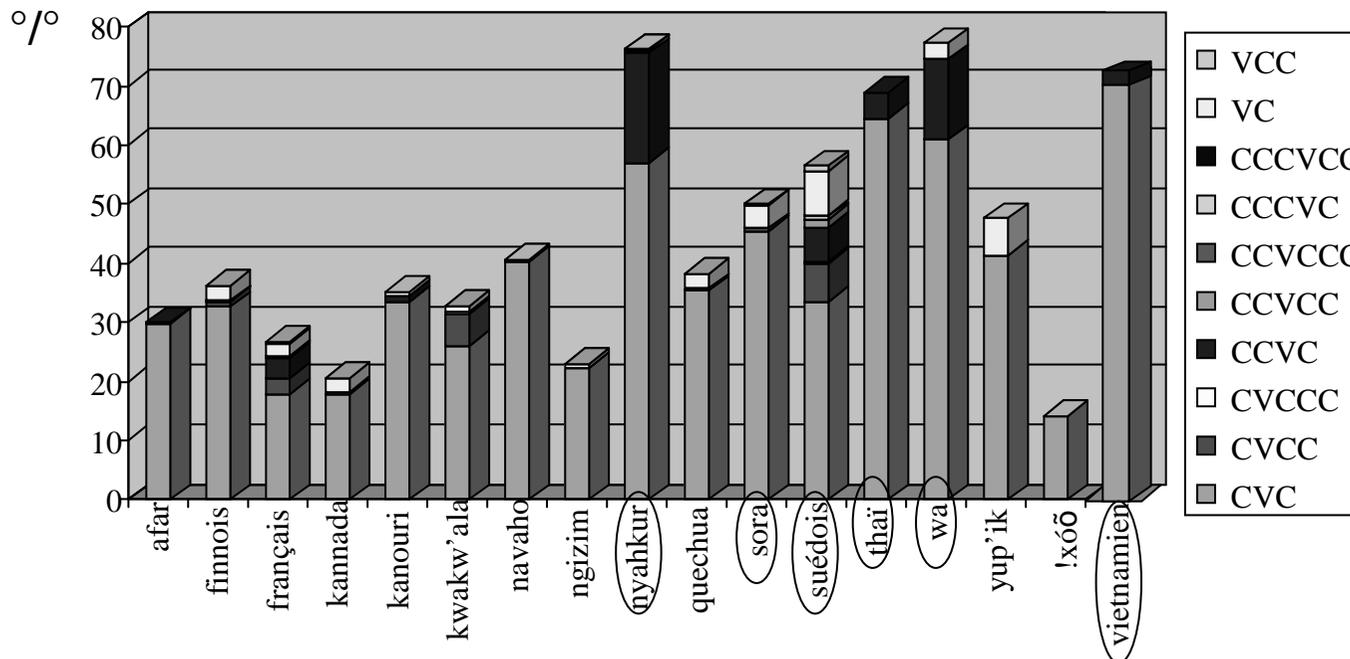
- Présentes dans 2.7 % des syllabes
- 72 % d'entre-elles sont en position d'attaque syllabique
- Majoritairement biconsonantiques avec
 - C_1 = plosive
 - C_2 = vibrante ou latérale majoritairement coronale :
 - /r/ de préférence
 - puis, //
- Très nettement défavorisées en attaque comme en coda lorsque les consonnes sont homorganiques ex. /t/

Prédominance CV ou CVC : 2 types de langue



CV et CVC
représentent plus
de 80 % des
syllabes

*6 langues
majoritairement
CVC*



CV ou CVC
majoritaire

⇒
syllabes ouvertes
ou fermées
favorisées

Observations et hypothèses

- Les approches comparatives : universaux et grandes tendances existent dans les structures sonores des langues du monde
 - Elles ne sont probablement pas le résultat de choix arbitraires
- Certaines tendances sont la conséquence de principes physiques (ex. aérodynamiques) auxquels s'ajoutent des contraintes sur les processus des systèmes humains de production et de perception de la parole
 - Elles dérivent certainement de principes non-phonologiques
- Les études sur les universaux plaident pour un rapprochement entre phonétique et phonologie, entre forme et substance
 - Elles jouent sans doute un rôle central dans la construction des relations entre les capacités sensori-motrices et la phonologie
- Des patrons syllabiques et lexicaux favorisés dans les langues du monde

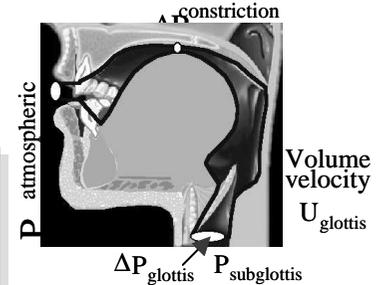
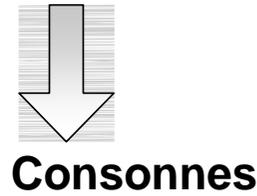
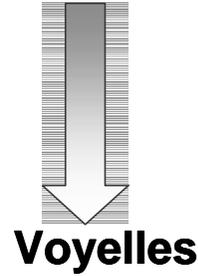
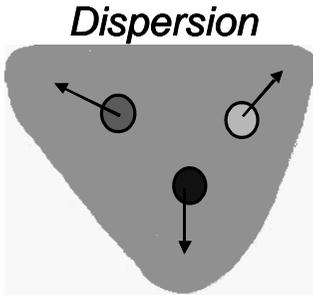
Syllabes les plus fréquentes

- **Attaques** : lieux et modes d'articulation les plus répandus dans les systèmes phonologiques des langues du monde : coronal/labial/vélaire et plosif/fricatif/nasal
- **Codas** : idem mais coronales très populaires même dans les langues où les restrictions en coda ne sont pas ou peu observées. Les segments avec articulation supplémentaire (aspiration, coup de glotte, labialisation, prénasalisation ...) sont nettement défavorisés
- **Noyaux** : les voyelles cardinales extrêmes /i/ /a/ /u/ avec une dominance très nette des voyelles centrales /a/ et/ou /★/ quel que soit le type de consonne, de syllabe, et très majoritairement quelle que soit la langue



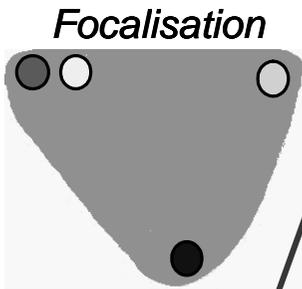
Systemes sonores favorises

Perception-Action

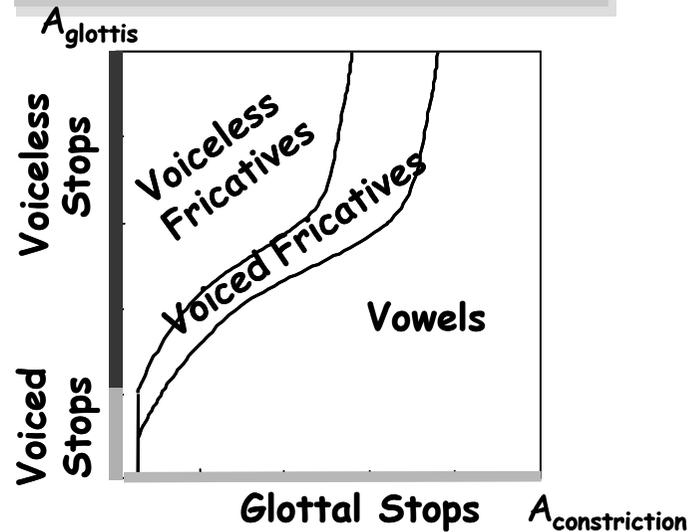
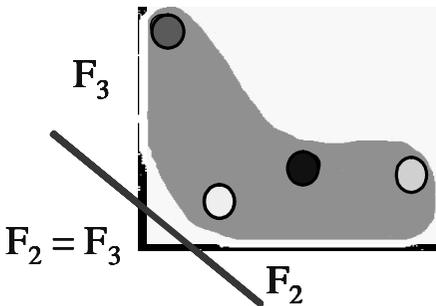


Principes de Dispersion et Focalisation
 Lindblom, 1986
 et
 Schwartz *et al.*, 1997
TDF
 Vallée *et al.*, 1999

Degrés de liberte des articulateurs + contrôles aérodynamiques
 Abry *et al.*, 1998; Jaeger, 1978
 Mawass, 1997; Ohala, 1983; 1997
 Vallée *et al.*, 2002



$$F_1 = F_2$$



Préférences entre constituants tautosyllabiques

Vallée & Rousset (2002, 2004)

Isabelle Rousset (2004)

Onset and nucleus: CV

	Coronal	Labial	Velar
Front	1.14	0.84	0.86
Central	0.94	1.08	0.99
Back	0.99	1.00	1.18

For each columns
significant χ^2 , $p < 0.001$

Ratio : OBS/THEO

$$\frac{Nb(CV)}{Nb(Conset)Nb(V)}$$

Tendances plus fortes entre
noyau et coda (= rime)
qu'entre attaque et noyau

Nucleus and coda: VC

	Front	Central	Back
Coronal	1.24	0.91	0.95
Labial	0.54	1.28	1.13
Velar	0.76	0.84	1.37

Préférences entre constituants tautosyllabiques

Attaque et noyau : (CCC)CV(CCCC)

	Coronal	Labial	Velar
Front	1.09	0.94	1.05
Central	0.87	1.10	0.70
Back	1.01	0.93	1.32

*For each columns
significant χ^2 , $p < 0.001$*

Ratio : OBS/THEO

$$\frac{\text{Nb (CV)}}{\text{Nb(Conset)Nb(V)}}$$

Noyau et coda : (CCC)VC(CCC)

	Front	Central	Back
Coronal	1.11	1.00	0.89
Labial	0.53	1.32	1.18
Velar	0.92	0.86	1.22

Organisation syllabique des langues

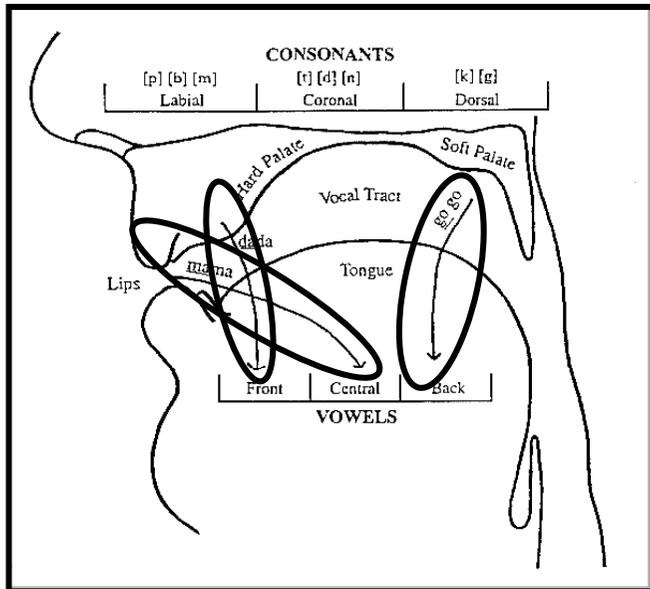
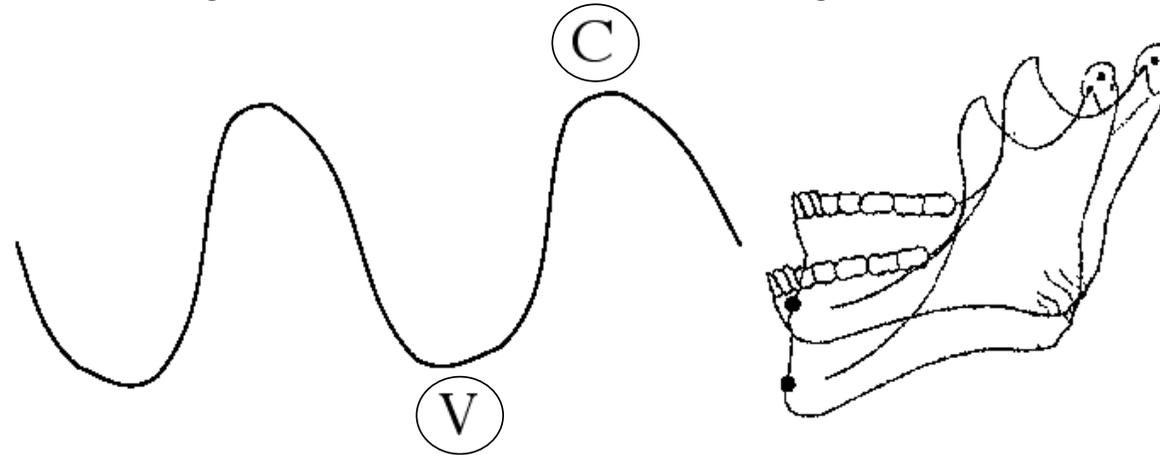
The Frame, then Content Theory

MacNeilage & Davis (1990), MacNeilage (1998)

Oscillations
de la
mandibule

=>

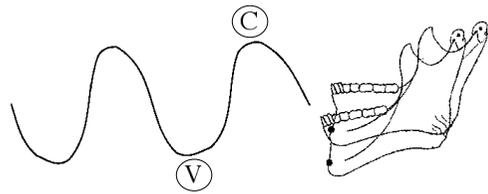
Alternances
CV



- **"pure frame" syllables**

Construites sur 1 cycle mandibulaire (remontée-abaissement) sans mouvement antéro-postérieur de la langue entre le début et la fin du cycle

- Syllabes les plus répandues des langues, des proto-langues et des premiers mots
- « CV-like » les plus fréquentes du babillage *MacNeilage & Davis*¹⁶ (2000)



Propriétés du cycle mandibulaire

Redford, PHD (1999)

- Asymétries inhérentes à l'oscillation mandibulaire :
 - Phase de remontée (fermeture) réalisée avec un pic de vitesse plus élevé que la phase de descente (ouverture)
 - Durée de la phase de descente plus longue que celle de la phase de remontée
 - Phase de fermeture moins ample que la phase d'ouverture (distance calculée entre min et max d'ouverture pour une phase)
 - Degré de tension articulaire (raideur) plus faible pendant la phase d'ouverture que pendant la phase de fermeture (pente de corrélation entre distance and vitesse du déplacement de la mandibule)
- Si confirmées pourraient expliquer :
 - Attraction des consonnes en position initiale de syllabe (phase d'ouverture) : CV >>> VC
 - Complexité dans l'attaque plutôt que dans la coda : attraction des clusters ou consonnes à articulation complexe (ex. prénasalisation, labialisation, plosives doubles, affriquées etc.) à l'initiale de syllabe
 - Assimilations plus importantes entre C et V dans VC que dans C¹⁷V

Co-occurrences entre attaque et coda

- Sont nettement défavorisées les syllabes C_1VC_2 lorsque C_1 et C_2 sont homorganiques (< 5 %), même pour les coronales ex. **/pap/ ou /tat/ vs. /pat/ ou /tap/**
- Un **mode** articulaire identique pour l'attaque et la coda est possible, sans restriction, excepté pour les vibrantes (< 1 %) ou les affriquées (0 %) (très peu fréquentes en coda)
- Prédominance des séquences tautosyllabiques **Coronale-V-Vélaire** et **Vélaire-V-Coronale** (12 langues), un des deux patrons domine dans les autres langues (3 Co-V-Ve, 1 Ve-V-Co), sauf en !Xóõ
- Seules les séquences intrasyllabiques **Labiale-V-Coronale** sont favorisées, pas les structures inverses Coronale-V-Labiale (différences significatives dans 12 langues)



Une combinaison sonore favorisée dans les langues

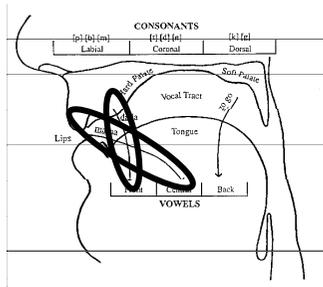
'The LC sequence effect' MacNeilage & Davis (2000)

- Effet Labial-Coronal = tendance forte dans l'organisation syllabique des lexiques des langues à préférer pour une structure dissyllabique CV.CV la succession

Labiale–V–Coronale–V plutôt que **Coronale–V–Labiale–V**

- Mis en évidence à partir d'études statistiques sur un corpus contenant les lexiques d'une dizaine de langues : ratio $LaV.CoV / CoV.LaV = 2.23$
- Absent du babillage, il apparaît avec les premiers mots des enfants (MacNeilage et al., 1999)
- Effet de 'fronting' (Ingram, 1974) observé même lorsque le mot de la langue adulte est de séquence inverse : *pot* pour *top*
Macken (1978)

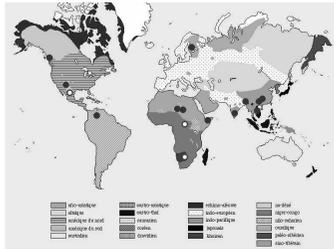




Hypothèse développementale de l'effet LC

MacNeilage & Davis (2000)

- L'effet LC est replacé dans le cadre de la théorie Frame-Content (MacNeilage, 1998)
- Préférence pour des mouvements simples produits avec la seule oscillation mandibulaire : les "pure frames", dominants au stade du babillage
- L'effet LC serait la conséquence de cette propriété du "plus simple d'abord" :
 - Consonne Labiale + Voyelle \Leftrightarrow mouvement cyclique de la mandibule
 - Consonne Coronale + Voyelle \Leftrightarrow mandibule + mouvement additionnel de la pointe de la langue à l'avant de la cavité buccale



Effet labial-coronal dans ULSID

- Présent dans 13 langues
- Phénomène intra- et inter-syllabique : présent dans les structures syllabiques CVC et les séquences CV.CV étendues au delà du cadre lexical dissyllabique
- Valeur moyenne des ratios LaVCo/CoVLa pour les structures lexicales dissyllabiques CV.CV :
 - **2.77** (bilabiales seules considérées)
 - **2.79** (bilabiales plus labiodentales)
- Valeurs moyennes du ratio en fonction de la structure et de la position dans le mot

Position	Début de mot		Dans l'ensemble du mot	
Séquence	CVC	CV.CV	CVC	CV.CV
LC/CL (a)	1.531	2.406	1.678	1.751
LC/CL (b)	1.730	2.281	1.893	1.684

(a) L ne prend en compte que les consonnes bilabiales

21

(b) comptabilise sous L l'ensemble des labiales (bilabiales + labiodentales)

Les valeurs du ratio $LaVCo/CoVLa$ calculé pour les positions intra- ou inter-syllabiques ne sont pas explicables à partir d'informations strictement d'ordre phonémique

Pourquoi préférer le pâté aux tapas ?



Tester la stabilité de l'effet LC

Sato, Vallée, Schwartz, Rousset (à paraître, JSLHR)

- Deux expériences (A) et (B) ont consisté à tester la stabilité perceptive de séquences LaVCoV et CoVLaV dans une tâche de TV chez des sujets adultes
- L'idée :
 - Soumettre les sujets à des stimuli auditifs répétés en boucle et présentant une structure dissyllabique réversible CV.CV, chacune comportant une consonne labiale et une consonne coronale
 - Demander au sujet de signaler tout changement auditif perçu même s'il s'agit d'une transformation déjà entendue auparavant

Paradigme des transformations verbales

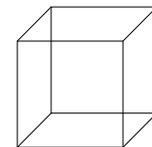
Warren & Gregory (1958), Warren (1961)

- L'effet de Transformation Verbale correspond à la perception multistable d'un stimulus auditif langagier présenté de manière répétitive et continue

Ex : life life life ... fly

- Ces Transformations Verbales sont généralement considérées comme le reflet de processus liés à l'organisation perceptive (perception active) ***Ex. Cube de Necker*** et donc à l'interprétation de la parole

Le relief du cube s'inverse spontanément en profondeur : deux vues sont interprétées par le cerveau. Il est impossible à un sujet d'empêcher l'inversion de percept de se produire



Tester la stabilité de l'effet LC

- Deux expériences (A) et (B) ont consisté à tester la stabilité perceptive de séquences LaVCoV et CoVLaV dans une tâche de TV chez des sujets adultes
- L'idée :
 - Soumettre les sujets à des stimuli auditifs répétés en boucle et présentant une structure dissyllabique réversible CV.CV, chacune comportant une consonne labiale et une consonne coronale
 - Demander au sujet de signaler tout changement auditif perçu même s'il s'agit d'une transformation déjà entendue auparavant

Expériences Labial-Coronal

Stimuli auditifs

- Plusieurs séquences CV enregistrées individuellement :
 - Prononcées à un débit naturel de conversation par un phonéticien confirmé de LM française
 - Avec la consigne de maintenir la même intonation et la même intensité
- Douze séquences sélectionnées :
 - /pa/ /ta/ /pi/ /ti/ /po/ /to/ (Expérience A)
 - /ba/ /da/ /bi/ /di/ /bo/ /do/ (Expérience B)
 - Critères de similitudes acoustiques (*Praat*) : durée des segments intensité, F_0 , F_1 - F_3
- Six paires de dissyllabes construites :
 - /pV.tV/ et /tV.pV/ (Expérience A) moy. 520 ms (rg: 503-531 ms)
 - /bV.dV/ et /dV.bV/ (Expérience B) moy. 455 ms (rg: 452-457 ms)
 - V = /a/, /i/, /o/ (Expériences A & B)
- 300 répétitions en boucle  

Expériences Labial-Coronal

Analyse des données

Expériences A & B :

- 2 X 24 locuteurs natifs du français (□ et ♂)
- Pour chaque sujet et chaque stimulus :
 - Enregistrement et transcription API des transformations
 - Extraction des formes phonétiques avec leur nombre de transformations et leur durée
- Durée de stabilité perceptive de chaque forme calculée comme la somme des temps passés par chaque sujet à percevoir la forme en question avant de switcher sur une autre forme
- Deux conditions testées :
 - Entre chaque paire de stimuli : Condition **Voyelle**
 - dépendant du type de voyelle /i/, /a/ ou /o/
 - Entre chaque forme disyllabique possible : Condition **Séquence de consonnes**
 - dépendant de l'ordre des consonnes /pV.tV/ vs. /tV.pV/

Expériences Labial-Coronal

Résultats

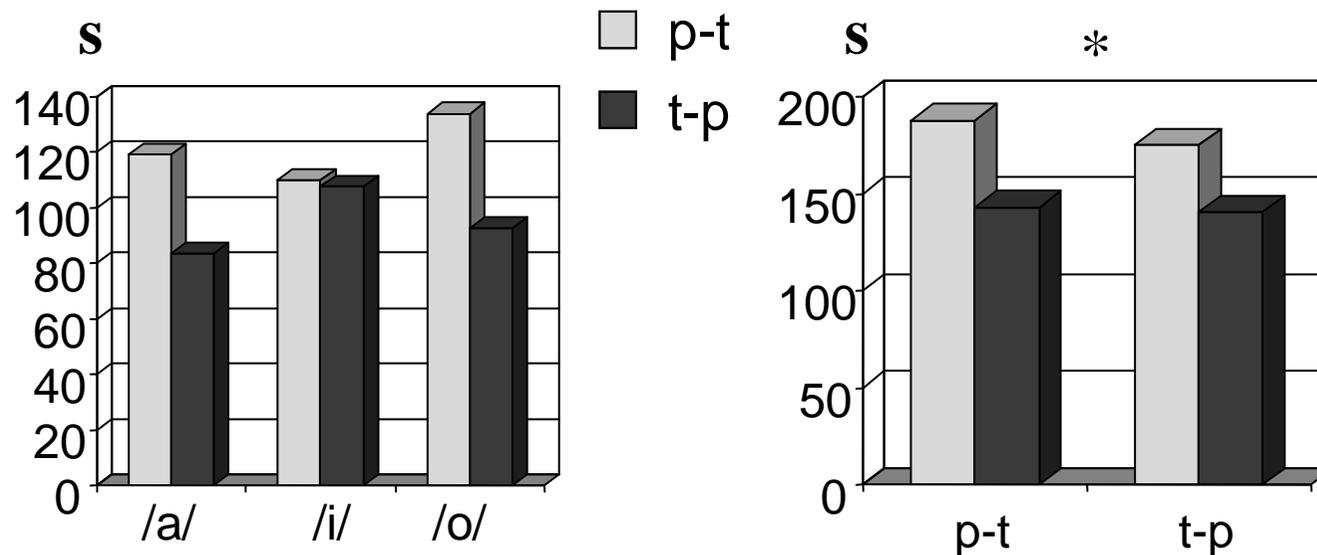
Principale organisation des transformations perceptives :

- En moyenne 70 % des transformations sont l'une ou l'autre des formes de la paire constituée par le stimuli et sa forme inversée (cube de Necker)
- Les autres formes (30 %) :
 - Transformations lexicales :
ex. 'pitié' pour /piti/
'Bordeaux' pour /bodo/
 - Transformation auditives :
ex. [⊙◆⊙] pour /□⊙◆⊙/
[□)(⊖⌘)(] pour /□)(⊖)(/
☯✂□⊖⌘□] pour /∂□⊖□/

Effet Labial-Coronal

Résultats Expérience A

Quel que soit le stimulus, les durées de stabilité des formes /pV.tV/ sont significativement plus grandes que celles des formes /tV.pV/ : en moyenne 1.40 fois plus longues



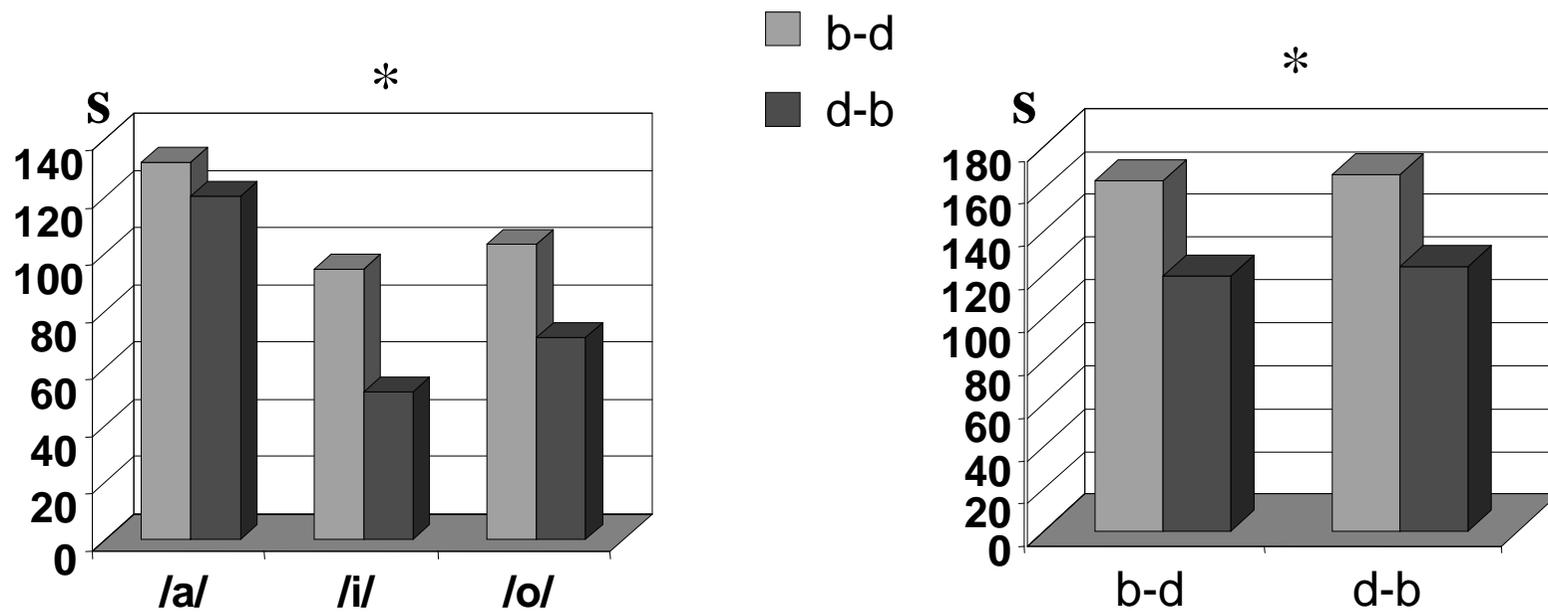
Durées de stabilité des transformations Labial-Coronal et Coronal-Labial en fonction des 2 conditions : Voyelle (gauche) et Séquence de consonne (droite)

Pas d'effet voyelle, pas d'interaction entre les 2 conditions

Effet Labial-Coronal

Résultats Expérience B

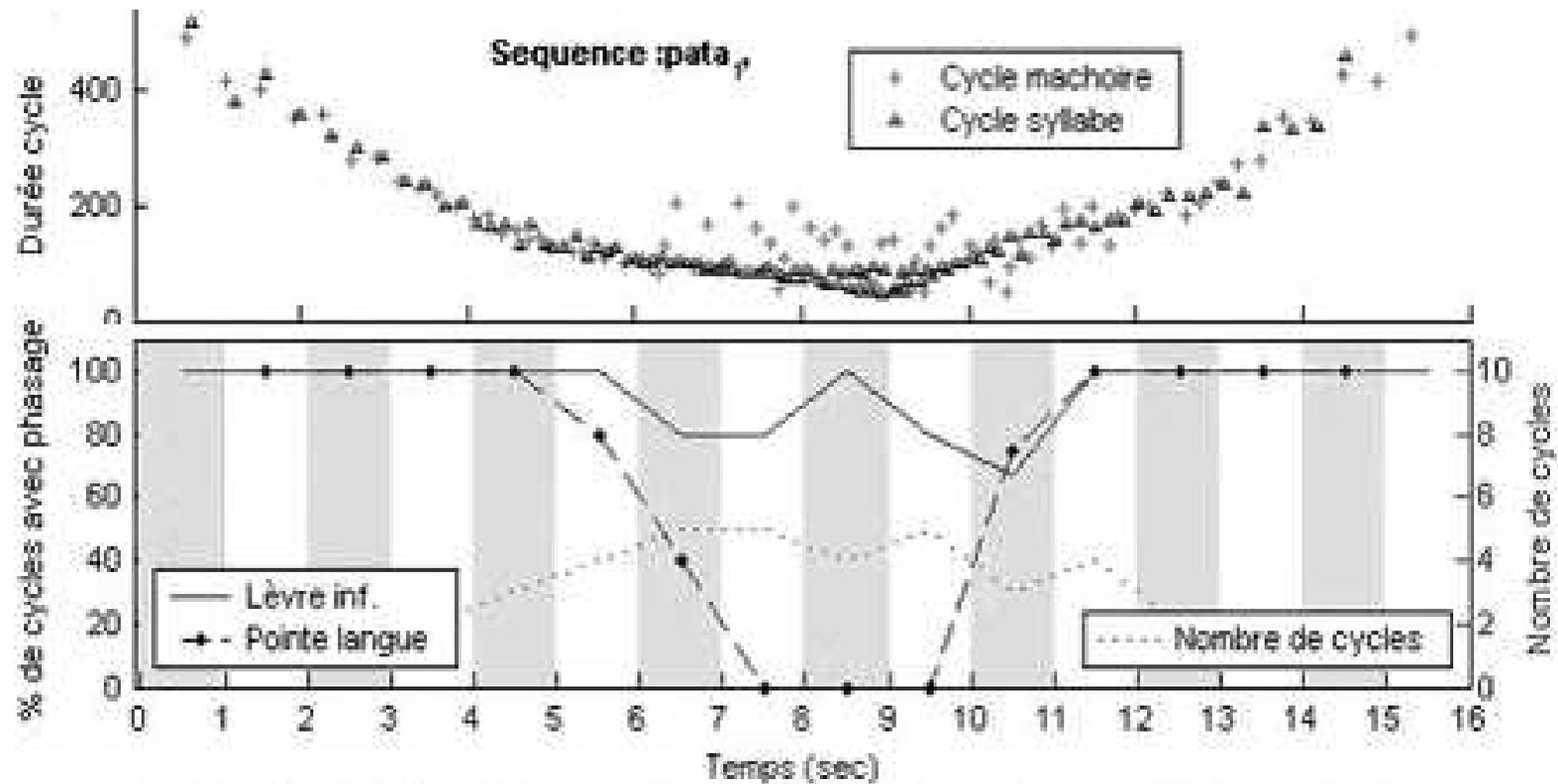
Les durées de stabilité des formes /bV.dV/ sont significativement plus grandes que celles des formes /dV.bV/ : 1.36 fois plus grandes en moyenne



Durées de stabilité des transformations Labial-Coronal et Coronal-Labial en fonction des 2 conditions : Voyelle (gauche) et Séquence de consonnes (droite)

Séquences Labial_Coronal : gestes économiques

Rochet-Capellan (2004) Rochet-Capellan & Schwartz (2005)



⇒ LC plus économique :

- en débit rapide les séquences bisyllabiques Labiale_Coronale sont en phase avec un seul geste d'abaissement mandibulaire (anticipation)
- La labiale est réalisée dès le lancement du geste d'abaissement (launching) et la coronale est produite dans la phase d'abaissement



Effet Labial-Coronal

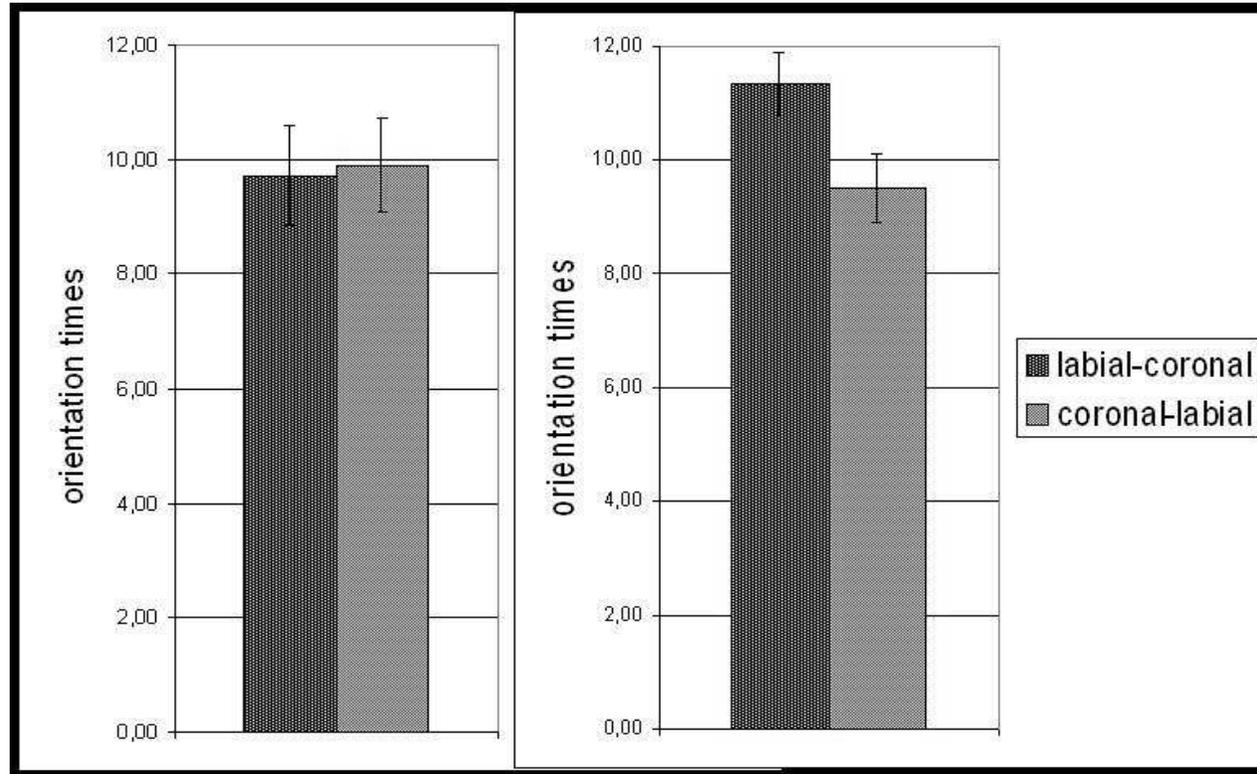
Conclusion

Le pâté préféré aux tapas :

- Une proposition d'explication de l'effet LC :
 - Séquences LaVCo produites avec une plus grande cohésion articulatoire que les séquences CoVLa
 - Récupérable en perception en ligne
- Une reformulation de l'hypothèse développementale :
 - LC plus facile à produire pour l'enfant
 - LC plus facile à segmenter**CLCL***q***L***q***LCLCLC**.....
 - Hypothèse récemment testée par *Nazzi, et al.* chez le bébé dans le cadre des *processus d'extraction précoce de l'information syllabique dans le flux sonore : préférence LC présente dès l'âge de 10 mois chez des bébés français.*

Résultats expérience LC chez les bébés

Nazzi et al. (2007)



6-month-olds (left panel): no preference ($p = .75$)

10-month-olds (right panel): labial-coronal bias ($p = .004$)

moreover: Age x Stimulus type interaction ($p = .02$)

Emergence of a preference for labial-coronal words in French-learning infants between 6 and 10 months of age

Quand les langues préfèrent les consonnes
prénasalisées / m^{h} ɲ ŋ ɳ ɰ / ou l'apnée aux
pneus :



Le principe de
sonorité revisité
pour les
consonnes
nasales



Solange Rossato (2003), Solange Rossato, Nathalie Vallée (Labphon X, 2006)

ANR « Dynamique de la nasalité »

Prédiction des séquences plosive + nasale vs. plosive + liquide avec le principe de sonorité

- Nasales et liquides : consonnes acoustiquement proches mais articulatoirement très différentes
- Les premières sont plus rarement trouvées dans les lexiques au contact immédiat de consonnes plosives comme /p/ alors que les secondes sont assez courantes dans cette position : PNEU est bien plus rare que PLEUT
- PNEU comme PLEUT respecte le principe de sonorité
- Cette différence est observée devant voyelle comme après voyelle

SSP et séquences plosive + nasale, plosive + liquide favorisées

Sonority Sequencing Principle (SSP) :

Intrasyllabic	Onset		Coda	
Nasals	PNV	NPV	VPN	VNP
Liquids	PLV	LPV	VPL	VLP

Séquences intrasyllabiques favorisées (occurrences ULSID 17 langues)

Intrasyllabic	Onset		Coda	
Nasals	17	414	13	334
Liquids	3988		417	494

→ Attaque : PLV > LPV mais PNV défavorisée

→ Coda : VNP, VLP > VPN, VPL

Ratios entre séquences observées et théoriques

Séquences intrasyllabiques

Ratios	Onset		Coda	
Nasals	0.02	0.39	0.03	0.87
Liquids	4.89		1.43*	1.70

*French only

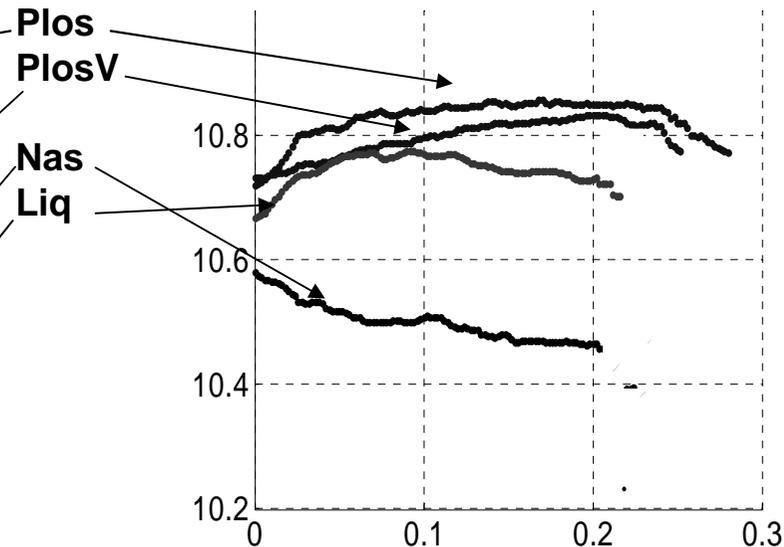
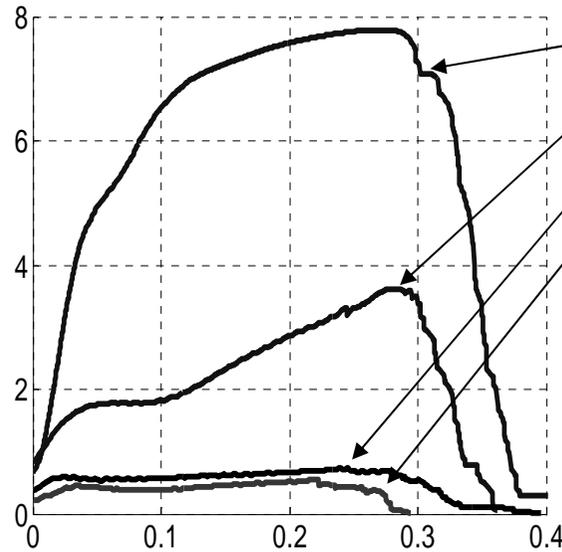
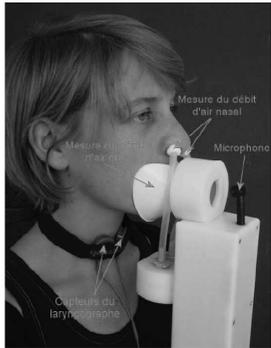
Séquences non tautosyllabiques

Combination	C*C*V		V*C*C	
Nasals	0.20	1.76	0.19	1.94
Liquids	1.55	1.15	0.68	1.37

- Séquences (V)NP(V) favorisées
- Idem PLV, LPV, VLP
- (V)PN(V) et VPL défavorisées

Préférence Nasale + Plosive : une contrainte aérodynamique

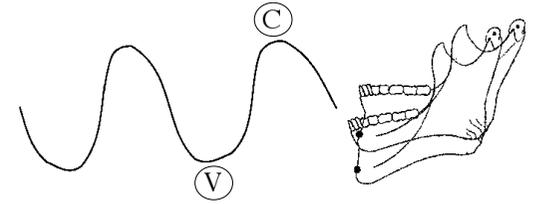
Typical intraoral pressure curve (hPa) Typical velum height curve (cm)



Transitions C*C		C*C*V		V*C*C	
Nasals	Velum	↘	↗	↘	↗
	Initial IO Press	High	Low	High	Low
Liquids	Velum	→	→	→	→
	Initial IO Press	High	Low	High	Low



Conclusion



- Ensemble de résultats convergents : certaines tendances dans l'organisation syllabique des lexiques des langues relèvent de processus de production et de perception de la parole
- Principaux objectifs :
 - Relever les types de structure, les types de langue
 - Repérer les grandes tendances, les universaux
 - Comprendre comment les syllabes émergent comme unités d'organisation des phonèmes dans les séquences sonores et comment elles s'organisent entre elles pour former les patrons lexicaux
 - Identifier les patrons phonétiques et phonologiques qui forment la base de la perception de la syllabe comme unité de traitement du langage