



Sonorité comme facteur décisif de la phonotaxe :

nouveaux calculs OLAM (aussi) pour le français

Phonologie du Français Contemporain

Paris

Le 6 décembre, 2013

Hans Basbøll & Claus Lambertsen

Center for Child Language, Institute for Language and Communication,
University of Southern Denmark (at Odense)





Structure de l'exposé

1. Sonorité comme facteur typologique (danois et sué/nor)
2. Le Modèle de la Sonorité de la Syllabe (en général et pour le français)
3. Développement en sonorité des premiers mots (danois)
4. Séquences de vocoïdes: Scandinave et français
 - 4.1. Énoncés (sans #): Danois et suéd/norv simulé
 - 4.2. Mots (dans énoncés): Danois et suéd/norv simulé
 - 4.3. Le lexique (mots): Danois et français



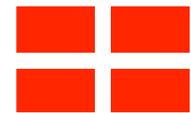
Danois ctr. Suédois (/Norvégien)

L'effet combiné de la lénition des obstruents en position finale de la syllabe phonologique, et de l'assimilation de schwa, sont des séquences de vocoïdes en danois, correspondant à des séquences CV\$CV en suédois (/norvégien)



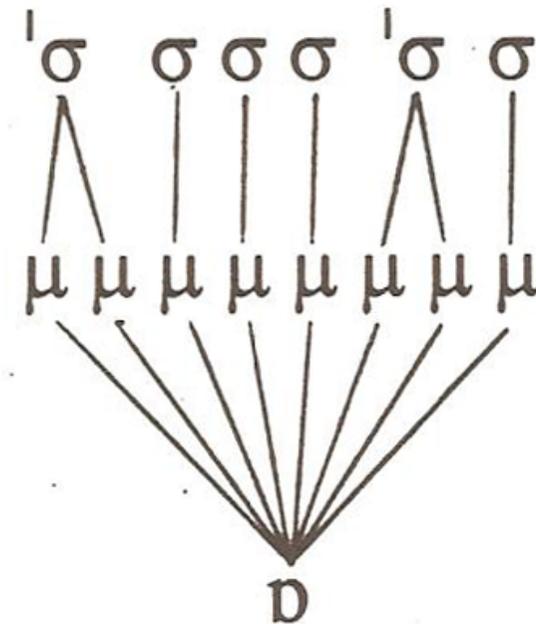
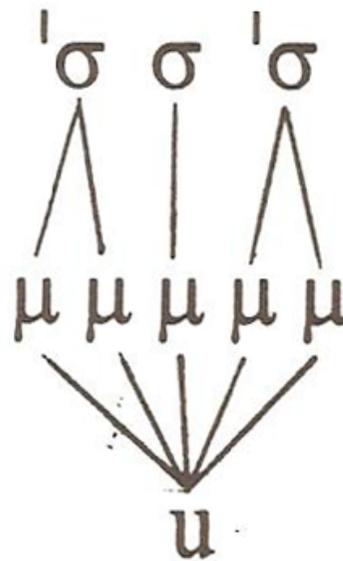
Gata
Koka
[gɑ:ta,
ku:ka]

Gade
Koge
[gæ(:)ð:,
kɔ(:)w:]





Koge o(ver), (L)uge u(denfor), (H)årdere at åre(lade);
Rischel 2003: "The Danish syllable as a National Heritage"





Structure phonétique en Danois||Suédois

Features causing indistinct sound structure

	Danish	Swedish
coda lenition	yes	no
light stressed syllables	yes	no
schwa elision	yes	no
/r/ elision	yes	no
semi-vowel elision	yes	no
length vacillation	yes	no
word accents	no	yes
final lengthening	no	yes
compulsory sentence accent	no	yes
signal for utterance function	weak and global	strong and local

Strong prosodic cues making sound structure more distinct

De Nina Grønnum (voir www.cphling.dk, cf. Grønnum 2003, 2005)



Formes "faibles" du prét. en scand. (Bleses, Basbøll & Vach 2011)

	Spoken forms	No of syllables in suffix (0,1,2)	No of vowels in suffix (0,1,2)	No of sonority rises from the stem-final C (0,1,2)	Word accent cue for suffix (non-stød/toneme 2) (0,1)	
DANISH						
	<i>-ede</i>	[lɔ:ɰ:ð:]	2	0	0	(1)
		[lɔ:ɰ:ð]	1	0	0	(1)
NORWEGIAN						
	<i>-et</i>	[lɔ:vət]	1	1	1	1
	<i>-a</i>	[lɔ:va]	1	1	1	1
SWEDISH						
	<i>-ade</i>	[lɔ:vadə]	2	2	2	1
	<i>-a</i>	[lɔ:va]	1	1	1	1
ICELANDIC						
	<i>-aði</i>	[lɔ:vaði]	2	2	2	0
	<i>-aðir</i>	[lɔ:vaðir]	2	2	2	0
	<i>-uðum</i>	[lɔ:vYðYm]	2	2	2	0
	<i>-uðuð</i>	[lɔ:vYðYð]	2	2	2	0
	<i>-uðu³</i>	[lɔ:vYðY]	2	2	2	0



Structure de l'exposé

1. Sonorité comme facteur typologique (danois et sué/nor)
2. Le Modèle de la Sonorité de la Syllabe (en général et pour le français)
3. Développement en sonorité des premiers mots (danois)
4. Séquences de vocoïdes: Scandinave et français
 - 4.1. Énoncés (sans #): Danois et suéd/norv simulé
 - 4.2. Mots (dans énoncés): Danois et suéd/norv simulé
 - 4.3. Le lexique (mots): Danois et français



La vocoïde comme noyau prototypique

HB: [vocoid] =_{DEF} [sonorant, –stop, –lateral]

Les sonorantes sont définies acoustiquement (selon LADEFOGED (1971: 58): "a comparatively large amount of acoustic energy within a clearly defined formant structure", cf. p. 93: "greater acoustic energy in the formants"); elles sont, comme leur classe complémentaire, à savoir les obstruents, *phonétiquement homogènes*.

Toutes les sonorantes sont, *nécessairement*, voisées ; ceci s'ensuit de leur définition (LADEFOGED 1971: 58, 93), combiné avec le fait phonétique que les cordes vocales doivent vibrer pour créer l'énergie nécessaire dans les formantes (surtout F1).

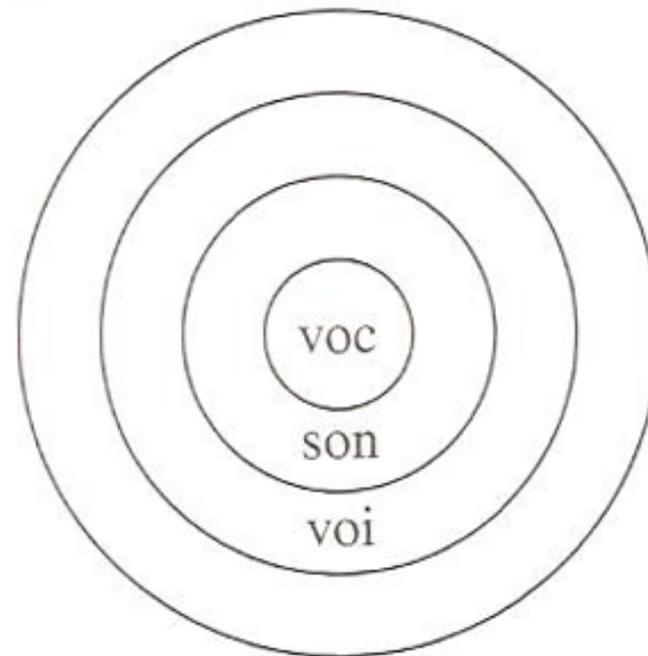
Alors: vocoïde *implique* sonorante *implique* voisée



Logique universelle de types de segments

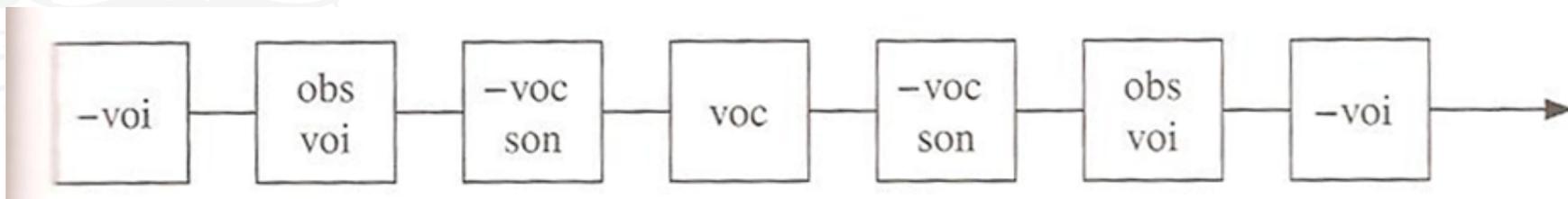
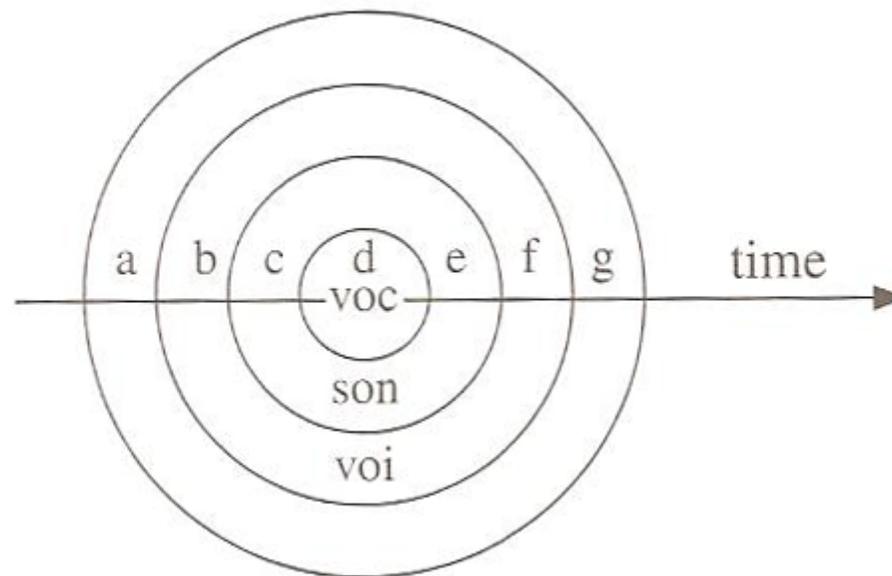
Issu de la phonétique générale

Les vocoïdes forment le point de départ (le noyau de la syllabe prototypique)





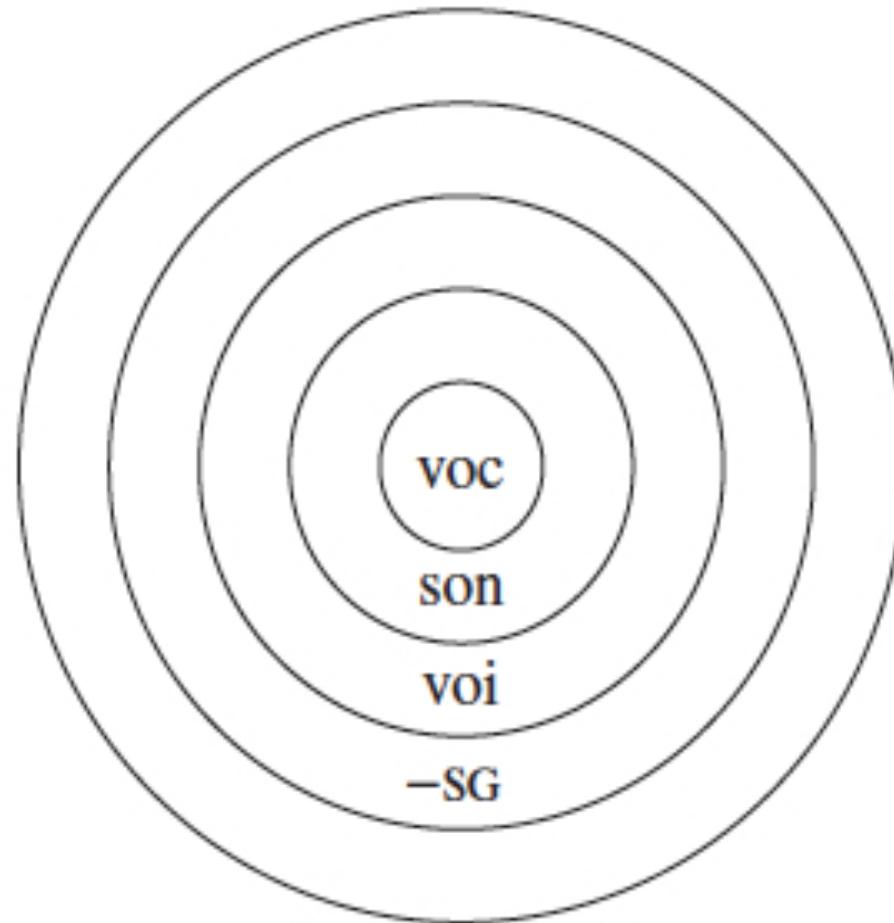
Introduction du temps: "order classes"





Logique de segments: modèle maximal

Le cercle dernier représente ce qui est en dehors des segments [-SG] (la classe complémentaire), à savoir les segments avec la glotte séparée. NB: La position de la glotte peut être vérifiée empiriquement!





Phonotaxe française et le SSM

www.lexique.org (ca. 143.000 mots)

-Les segments phonétiques dans nos systèmes de calcul danois ont été **définies** (pour les segments, par ex. Z dans *jeux*, qui n'ont pas de "correspondance avec un segment danois"); ou **redéfinies** (pour les segments ([p t k] par exemple) qui ont une manifestation différente (aspirée pour le danois, non-aspirée pour le français) selon leur valeur française

-Alors, le système OLAM calcule comme si "le français était en fait identique au danois" (cf. Basbøll & Lambertsen, à paraître)



Phonotaxe française et le SSM

www.lexique.org (ca. 143.000 mots)

-Les segments phonétiques français (= phonologiques dans un sens concret) sont distribués dans les classes de sonorité définies par mon modèle de la syllabe de sonorité (SSM).

-**[spr gl]**: voiceless fricatives (e.g. [s f]) ("**VIFr**")

-**[-spr gl, -voi]**: voiceless plosives ("**VIPI**")

-**[voi, -son]**: voiced obstruents ("**VdOb**")

-**[son, -voc]**: sonorant consonants (phonétiquement) ("**SoCo**")

-**[voc]**: glides & vowels (NB: différence en syllabacité, non pas en sonorité !) ("**Gli**" et "**Vow**")



Phonotaxe française et le SSM

Exemples de **violation** du modèle maximale:

Séquences initiales: [ts] dans *tsar*, [tS] dans *chatter*

Séquences finales: [st] dans *zest*, [sk] dans *musc*

Hypothèse: La plosive marginale (classifiée comme "VIPI" (non-voisée avec [-spr gl])) est, **phonétiquement**, [spr gl]. Ceci peut être testé, empiriquement, en observant la glotte.



Conclusion sur l' "image de miroir"

- 1) Le MSS prédit que les séquences définies en terme de types de sonorité (SonSeq) ont une structure *image de miroir* en positions initiale et finale. Ceci est en général vrai.
- 2) Mais il ne s'ensuit pas du MSS que les séquences de segments ayant la même sonorité ont une telle structure *image de miroir* . Au contraire, *ces séquences ont le même ordre* en positions initiale et finale, suivant des principes séparés (y inclus des principes morphologiques, cf. le préfixe Fr. *r(e)-*).
- 3) Le MSS prédit que les segments les plus marginaux ont *la glotte séparée*, par ex. *st-, ts-; -st, -ts* (cf. dévoisement final, par ex. Fr. *-fl (gifle)*). Ceci peut être vérifié en observant la glotte.

Basbøll & Lambertsen, à paraître.



Structure de l'exposé

1. **Sonorité comme facteur typologique (Danois et Sué/Nor)**
2. **Le Modèle de la Sonorité de la Syllabe (en général et pour le français)**
3. **Développement en sonorité des premiers mots (danois)**
4. **Séquences de vocoïdes: Scandinave et français**
 - 4.1. **Énoncés (sans #): Danois et suéd/norv simulé**
 - 4.2. **Mots (dans énoncés): Danois et suéd/norv simulé**
 - 4.3. **Le lexique (mots): Danois et français**



Du son aux mots (un projet danois)

Étude longitudinale (basé sur *Odense Twin Corpus*)

Parler spontané (*input vs. output*)

Deux paires de jumeaux (fille/fille + fille/garçon dizygotiques)

Age 0;10-2;5 ans

Enregistrés tous les mois

Transcrits en CHILDES

Codés en OLAM (notre propre système computationnel)





Basbøll et al. (2012)

Pour tout enfant :

- Les premiers dix mots enregistrés (A-words)
- Les derniers ("emergent") dix mots dans le corpus (9-30 mois) enregistrés (C-words)
- Dix mots ("emergent") exactement au milieu (B-words)
- A-words sont comparés avec le babillage

Pour tous les parents:

Les mots choisis (A-, B- et C-words des jumeaux) sont transcrits selon la distinction entre CDS et ADS

Ingrid's first words (A-words)

	Word	Target pronunciation	Actual Pronunciation	Translation	Age
1.	<i>mmm</i>	[ˈm:m:]	[ˈm:m:]	(tastes-good-sound)	0;10
2.	<i>nam</i>	[ˈnam]	[ˈam:]/[ˈnam]	(tastes-good-sound)	0;10
3.	<i>ja</i>	[ˈja]	[ˈja]	‘yes’	0;11
4.	<i>op</i>	[ˈʌp]	[ˈap]	‘up’	1;0
5.	<i>nej</i>	[ˈna:jʔ]	[ˈna:jʔ]	‘no’	1;2
6.	<i>det</i>	[ˈde]	[ˈde]	‘this/that’	1;2
7.	<i>der</i>	[ˈdæe]	[ˈdeɛh]	‘there’	1;2
8.	<i>mælk</i>	[ˈmɛlʔg]	[ˈmɛ:]	‘milk’	1;2
9.	<i>se</i>	[ˈse:ʔ]	[ˈse:e:]	‘look’	1;2
10.	<i>mam</i>	[ˈmam]	[ˈma]/[ˈma:m]	(child form for food)	1;3



Sara's first words (A-words)

	Word	Target pronunciation	Actual Pronunciation	Translation	Age
1.	<i>mmm</i>	['m:m:]	['m:m:]	(tastes-good-sound)	0;10
2.	<i>nej</i>	['nɑjʔ]	['ŋɑʔ]	'no'	1;0
3.	<i>muh</i>	['mu:]	['u:u:u]	'moo'	1;2
4.	<i>vov</i>	['vʌw]	['ʌw]	'woof/bow-wow'	1;2
5.	<i>mam</i>	['mam]	['ma]	(child form for food)	1;2
6.	<i>op</i>	['ʌp]	['ʌp]	'up'	1;2
7.	<i>ah</i>	['æ:]/['ɑ:]	['ah]/['ɑ:ɑ:]	(tastes-good-sound)	1;2
8.	<i>uhm</i>	['ɔm]	['ɔm:]	(tastes-good-sound)	1;3
9.	<i>nam</i>	['nam]	['nam]	(tastes-good-sound)	1;3
10.	<i>mælk</i>	['mɛlʔg]	['m:ɛ]	'milk'	1;3



Premiers mots et sonorité

	A-words	B-words	C-words	A + B + C
Ingrid	0.65 (0.7) 1.9 (2.2)	1.1 (1.4) 3.0 (3.8)	1.3 (1.7) 3.7 (4.8)	1.02 (1.27) 2.87 (3.60)
Sara	0.4 (0.6) 1.7 (2.2)	1.1 (1.2) 2.8 (3.4)	1.8 (1.85) 4.5 (5.2)	1.10 (1.22) 3.00 (3.60)
Ingrid + Sara	0.53 (0.65) 1.80 (2.20)	1.10 (1.30) 2.90 (3.60)	1.55 (1.78) 4.10 (5.00)	1.06 (1.25) 2.94 (3.60)
Ingrid – Sara	0.15 (0.10) 0.20 (0.00)	0.00 (0.20) 0.20 (0.40)	–0.50 (–0.15) –0.80 (–0.40)	–0.08 (0.02) –0.13 (0.00)
<i>Numbers (per word) above in each cell: sonority rises;</i>	<i>Numbers (per word) below in each cell: son-types</i>		<i>Numbers without parentheses: child lg. output</i>	<i>Numbers in parentheses: child lg. input (standard)</i>



Premiers mots et sonorité

	A-words	B-words	C-words	A + B + C
Ingrid	2.4	3.7	3.9	3.33
Ingrid's mother	2.3	4.2	4.4	3.63
Sara	2.2	3.3	5.1	3.53
Sara's mother	2.5	4.0	6.0	4.17



Nombre de segments (première prononciation)



Premiers mots et sonorité

	A-words	B-words	C-words	A + B + C
Ingrid	1.3	1.6	1.7	1.53
Ingrid's mother	1.0	1.5	2.0	1.50
Sara	1.3	1.5	2.1	1.63
Sara's mother	1.2	1.6	2.2	1.67



Nombre de syllabes (première prononciation)



Premiers mots et sonorité

	A-words	B-words	C-words	A + B + C
Ingrid	1.9	2.9	3.6	2.80
Ingrid's mother	1.9	3.6	4.1	3.20
Sara	1.8	2.7	4.7	3.07
Sara's mother	2.0	3.1	5.1	3.40



Types de sonorité (première prononciation)



Premiers mots et sonorité

	A-words	B-words	C-words	A + B + C
Ingrid	0.6	1.2	1.2	1.0
Ingrid's mother	0.6	1.7	1.6	1.3
Sara	0.3	1.2	1.9	1.13
Sara's mother	0.5	1.2	2.2	1.3

Augmentation de sonorité (première prononciation)



Premiers mots et sonorité

Quand on sait que le danois est une langue avec un profil de sonorité moins diversifié que (par ex.) celui du suédois – le danois ayant des *longues séquences de vocoïdes* – on peut se poser les questions suivantes:

Est-ce que les enfants danois choisissent les premiers mots avec un profil de sonorité évident ("salient") ? Ceci semblerait plus facile d'un point de vue perceptuel.

Ou bien: Est-ce que les enfants danois choisissent les premiers mots avec un profil de sonorité peu évident (avec peu de changements de sonorité) ? Ceci semblerait plus facile d'un point de vue de la production.

Pour répondre à ces questions, il faut encore de la recherche !



Structure de l'exposé

1. **Sonorité comme facteur typologique (danois et sué/nor)**
2. **Le Modèle de la Sonorité de la Syllabe (en général et pour le français)**
3. **Développement en sonorité des premiers mots (danois)**
4. **Séquences de vocoïdes: Scandinave et français**
 - 4.1. **Énoncés (sans #): Danois et suéd/norv simulé**
 - 4.2. **Mots (dans énoncés): Danois et suéd/norv simulé**
 - 4.3. **Le lexique (mots): Danois et français**



Séquences de vocoïdes: pourquoi?

1. *Méthodologique* :

C'est important qu'on ne distingue pas entre *voyelles* et *semivoyelles* pour les questions de sonorité et structure syllabique, autrement il y a le *danger de circularité* puisque la différence entre elles consiste en la syllababilité. Alors il faut les *vocoïdes* (terminologie de Pike 1943).

2. *Substance* :

Exactement les séquences de vocoïdes sont les séquences de segments où la sonorité n'offre aucune aide pour la segmentation et la structuration en syllabes, alors ces séquences présentent un problème perceptuel potentiel.



Statistique des corpora oraux

Danois :

OLAM, ca. 47,000 énoncés ; ca. 216,000 mots codés

Langage enfantin, input (aux enfants à partir de 9 mois), cf. la notion "Child Directed Speech"

Suédois/norvégien simulé :

la base danoise comme point de départ ; alors nous avons "renversé" les processus (historiques) qui ont rendu le danois une "langue vocoïdale" : la lénition de certaines plosives en position finale de la syllabe phonologique (résultat de ces processus pour le danois : des semi-voyelles et approximantes non-latérales au lieu de plosives)



Statistique : énoncés (sans #)

Nous avons enregistré *les séquences de vocoïdes* dans ces deux corpora (input pour les enfants : danois et suédois/norvégien simulé).

Ceci donne une impression des séquences vocoïdales que les petits enfants rencontrent.

Notez qu'ils (les petits enfants) ne savent pas, dès l'abord, où sont les frontières de mots (les #). C'est quelque chose qu'ils doivent apprendre pendant l'acquisition.



Danois, énoncés (sans #), input

	V	V %	V % cumulatif
1 V	163,682	46.9	46.9
2 V	100,320	28.7	75.6
3 V	53,118	15.2	90.8
4 V	20,924	5.99	96.8
5 V	7,270	2.08	98.9
6 V	5,088	1.46	100.4





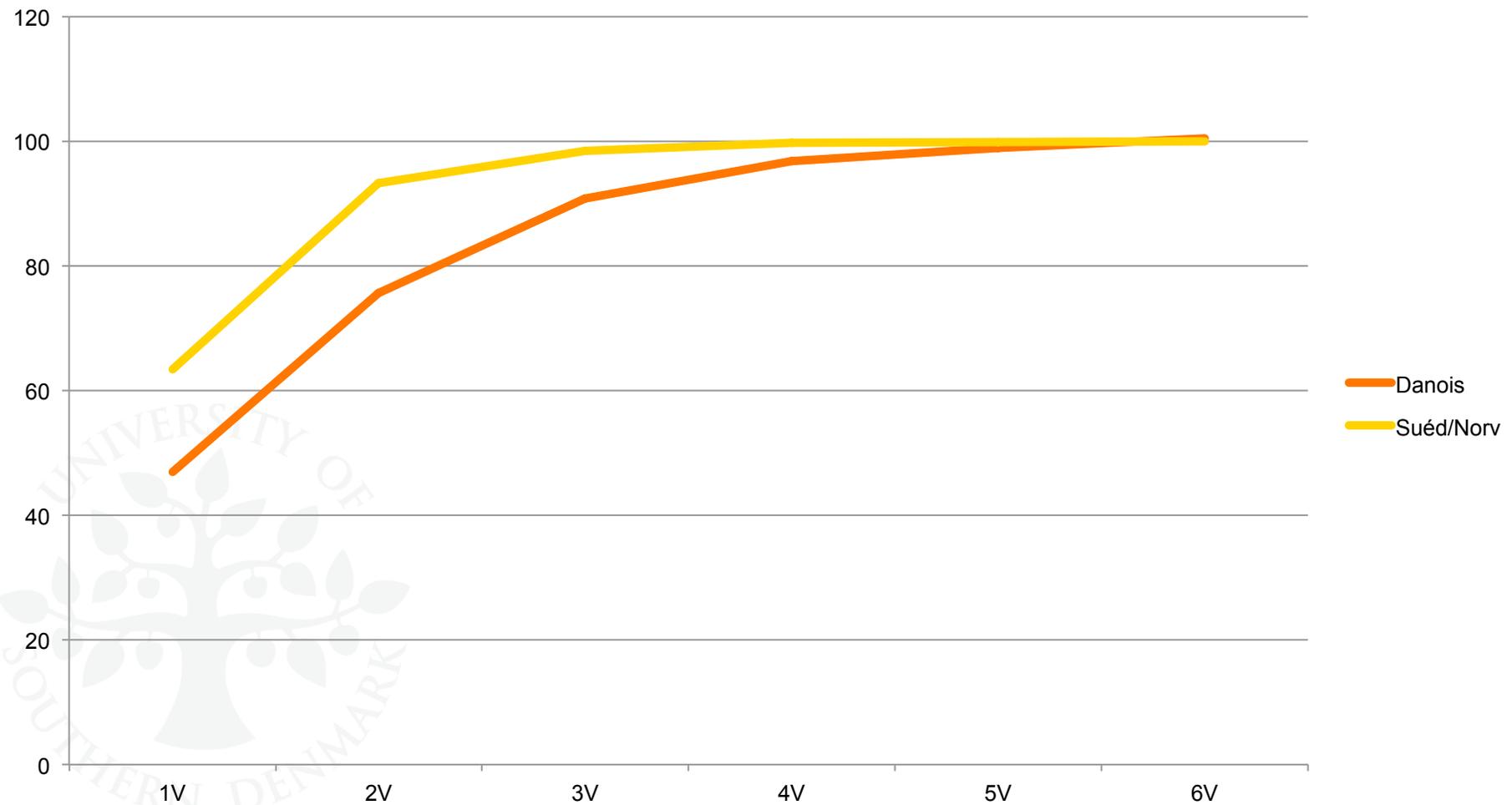
Suéd/Norv *simulé*, énoncés, input

	V	V %	V % cumulatif
1 V	198,122	63.4	63.4
2 V	93,366	29.4	93.3
3 V	16,146	5.16	98.5
4 V	3,884	1.24	99.7
5 V	565	0.18	99.9
6 V	258	0.103	100.0





Danois et Suéd/Norv *sim*: énoncés





Statistique des corpora oraux : mots

Part de l'acquisition du langage est d'apprendre les mots.

Phonologiquement, la segmentation en mots consécutifs est pertinente.

Les séquences vocoïdales présentent un problème pour cela.

Aussi la segmentation en morphèmes, en particulier les suffixes dans les langues ayant beaucoup de terminaisons flexionnelles, est difficile, surtout si la frontière de morphème se trouve dans une séquence vocoïdale :



Bleses, Basbøll & Vach 2011 (LCP)

[sur le concept de "sonorité" et son histoire, v. Sievers 1876, Jespersen 1897-99, Laver 1994, Blevins 1995, et beaucoup d'autres]

	<i>No. of boundaries</i>	<i>No. of boundaries within vocalic sequences</i>	<i>Percentage of boundaries within vocalic sequences (%)</i>
Danish distinct	33.381	9.623	28.8
Danish reduced	20.087	6.406	31.9
Simulated Swedish/Norwegian	33.381	2.687	8.0

Note: Material: 47.757 Danish utterances containing 216.829 coded words.



Danois, mots (dans énoncés), input

	V	V %	V % cumulatif
1 V	202,697	58.1	58.1
2 V	117,630	33.7	91.8
3 V	24,570	7.04	98.8
4 V	3,212	0.92	99.7
5 V	1,005	0.29	100.0
6 V	54	0.015	100.0





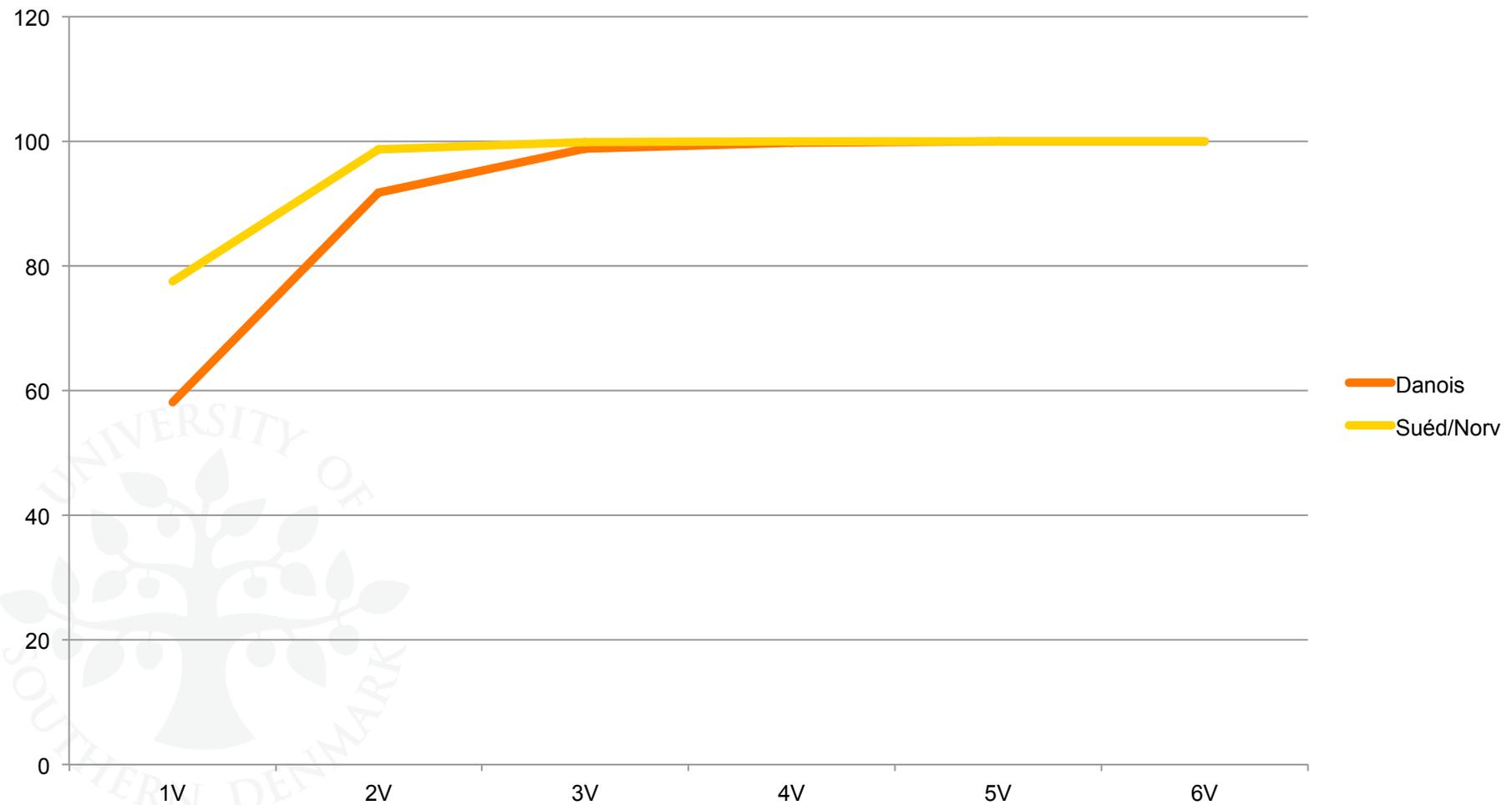
Suéd/Norv *sim*, mots (dans énoncés)

	V	V %	V % cumulatif
1 V	242,336	77.5	77.5
2 V	66,190	21.2	98.7
3 V	3,789	1.21	99.9
4 V	448	0.14	100.0
5 V	0	0	100.0
6 V	0	0	100.0





Danois et Suéd/Norv : mots (texte)





Statistique lexicale : français et danois

Français :

lexique.org ; nous avons exclus des onomatopées etc. pour avoir un lexique parallèle au celui du danois (OLAM)

142,991 mots (formes de mot, word forms)

Danois :

OLAM ; base Molbæk Hansen 1990, très élargie avec beaucoup de facilités phonologiques et morphologiques.

L'enclitique |s| et les formes impératives sont exclus parce qu'ils ne constituent ni des mots ni des syllabes bien-formés

143,396 mots (formes de mot, word forms)



Danois, lexique (OLAM), mots

	V	V %	V % cumulatif
1 V	331,554	56.8	56.8
2 V	132,772	22.8	80.0
3 V	85,866	14.7	94.7
4 V	27,048	4.64	99.3
5 V	5,260	0.90	100.2
6 V	756	0.13	100.3





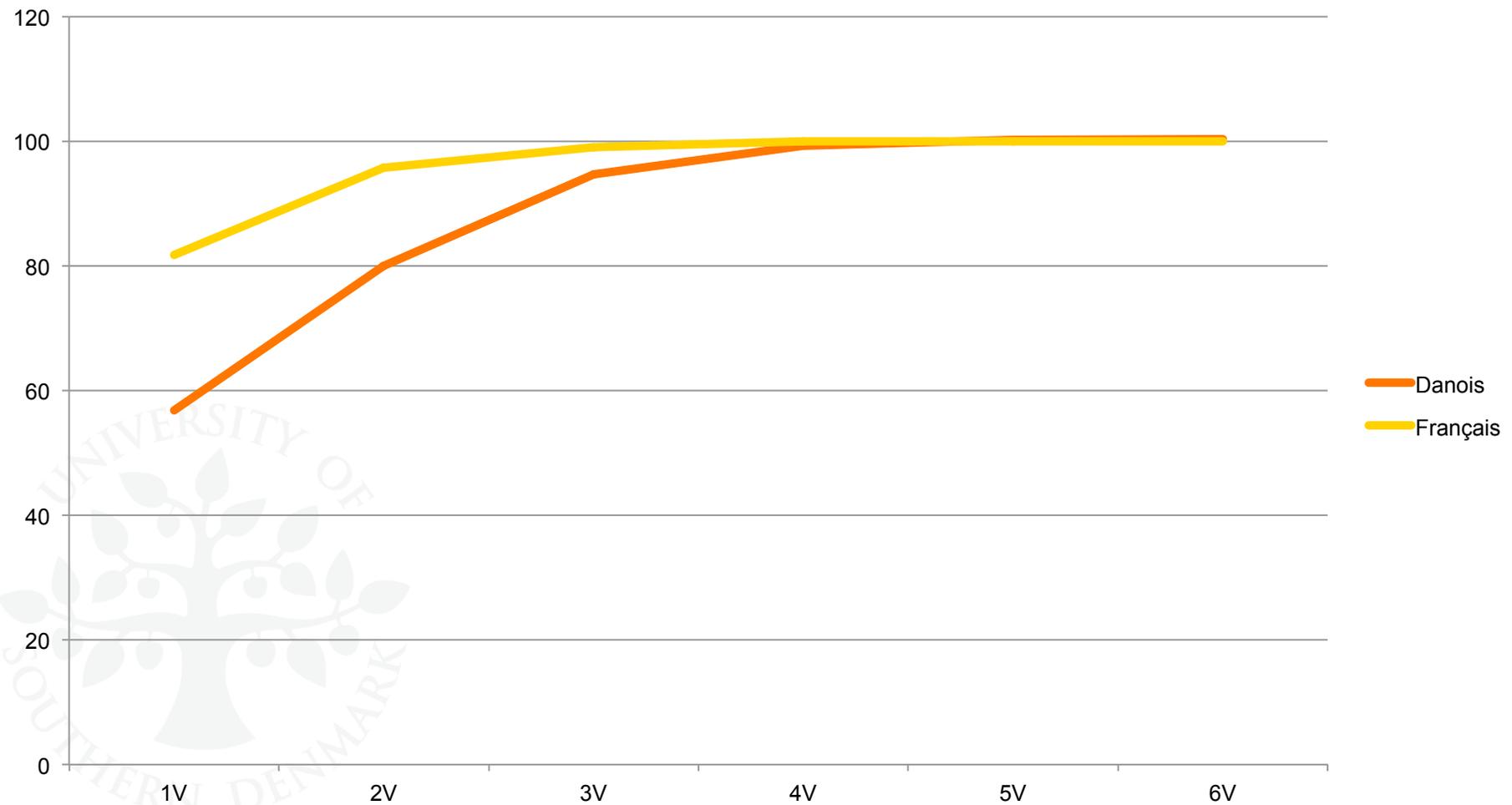
Français, lexique.org (vocab.), mots

	V	V %	V % cumulatif
1 V	349,884	81.7	81,7
2 V	59,984	14.0	95.7
3 V	14,034	3.28	99.0
4 V	4,452	1.04	100.0
5 V	115	0.027	100.0
6 V	0	0	100.0





Danois et français : lexique





Conclusions préliminaires

Alors, la différence cruciale entre le danois et le français lexicalement, concernant les vocoïdes, n'est

Ni le nombre de mots finissant par une vocoïde :

danois: 61.6 %, français 62.4 %

Ni le nombre de mots commençant par une vocoïde :

danois: 22.9 %, français 25.9 %

Ni le nombre de mots ne consistant que de vocoïdes :

danois: 1.74 ‰, français 1.59 ‰



Conclusions préliminaires

MAIS le fait

qu'en **français** il n'y a que **18.3 %** des vocoïdes qui font partie d'une vraie *séquence vocoïdale* – avec 2+ membres. Les 81.7 % sont alors entourées par des non-vocoïdes (contoïdes ou – beaucoup plus rarement – frontières de mots),

tandis qu'en **danois** il y a **43.2 %** des vocoïdes qui font partie d'une vraie *séquence vocoïdale* – avec 2+ membres, à savoir les séquences problématiques pour la perception, *c'est une différence lexicale frappante !*



Enfin :

Le MSS prédit cinq types de sonorité (vocoïdes, contoïdes sonores, obstruantes voisées, obstruantes non-voisées sans glotte séparée, obstruantes avec glotte séparée).

La différence entre fricatives et plosives, et entre voyelles et semi-voyelles, n'y sont pas représentées (en MSS).

Séquences de vocoïdes sont importantes puisqu'elles n'offrent aucune aide pour saisir la structure en syllabes etc.

La distribution des vocoïdes en vraies séquences, ou seules, semble avoir une signification typologique.



Thank you!

Merci!

Ta(c)k(k)! (*Tackk!)

Grazie!

Danke!





Références (i)

- Basbøll, H. (1994). How to derive the sonority syllable from the prototypical peak. *Acta Linguistica Hafniensia*. 27. 51-65.
- Basbøll, H. (1999). Syllables in Danish. In H. v. D. Hult & N. Ritter (eds.). *The Syllable: Views and Facts*. Berlin: Mouton de Gruyter. 69-92.
- Basbøll, H. (2001). What can be derived from just three binary features: Occam's razor and major classes for phonotactics. In N. Grønnum & J. Rischel (eds.). *To Honour Eli Fischer-Jørgensen = Travaux du Cercle linguistique de Copenhague XXXI*. 74-99.
- Basbøll, H. (2005). *The Phonology of Danish* (Series Phonology of the World's Languages). Oxford: Oxford University Press.
- Basbøll, H. & C. Lambertsen. À paraître. La syllabe de sonorité rencontre le mot français : aspects de morphonotaxe. In J. Durand, G. Kristoffersen & B. Laks (eds.). *La phonologie du français : normes, périphéries, modélisation*. Presses Universitaires de Paris Ouest.
- Blevins, J. (1995). The Syllable in Phonological Theory. In J. A. Goldsmith (ed.). *Phonological Theory*. Blackwell. 206-244.



Références (ii)

Dressler, W.U. & K. Dziubalska-Kołaczyk (2006). "Proposing morphotactics".
Italian Journal of Linguistics 18.2. 249-266.

Frøkjær-Jensen, B., C. Ludvigsen & J. Rischel (1971). A glottographic study of some
Danish consonants. In L. L. Hammerich, R. Jakobson & E. Zwirner (eds.).
*Form and Substance: Phonetic and Linguistic Papers presented to Eli
Fischer-Jørgensen*. Copenhagen: Akademisk Forlag. 123-140.

Jespersen, O. (1897-99). *Fonetik*. Copenhagen: Det Schubotheske Forlag.

Ladefoged, P. (1971). *Preliminaries to Linguistic Phonetics*. Chicago: University of
Chicago Press.

Laver, J. J. (1994). *Principles of Phonetics*. Cambridge University Press.

Ohala, J. J. (1992). Alternatives to the Sonority Hierarchy for Explaining
Segmental Sequential Constraints. *Papers from the Parasession on the Syllable*.
Chicago Linguistic Society. 319-338.

Ohala, J. J. (2008). The Emergent Syllable. In B. L. Davis & K. Zajdo (eds.). *The
Syllable in Speech Production*. 179-186.



Références (iii)

- Ohala, J. J. & H. Kawasaki-Fukumori. 1997. Explaining Segmental Sequential Constraints. In S. Eliasson & E. H. Jahr (eds.). *Language and its Ecology: Essays in Memory of Einar Haugen*. Berlin: Mouton de Gruyter. 343-365.
- Pike, K. L. (1943). *Phonetics: A critical analysis of phonetic theory and a technic for the practical description of sounds*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Rischel, J. (2003). "The Danish syllable as a national heritage". In H. Galberg, D. Bleses, T.O. Madsen & P. Thomsen (eds.), *Take Danish for Instance, Linguistic Studies in Honour of Hans Basbøll*, University Press of Southern Denmark. 273-282.
- Sievers, E. (1876). *Gründzüge der Lautphysiologie zur Einführung in das Studium der Lautlehre der indogermanischen Sprachen*. Leipzig: Breitkopf & Härtel. [Since 1881 with the title *Gründzüge der Phonetik zur Einführung in das Studium der Lautlehre der indogermanischen Sprachen*]

www.lexique.org