

Organisation syllabique dans des suites de consonnes en berbère : quelles évidences phonétiques?

Rachid Ridouane & Cécile Fougeron

Laboratoire de Phonétique et Phonologie, 19 rue des Bernardins, 75005 Paris
rachid.ridouane@wanadoo.fr; cecile.fougeron@univ-paris3.fr

ABSTRACT

In this study, we examine consonants sequences in Tashlhiyt Berber in order to demonstrate that their syllabic organization can surface in their phonetic properties. Two types of three consonants sequences varying according to the degree of sonority of C1 are considered. Following syllabification principles of the language, these two types are considered to differ in their syllabic structure. Observation of the linguopalatal articulatory properties of the consonants and of the temporal coordination pattern between these consonants do show differences between the two types of sequences. These phonetic differences are interpreted as reflecting different syllabic structures, and results are confronted to the syllabification of the string proposed on phonological grounds.

1. INTRODUCTION

Il est largement admis que les segments de la chaîne parlée ne sont pas simplement juxtaposés les uns aux cotés des autres mais qu'ils sont structurellement organisés entre eux en unités plus larges. Dans ce travail nous nous intéresserons à une de ces unités : la syllabe. Une question est de déterminer s'il s'agit là d'un objet physique que l'on peut examiner et trouver les faits qui le réalisent ou s'il s'agit uniquement d'un construit théorique et abstrait utile pour les analyses linguistiques. La réalité phonétique de la syllabe, de ses composantes et des relations structurelles entre ses constituants a été débattue depuis plus d'un siècle (voir [7] pour une revue). Selon Rousselot [11 : 969] : « La syllabe n'a rigoureusement d'existence physiologique que dans les monosyllabes isolées. Autrement, les mouvements organiques se lient les uns aux autres sans solution de continuité, et il n'y a pas de point d'arrêt dont on puisse dire d'une façon absolue : ici finit une syllabe et commence une autre. » D'autres (par ex. Sievers, Stetson, Catford, voir [7]), au contraire, postulent que la syllabe a des corrélats physiques, bien que ceux-ci soient rarement systématiques.

Plus récemment, la Phonologie Articulatoire a contribué à ce débat en définissant la structuration syllabique des unités primitives de production (les gestes articulatoires) comme un pattern spécifique d'organisation des unités gestuelles entre elles. (ex. [1, 2, 3, 4] et voir discussion). L'observation des propriétés physiques des gestes et de leur coordination permettrait ainsi d'appréhender les propriétés physiques de la syllabe et de tester expérimentalement différentes hypothèses d'organisation syllabique de la chaîne.

La langue examinée dans ce travail est le berbère chleuh. L'intérêt de cette langue réside principalement dans l'aspect typologiquement rare de sa structure syllabique, du fait de l'existence de longues suites consonantiques sans voyelles (ex. [tftktst] 'tu l'as donnée', voir [10]). La question qui se pose face à de telles données est de savoir si et comment ces suites de consonnes sont organisées en syllabes. Plusieurs arguments phonologiques ont été avancés pour établir les principes qui déterminent la structure syllabique de cette langue et démontrer que des obstruents sourdes peuvent occuper la position de noyau (voir [6, 5, 9]). Outre l'intuition des linguistes natifs, ces règles reposent sur l'application de principes universels de syllabation (relations de sonorité, préférence pour des syllabes avec attaque, contrainte contre des syllabes avec attaques ou coda branchantes, etc.), sur la prise en compte de certaines alternances morphologiquement gouvernées, et enfin sur les règles de versification.

Notre objectif, dans cette étude, est de démontrer qu'il est possible de dégager, sur des bases phonétiques, des différences dans l'organisation syllabique de suites consonantiques

2. METHODE

Afin de répondre à cet objectif, nous comparons des suites de 3 consonnes C1C2C3 formant un syntagme composé d'un préfixe (C1) et d'une racine verbale C2C3V (ex : /t-kti/ 'elle se rappelle'). Chaque racine verbale comporte deux syllabes au niveau sous-jacent /C2.C3V/. Deux préfixes (/t/ = 3^{ème} pers. fem. singulier et /n/ = 1^{ère} pers. pluriel) sont utilisés de façon à faire varier la sonorité de la consonne C1, donnant ainsi lieu à deux conditions : la condition A où la racine verbale est préfixée avec l'occlusive sourde /t/, et la condition B préfixée de la consonne nasale /n/. En application des principes mentionnés ci-dessus, Dell & Elmedlaoui [6] proposent pour ces suites les syllabations suivantes (N=noyau, A=Attache, C=Coda) :

$$(A) /t_{(A)} k_{(N)} \cdot t_{(A)} i_{(N)}/ \quad (B) /n_{(N)} k_{(C)} \cdot t_{(A)} i_{(N)}/$$

Nous allons tester sur des bases phonétiques si ces suites de consonnes présentent une organisation syllabique différente dans les deux conditions. Nous reviendrons sur les arguments phonologiques favorisant l'une ou l'autre syllabation dans la discussion des résultats.

Six racines verbales comportant une occlusive vélaire en position C2 et une alvéolaire en position C3 ont été examinées dans les deux conditions (voir la table 1). Le nombre restreint de racines verbales sélectionnées répond à la contrainte d'obtenir une suite consonantique « C1 alvéolaire + C2 vélaire + C3 alvéolaire » ; ceci afin de pouvoir observer le chevauchement articulatoire entre des consonnes

ayant des lieux d'articulation maximale différents et observables sur les tracés palatographiques. Les propriétés acoustiques et l'articulation linguopalatale de ces séquences ont été observées à partir d'enregistrements électro-palatographiques (EPG 3) de la production d'un locuteur (le 1^{er} auteur) pour 12 répétitions de chaque forme produite dans une phrase cadre : « inna jas ... jat twalt » (*il lui a dit ... une fois*).

Table 1 : Matériel linguistique et conditions. Le point indique les frontières syllabiques.

Verbe	A : C1 /t/	B : C1 /n/
/k.ti/ 'se rappeler'	tk.ti	nk.ti
/k.sa/ 'pâtre'	tk.sa	nk.sa
/k.nu/ 'se courber'	tk.nu	nk.nu
/g.za/ 'déguster'	tg.za	ng.za
/g.nu/ 'coudre'	tg.nu	ng.nu
/g.d ^{si} / 'couler'	tg.d ^{si}	ng.d ^{si}

3. HYPOTHESES, ANALYSES ET RESULTATS

Deux aspects pouvant être liés à une différence d'organisation structurelle entre les consonnes des conditions A et B sont examinés :

(a) les propriétés acoustiques et articulatoires des consonnes individuelles. Puisque C1 n'est pas comparable en conditions A et B (/t/ vs. /n/), la comparaison se limitera à C2.

(b) les propriétés de coordination temporelle entre C1 et C2 d'une part, et entre C2 et C3 d'autre part.

La comparaison statistique (ANOVA) entre les deux conditions se fera sur (i) les valeurs obtenues pour chaque mesure, et (ii) la variabilité de chaque mesure à travers les 12 répétitions, interprétée comme un indice de stabilité. Cet indice répond à l'hypothèse selon laquelle la stabilité articulatoire ou la stabilité de la coordination temporelle entre gestes articulatoires peut témoigner de relations structurelles fortes et de liens étroits entre les éléments d'une syllabe (voir [2] et discussion).

Il est essentiel de souligner ici que l'EPG donne une mesure du contact de la langue avec le palais, et non du mouvement de la langue. Pour autant, nous analyserons ici l'évolution des profils de contacts linguopalataux à travers le temps comme des 'gestes' articulatoires en définissant certains événements électropalatographiques ou acoustiques comme des pseudo-événements articulatoires, sachant qu'ils ne sont que les conséquences de ces derniers.

3.1. Propriétés phonétiques de C2

Propriétés temporelles de C2 : Deux paramètres temporels ont été examinés : la durée acoustique de la tenue de C2 et la durée de l'occlusion linguopalatale observable sur les tracés EPG entre le début de l'occlusion complète et son relâchement. Les résultats ne montrent aucune différence significative dans les durées acoustiques et articulatoires de C2 entre les deux conditions. La variabilité de ces durées est également

similaire entre les deux conditions.

Propriétés spatiales de C2 : Dans de nombreuses langues, il a été montré qu'en fonction de leur position dans la syllabe, les consonnes peuvent présenter des allophones différents ou subir des processus de lénition ou fortition affectant leur articulation. Pour examiner cela, nous avons relevé, dans un premier temps, les occurrences de C2 avec ou sans occlusion vélaire complète sur le profil EPG. Une occlusion incomplète pouvant être le reflet d'une articulation postérieure aux limites du palais artificiel ou d'une lénition de l'occlusive. Ensuite, pour les cas présentant une occlusion complète, nous avons comparé le degré de contact linguopalatal de C2 selon les deux conditions. Les résultats montrent qu'en condition A, les consonnes présentent plus fréquemment une occlusion vélaire complète. Ceci est d'autant plus vrai pour les vélaires sourdes comme le montre la figure 1. Par contre, il n'y a pas de différence de degré de contact linguopalatal, ni de différences dans la stabilité/variabilité entre les deux conditions.

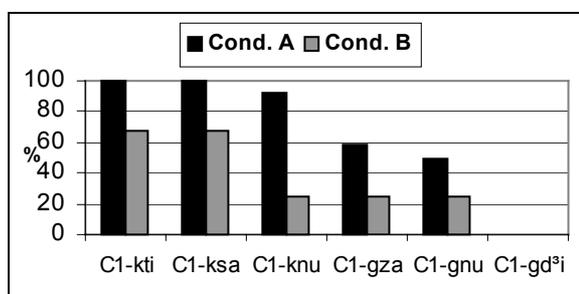


Figure 1 : Le pourcentage des cas avec occlusion vélaire complète pour C2 dans les deux conditions A et B.

Propriétés dynamiques de C2 : Dans le cadre de la Phonologie Articulatoire, les gestes vocaliques et consonantiques sont définis comme ayant des propriétés dynamiques différentes. Ainsi les gestes correspondant à des voyelles sont spécifiés par une raideur moindre comparés aux gestes consonantiques, car les articulateurs mettent plus de temps pour atteindre leur cible. Nous avons observé ici différents paramètres pouvant être considérés comme des indices de la dynamique de l'évolution du contact linguopalatal dans le temps. Notre hypothèse est que les consonnes noyaux peuvent présenter des caractéristiques propres aux gestes vocaliques. Une mesure de 'raideur' est définie comme l'intervalle temporel entre l'apparition de contact dans la région vélaire et le moment où le contact vélaire maximal est atteint (la cible). Une mesure de 'vélocité' est déterminée comme la pente de ce profil de contact (déplacement/temps). Les résultats montrent que les profils de C2 sont moins raides et de vélocité plus faible en condition B, comparés à la condition A. Aussi, les résultats montrent que le degré de contact maximal est équivalent dans les deux conditions, indiquant ainsi que ce maximum de contact est atteint moins rapidement en condition B.

3.2. Coordination temporelle entre les consonnes

Deux aspects liés à l'organisation temporelle des gestes correspondant aux consonnes C1, C2 et C3 ont été mesurés :

(i) l'alignement temporel (la latence) entre différents

événements acoustiques ou electro-palatographiques définis pour les consonnes adjacentes et (ii) le degré de chevauchement entre les consonnes vélaire et alvéolaires (i.e. les intervalles temporels présentant du contact dans les deux régions). Pour se faire, différents événements ont été définis, par ex. : les débuts d'apparition de contact dans les zones vélaire (C2) et alvéolaire (C1, C3), les débuts d'occlusion, les maxima de contact dans ces régions. De plus, différentes mesures de chevauchement ont été effectuées, par ex. : chevauchement d'une consonne par la consonne adjacente rapportée à la durée totale de la 1ère consonne, à la durée de l'occlusion de cette consonne ou à la durée totale de la suite de consonnes.

Nous ne détaillerons pas ici les résultats de toutes ces mesures mais nous présenterons les tendances générales obtenues.

Coordination temporelle entre C1 et C2 : En condition A, il y a un délai plus important entre les événements articulatoires de C1 et ceux de C2. En effet, l'apparition de contacts dans la région vélaire pour C2 est retardée par rapport à l'apparition du contact dans la région alvéolaire pour C1. Le délai entre le début d'occlusion alvéolaire et celui de l'occlusion vélaire suivante est également plus important en condition A.

D'autre part, le chevauchement entre C1-C2 est plus important en condition A. Sachant que C1 est différent dans les deux conditions (/t/ vs. /n/), nous avons examiné la durée des consonnes C1, et trouvé que C1 /t/ est plus long que C1 /n/. Le chevauchement plus important entre C2 et C1/n/ qui ressort dans la condition A peut donc être lié à cette différence de durée.

La différence la plus intéressante que nous avons relevée dans ces données concerne la stabilité de la coordination temporelle entre les consonnes, mesurée par la variabilité inter-répétitions. Les différentes mesures de chevauchement ou d'alignement temporel sont moins variables en condition A qu'en condition B. Ceci apparaît par exemple si l'on compare les profils EPG des 12 répétitions des séquences /tk/ (cond. A) et /nkt/ (cond. B) présentés sur la figure 3.

Coordination temporelle entre C2 et C3 : Dans les deux conditions, les consonnes C2 et C3 sont identiques et sont séparés au niveau sous-jacent par une frontière syllabique. Cette comparaison est donc intéressante car les différences de coordination que l'on va pouvoir observer entre les deux conditions ne devraient relever que d'une différence de position syllabique de la consonne C2.

La comparaison de l'alignement temporel entre les différents événements articulatoires définis pour C2 et C3 ne montre pas de différences entre les deux conditions. Par contre, il apparaît clairement que le délai entre ces différents événements est plus variable en condition B (voir par ex. sur la figure 3). L'alignement temporel entre les gestes de C2 et C3 est donc plus stable en condition A. Concernant le degré

de chevauchement, il ressort de nos données qu'il y a aussi des différences notables selon les deux conditions. En effet, moins de chevauchement entre la consonne vélaire C2 et la consonne alvéolaire C3 a été observée dans la condition A, comparée à la condition B.

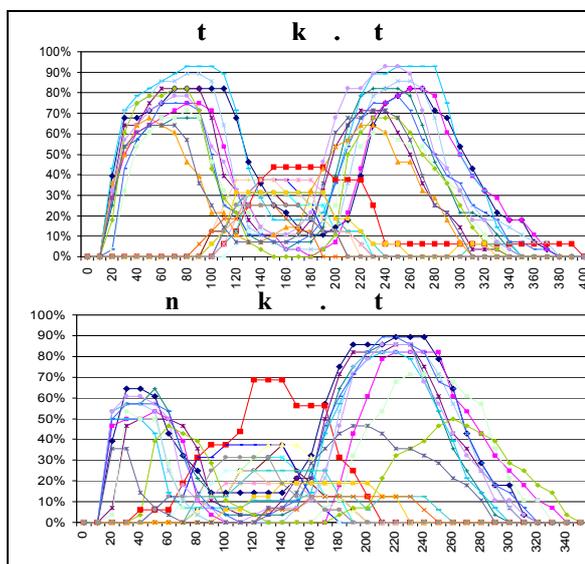


Figure 3 : Évolution temporelle du pourcentage de contact linguopalatal dans les régions alvéolaire-vélaire-alvéolaire correspondant aux consonnes C1-C2-C3. Chaque tracé correspond à une des 12 répétitions des séquences /tk/ (cond. A, haut) et /nkt/ (cond. B, bas).

4. DISCUSSION ET CONCLUSION

Les différents aspects examinés dans cette étude révèlent l'existence de différences phonétiques dans les suites consonantiques examinées entre les deux conditions A et B. Si ces différences relèvent de la structuration de la chaîne comme nous en faisons l'hypothèse (au moins pour certaines, voir infra), nos résultats fournissent des arguments phonétiques montrant que dans ces deux conditions les suites de consonnes C1C2C3 n'ont pas la même structure syllabique. Sachant que toute syllabe contient obligatoirement un noyau, et partant de l'hypothèse que les suites C1C2 examinées sont des syllabes à part entière, la question qui se pose est de voir si nos analyses fournissent des arguments phonétiques permettant de déterminer la structure de cette syllabe.

Revenons aux deux syllabations proposées par Dell & Elmedlaoui [6] : /C1(A) C2(N) . C3(A) V(N)/ en A et /C1(N) C2(C) . C3(A) V(N)/ en B. Ces structures syllabiques sont obtenues par l'application des principes suivants :

- en condition A, C1 /n/ étant l'élément de la suite le plus sonore, il est le meilleur candidat dans la compétition à occuper le noyau. C2 occuperait donc la position coda.
- en condition B, le principe de sonorité peut aussi s'appliquer aux séquences C1C2 /tg/ donnant une structure /C1(A) C2(N)/. Dans les cas où C1C2 sont de même sonorité (/tk/), c'est l'application des principes tirés de la versification, montrant qu'un noyau obstruant ne peut être suivi d'une coda de sonorité égale, qui favorisent une structure de type /C1(A) C2(N)/.

Pouvons nous trouver dans nos données des arguments validant ces syllabations (C2 = noyau dans la condition A et C2 = coda dans la condition B)? Il n'existe malheureusement dans la littérature que peu d'indices indiquant que les consonnes syllabiques (noyau) présentent des caractéristiques acoustiques et articulatoires permettant de les distinguer de leurs contreparties non-syllabiques. Les études sur l'anglais montrent par exemple des résultats divergents ; certains postulant que des /n/ ou /l/ syllabiques sont plus longs (ex. [8]), d'autres ne retrouvant pas de différences (ex. [12]). Concernant les données du berbère chleuh, nos comparaisons de durée ou de degré de contact ne montrent aucune différence entre nos deux conditions. Si la consonne C2 est noyau en condition A, elle n'est pas plus longue, ni articulée avec plus de contact. Par contre, la consonne C2 en condition B présente davantage de réalisations sans occlusion complète. Si l'absence d'occlusion complète sur le pseudopalais est interprétée comme de la lénition, alors C2 dans cette condition partage effectivement des caractéristiques communes aux codas dans les langues (la tendance à la lénition des codas en synchronie et en diachronie étant fréquente).

Une autre différence est observée lorsque l'on considère les propriétés pseudo-dynamiques de C2. Si l'on considère qu'en position noyau une consonne modifie des aspects dynamiques de son articulation pour adopter des caractéristiques propres aux voyelles, alors nos résultats sous-tendraient que c'est dans cette même condition B que C2 est noyau (avec une raideur et vitesse moindre). Nous ne nous avancerons pourtant pas plus loin dans cette interprétation car les mesures considérées ne sont qu'une approximation assez lointaine de la dynamique effective du geste de la langue Aussi, et surtout, les différences observées peuvent être fortement liées au fait que C1 est un /n/ dans la condition B et un /t/ dans la condition A.

C'est la comparaison des propriétés de coordination temporelle entre C2 et les consonnes adjacentes (C1 et C3) qui révèle à notre sens les différences les plus intéressantes. En condition A, C2 est moins chevauché par la consonne suivante et son alignement temporel est retardé par rapport à C1. Plus intéressant encore, la coordination temporelle de C2 avec les consonnes adjacentes est plus stable dans la condition A. Ainsi que ce soit en terme de chevauchement, d'alignement et de stabilité de la coordination entre les unités, la consonne C2 de la condition A semble être 'préservée' de l'influence des consonnes adjacentes. Si l'on pose l'hypothèse que dans une syllabe, l'élément 'saillant' doit être le noyau, alors cet argument supporte la syllabation /C1_(A) C2_(N)/ en condition A.

Plusieurs travaux dans le cadre de la Phonologie Articulatoire suggèrent que les relations structurelles entre les unités gestuelles se traduisent dans leur coordination et leur couplage. La stabilité de cette coordination refléterait la cohésion entre les unités constitutives de la syllabe. Par exemple, Byrd [4] a

montré que la coordination entre deux consonnes est plus stable lorsque ces consonnes occupent la position d'attaque que lorsqu'elles sont hétérosyllabiques. Cette stabilité refléterait la force du lien entre ces unités (i.e. la rigidité dans le couplage entre les gestes, voir [2]). Il n'existe pas dans la littérature de données permettant de comparer la coordination et la cohésion des gestes dans des syllabes Attaque+Noyau vs. Noyau+Coda, les syllabes généralement étudiées ayant un noyau vocalique. Les suites consonantiques du berbère offrent cette possibilité. Il s'agira donc dans des travaux ultérieurs, basés sur les productions d'un plus grand nombre de locuteurs, de tester plus en avant la cohésion gestuelle entre les différents composants de la syllabe.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] C. P. Browman and L. Goldstein. Gestural syllable position effects in American English. In *Producing Speech: Contemporary Issues*, F. Bell-Bertif and L. Raphael (eds.), New-York, American Institute of Physics, pp 19-33, 1995.
- [2] C. P. Browman, L. Goldstein. Competing constraints on intergestural coordination and self-organization of phonological structures. *Les Cahiers de l'ICP, Bulletin de la Communication Parlée*, volume 5, pp 25-34, 2000.
- [3] D. Byrd. C-Center revisited. *Phonetica*, volume 52, pages 285-306, 1995.
- [4] D. Byrd. Influences on articulatory timing in consonant sequences. *Journal of Phonetics*, volume 24, pp 209-244, 1996.
- [5] G. N. Clements. Berber syllabification: derivations or constraints? In *Derivations and constraints in phonology*, Iggy Roca (eds.), Clarendon Press, Oxford, pp 289-330, 1997
- [6] F. Dell, M. Elmedlaoui. *Syllables in Tashlhiyt Berber and in Moroccan Arabic*. Kluwer, Academic Publications, 2002.
- [7] Y. Meynadier. La syllabe phonétique et phonologique : une introduction. *Travaux Interdisciplinaires du Lab. Parole et Langage d'Aix-en-Provence*, volume 20, pp 91-148, 2001.
- [8] P. J. Price. Sonority and syllabicity: Acoustic correlates of perception. *Phonetica*, volume 37, pp 327-343, 1980.
- [9] A. Prince and P. Smolensky. *Optimality Theory: Constraint Interaction in Generative Grammar*. Rutgers University Center for Cognitive Science Technical Report 2, 1993.
- [10] R. Ridouane. Voiceless, vowel-less words in Tashlhiyt Berber: acoustic and fibroscopic evidence. Submitted.
- [11] P. Rousselot. *Principes de phonétique expérimentale*. Welter, Paris, 1909.
- [12] Z. Toft. The phonetics and phonology of some syllabic consonants in Southern British English. *ZAS Papers in Linguistics*, volume 28, pp 111-144, 2002.