

La syllabe : objet théorique et réalité physique

Rachid Ridouane*, Yohann Meynadier*, Cécile Fougeron*

I. INTRODUCTION

Cet article traite de la syllabe comme unité théorique et comme objet physique à travers un état des lieux des travaux en phonologie et en phonétique la concernant. Malgré l'abondance des travaux sur la syllabe¹ - de loin le constituant prosodique le plus étudié - les recherches actuelles continuent de soulever plusieurs questions sur sa nature exacte et sur sa relation avec les propriétés phonétiques. Au niveau phonologique, même s'il semble y avoir un certain consensus sur son utilité comme construit théorique et sur l'interaction entre son organisation interne et le degré de sonorité des segments, plusieurs questions restent ouvertes sur son statut dans la structuration de la parole (Kenstowicz 1994), sur la façon d'incorporer la sonorité dans la grammaire (Clements 1990, 2009, Parker 2008), et sur les principes qui gouvernent la syllabation des séquences consonantiques (Levin 1985, Steriade 1982, Vaux 2006). Mais la raison principale du flou qui entoure la syllabe est due à la difficulté d'en fournir une définition phonétique précise. Dans la majorité des langues du monde, la définition de l'élément essentiel et obligatoire de la syllabe (le noyau) et de ses marges est presque toujours corrélée avec la distinction entre les sonantes (essentiellement les voyelles) et les obstruantes. D'où la question de la définition du noyau sur la base de ses propriétés intrinsèques en tant que segment (une voyelle, une sonante), de ses propriétés relatives aux segments adjacents (sommet de sonorité) ou de quelque autre propriété (par exemple un point d'ancrage pour l'alignement temporel des gestes articulatoires). Pour autant, il existe des langues dont les structures syllabiques permettent à des segments obstruants d'occuper le noyau de la syllabe. C'est le cas notamment du

* Laboratoire de Phonétique et Phonologie (CNRS/Sorbonne Nouvelle)

<http://lpp.univ-paris3.fr/>

♦ Laboratoire Parole et Langage (CNRS/Université de Provence)

<http://www.lpl-aix.fr/>

¹ Voir notamment les revues de la littérature de Meynadier (2001) et Rousset (2004).

berbère tachelhit (Dell & Elmedlaoui 2002, Ridouane 2008). L'existence de telles structures est intéressante du point de vue phonétique, en permettant de tester un ensemble de propositions sur la manifestation acoustique et articulatoire de différents groupements consonantiques qui ne se distinguent que par leur structure syllabique.

Cet article est organisé comme suit : la section II est consacrée à la syllabe comme unité théorique. Après avoir brièvement rappelé les arguments majeurs motivant son existence, nous présentons les différents aspects liés à sa représentation et sa structuration interne (II.1), et le rôle que lui ont assigné différents modèles théoriques (II.2). La section III traite de la syllabe comme objet physique. Nous y rappelons l'essentiel des conceptions phonétiques anciennes (III.1), les principales théories motrices de la syllabe (III.2), les approches théoriques plus récentes considérant la syllabe comme un patron de coordination gestuelle (III.3) et les propriétés phonétiques de ses sous-constituants (III.4).

II. LA SYLLABE : UNITÉ THÉORIQUE

La syllabe semble être la manifestation d'une intuition linguistique très forte. N'importe quel locuteur sans regard pour son niveau de scolarisation ou d'éducation, est capable de dénombrer les syllabes des mots de sa langue et d'énoncer d'autres mots de même structure syllabique (par exemple, Derwing 1992). La syllabe est utilisée dans plusieurs jeux de langue (Davis 1994, Bagemihl 1995), comme le verlan en français (Plénat 1995), le ludikya en luganda (Clements 1986), ou le zuujago japonais (Itô et al. 1996). Elle a servi de base à plusieurs systèmes d'écriture phonographique, comme le devanâgarî, le chypriote ancien, le suméro-akkadien, le coréen. Elle est un élément fondamental du décompte métrique et de la versification (Cornulier 1982, Dell & Elmedlaoui 2008). Plusieurs études ont par ailleurs montré son implication dans le traitement perceptif de la parole, bien que son rôle exact reste à définir (Segui et al. 1990, Sendlmeier 1995, Content et al. 2001, Dumay et al. 2002).

L'existence de la syllabe comme entité linguistique est aussi justifiée pour un ensemble de phénomènes relevant de la phonologie segmentale, de la phonologie prosodique et de la morphologie. Elle apparaît ainsi comme un domaine dans lequel des phénomènes segmentaux, comme l'élision, l'insertion ou la métathèse, sont saisis et expliqués de façon simple et satisfaisante (Vennemann 1972, Hooper 1972, Kahn 1976, Halle & Vergnaud 1980, Selkirk 1982, Clements & Keyser 1983, Blevins 1995, etc.). La syllabe apparaît aussi comme domaine utile pour rendre compte de phénomènes surprasegmentaux comme la propagation et l'allongement. Elle est aussi la cible de certains processus morphologiques comme la réduplication. Mais la motivation la plus importante en faveur de la syllabe est incontestablement liée au rôle qu'elle joue comme domaine d'application de règles prosodiques accentuelles et de propagation des tons. Ces phénomènes prosodiques sont sensibles à une unité plus large que le segment et plus petite que le mot. Ainsi, il est depuis longtemps reconnu que la syllabe joue un rôle fondamental pour l'assignation de l'accent dans le mot pour

les langues à accent libre, comme l'anglais ou le latin (Hjelmslev 1935, Hooper 1972, Anderson & Jones 1974, Vennemann 1978, Bell & Hooper 1978, Goldsmith 1990). Dans ces langues, la position de l'accent de mot dépend de la quantité syllabique distinguant les syllabes lourdes des syllabes légères. Les syllabes CCV, VCC, et CVC comptent autant de consonnes et de voyelles, mais seules les deux dernières peuvent porter l'accent de mot. Ce n'est donc pas la qualité ou le nombre des segments composant les syllabes du mot qui détermine la place de l'accent, mais bien le type de syllabe, et donc la structure syllabique.

II.1. La syllabe : une unité phonologique intrinsèquement complexe

Durant plus d'un demi-siècle, de multiples structures syllabiques constituantes, de la plus simple (Hockett 1955) à de plus complexes (Cairns et Feinstein 1982), ont été proposées. Actuellement, un consensus quasi général émerge quant à son organisation interne en constituants *attaque* et *rime*, elle-même sous-constituée par un *noyau* et une *coda*. L'argument principal pour une sous-constituance complexe relève des contraintes phonotactiques inhérentes à la composition lexicale. Les positions *attaque* et *coda* ne montrent typiquement pas les mêmes restrictions de distribution, participant à la distinction entre ces deux constituants sub-syllabiques. Ainsi, il est communément observé dans les langues que l'inventaire des consonnes finales de syllabe est plus réduit que celui des consonnes d'attaque (par exemple, Rousset 2004). Apparaissant dès lors comme plus prédictibles, les consonnes en coda seraient plus instables et sensibles à l'affaiblissement, l'assimilation ou l'élision, tant synchroniquement que diachroniquement (Straka 1964, Pulgram 1970, Hooper 1972, Vennemann 1978, Bell & Hooper 1978, Rialland 1994, voir aussi plus bas)².

Les contraintes de cooccurrences segmentales constituent un autre argument essentiel en faveur de constituants sub-syllabiques. Par exemple en anglais, la diphtongue /*au*/ ne peut être suivie que d'une coda coronale (*dawn*, *out*, *pound*, etc.), les groupes de trois consonnes n'acceptent que des obstruantes coronales en position de coda et /*s*/ en position d'attaque (Fudge 1969, Fujimura & Lovins 1978, Selkirk 1982), les groupes triconsonnantiques médians de mot sont essentiellement issus de combinaison d'attaques et de codas possibles en initiale ou finale de mot et indépendamment sélectionnées (Pierrehumbert 1994). En outre, les contraintes phonotactiques spécifiques à chaque constituant syllabique sont très communément motivées par la sonorité intrinsèque des segments. Un patron général de sonorité de la syllabe permet généralement de distinguer une portion syllabique où les segments s'ordonnent préférentiellement de manière linéaire selon une courbe croissante de sonorité : l'attaque, et une portion ultérieure où ils s'agencent selon une courbe décroissante : la rime (Sievers 1881, Jespersen 1904, Kiparsky 1979, Selkirk 1984, Clements 1990, Goldsmith 1990).

² Par ailleurs, confortant ces faits, un certain nombre de travaux atteste que les corrélats acoustiques sont perceptivement plus saillants et stables en attaque syllabique qu'en coda (notamment Redford & Diehl 1999).

Il existe par ailleurs bien d'autres faits indépendants communément invoqués pour asseoir la structure constituante de la syllabe. Ils touchent, entre autres, des aspects aussi variés que les phénomènes d'allophonie, prosodiques, de lapsus linguae ou typologiques. Ainsi, nombre de phénomènes d'alternances vocaliques ou consonantiques attestent de la cohésion rimique face à une plus grande autonomie de l'attaque. Par exemple, en français, les voyelles moyennes suivie d'une consonne coda ont un timbre ouvert (/ɛ ɔ œ/), alors qu'elles ont un timbre fermé (/e o ø/) en l'absence de coda. Au contraire, la consonne d'attaque n'a pas d'influence sur le timbre de la voyelle. En français québécois toute voyelle fermée suivie d'une coda est relâchée (Goldsmith 1990). Cela renvoie au fait général observé dans les langues qu'en syllabe ouverte le timbre des voyelles est moins contraint qu'en syllabe fermée (Cairns & Feinstein 1982). Symétriquement, Plénat (1987) montre que, dans une certaine mesure, la qualité (tendue vs relâchée) de la voyelle influence la distribution et le nombre des consonnes finales de mot de forme masculine (sans /ə/ final de mot) en français. Un autre exemple d'alternance bien connue est celle du /l/ en anglais qui est soit sombre (vélarisé) en position de coda ou de noyau, soit clair en attaque (Fujimura & Lovins 1978).

S'agissant des aspects prosodiques, l'interaction entre accentuation et quantité syllabique est communément évoquée pour distinguer les constituants *attaque* vs *rime* et confirmer la cohésion plus importante entre *noyau* et *coda*. Dans les langues à accent libre, seules les syllabes lourdes (constituées d'une coda ou de voyelles longues ou diphtonguées), sont attractrices de l'accent de mot (Halle & Vergnaud 1980, Cairns & Feinstein 1982, Lass 1984, Hogg & McCully 1987, Goldsmith 1990). Ainsi, le poids d'une syllabe lourde (C_nVV ou C_nVCC_n) par rapport à une syllabe légère (C_nV) n'est en effet pas directement le fait de la syllabe, mais seulement de sa rime, sans regard pour son attaque. Le poids syllabique joue également un rôle essentiel dans des phénomènes d'allongement compensatoire vocalique. Par exemple, Lass (1984) note que les voyelles longues du suédois contemporain sont apparues du fait de la chute de consonnes en coda. Hogg & McCully (1987) notent pour l'anglais une très forte tendance à l'absence de voyelles brèves non suivie d'une consonne coda. Ainsi, la chute ou l'absence d'une consonne en coda, et non celle d'une consonne d'attaque³, entraîne très souvent un allongement de l'élément restant de la rime : le noyau.

Les données sur les lapsus linguae spontanés (Shattuck-Hufnagel 1979, Rossi & Peter-Defare 1998, Beaulieu 2001) attestent que les substitutions intra et interlexicales ont presque toujours lieu entre des segments occupant une même position dans la syllabe. Ainsi, Beaulieu rapporte que plus de 95% des 417 lapsus d'échange de position syllabique respectent cette contrainte en français, et Shattuck-Hufnagel que cela est le cas pour quasi 100% de 211 lapsus en anglais.

Enfin, les données de typologie syllabique sur les langues du monde renseignent sur la hiérarchie des constituants syllabiques, mais aussi sur les contraintes qui opèrent lors de leur formation. Il est établi depuis longtemps que

³ Mais voir Beltzung (2008).

la syllabe universellement présente et la plus fréquente est de forme CV, et que la syllabe minimale est de forme V (Bloomfield 1933, Jakobson & Halle 1956, Maddieson 1984, Blevins 1995). Rousset (2004) montre ainsi, sur une douzaine de langues de familles non génétiquement apparentées, que les formes syllabiques les plus fréquentes sont par ordre décroissant CV, CVC et V. Ces simples faits permettent de constater le statut obligatoire ou facultatif des différents constituants sub-syllabiques. Le *noyau* est le seul constituant syllabique obligatoire. *Attaque* et *coda* sont eux facultatifs dans la structure syllabique, mais de manière, semble-t-il, assez différente. En effet, l'attaque, si elle est universellement obligatoire (pas de langue sans syllabe CV), est syllabiquement facultative : des langues peuvent avoir des syllabes de forme VC_n. La coda est universellement et syllabiquement optionnelle : des langues peuvent n'avoir que des syllabes de forme C_nV. Il apparaîtrait ainsi que l'attaque est un constituant « moins facultatif » que la coda. Cela semble pouvoir constituer un argument en faveur de la plus grande dépendance entre noyau et coda qu'entre attaque et noyau. Ainsi, la coda serait plus optionnellement remplie du fait de contraintes plus fortes s'exerçant notamment en lien avec la nature du noyau (cf. ci-avant). Egalement, ces données laissent penser qu'une fois la rime remplie par le noyau syllabique, sa complexification est secondaire face au remplissage de l'attaque. En outre, les travaux typologiques de Blevins (1995), confirmés récemment par Rousset (2004), montrent aussi que des pré-requis s'appliquent à la complexification de la rime et de l'attaque séparément. En effet, l'occurrence dans une langue d'une syllabe à attaque complexe (C_nV) implique l'existence d'une syllabe à attaque moins complexe C_{n-1}V, et l'existence d'une syllabe à coda complexe (VC_n) nécessite celle d'une syllabe à coda plus simple VC_{n-1}. Les contraintes de complexification de ces constituants seraient donc associées spécifiquement à chacun d'eux séparément.

II.2. *Emergence de la syllabe : des phonologies pré-génératives à la théorie de l'optimalité*

A l'exception notable de Chomsky & Halle (1968) dont la théorie phonologique ne fait quasi aucune mention de la syllabe⁴, la plus part des approches phonologiques (Ecole de Prague, Structuralisme américain, Phonologie Générative post-SPE, Phonologie Autosegmentale, Phonologie Métrique, Phonologie de Gouvernement, Phonologie Articulatoire) l'ont placée comme un constituant majeur. Plus récemment, elle a joué un rôle fondamental dans l'émergence de la Théorie de l'Optimalité.

Dans le cadre des phonologies pré-Génératives (Hjelmslev 1935, Kurylowicz 1948, O'Connor & Trim 1953, Haugen 1956, Pulgram 1970) et Génératives

⁴ Il est assez frappant de voir que le mot 'syllabe' n'apparaît pas dans l'index des sujets dans *Sound Pattern of English*. Même si Chomsky et Halle intègrent partiellement cette entité par le remplacement du trait [vocalique] par le trait [syllabique], la syllabe n'apparaît pas pour autant comme unité prosodique, mais plutôt comme unité plus petite que le segment (i.e. comme trait distinctif pouvant caractériser certains segments).

standard de SPE (Hooper 1972, Vennemann 1978, Jones 1976), la syllabe consiste essentiellement en une séquence linéaire de phonèmes sans structure interne. Elle est directement dérivable des propriétés distributionnelles des segments (contraintes phonotactiques) et se définit strictement en terme de règles de syllabation (localisation des frontières syllabiques). La syllabe, définie essentiellement par ces frontières, se construit sur la base de la segmentation de la chaîne phonémique et ne lui est donc pas préexistante. L'approche de Hooper (1972) est emblématique de cette conception qui « chosifie » (Rialland 1985) les frontières syllabiques en unités phonologiques de même plan que les phonèmes, c'est-à-dire en des segments spécifiés [-segment] élidables, insérables ou permutable. Parallèlement, pour certains, comme Hockett (1955) et Haugen (1956), la frontière syllabique découle de la structure linéaire de la syllabe organisée par la concaténation de trois parties séquentielles : attaque, noyau, coda. L'idée d'une organisation syllabique interne plus complexe apparaît avec Anderson & Jones (1974), pour qui la syllabe est régie par des relations de dépendance (motivée par la sonorité intrinsèque des segments) entre le noyau et les autres éléments segmentaux qui lui sont subordonnés. Cette conception amorce les approches non linéaires de la structure syllabique élaborées dans les cadres de la Phonologie Autosegmentale (Goldsmith 1976, McCarthy 1979) et Métrique (Liberman 1975, Liberman & Prince 1977). Dès lors, la structure syllabique va se complexifier en une unité d'organisation abstraite dans laquelle les segments prennent place. Kahn (1976) propose la première structure multilinéaire de la syllabe par la représentation sous forme d'arbre d'associations entre un nœud syllabique et les phonèmes. Il extrait alors la syllabe de la problématique étroite de la localisation de ses frontières et la pose comme un constituant phonologique de rang supérieur au segment. Dans le cadre de la Phonologie Autosegmentale, Clements & Keyser (1983) introduisent le squelette métrique comme niveau intermédiaire entre la tire syllabique et la tire segmentale. Ce squelette se compose d'unités temporelles étiquetées C(onsonantiques) pour les positions non nucléaires et V(ocaliques) pour les positions nucléaires de syllabe. Cette organisation intra-syllabique permet de rendre plus autonome la syllabité des segments face à leurs propriétés intrinsèques : un phonème n'est pas syllabique (c'est-à-dire noyau de syllabe) par nature, mais parce qu'il s'associe à la position V de la tire CV du constituant syllabe. Cette architecture permet notamment d'appréhender d'une nouvelle manière diverses questions relatives à l'allongement compensatoire, au poids des syllabes ou aux consonnes syllabiques. Ainsi, par exemple, la position du segment dans la syllabe permet notamment une modélisation plus efficace des alternances entre glides et voyelles hautes en français et en berbère (Kay & Lowenstamm 1984, Goldsmith 1990) et rend obsolète le trait [syllabique] de la théorie Générative classique. Glides et voyelles hautes sont communément considérés comme étant une seule unité phonémique ayant un allophone consonantique et un vocalique. Leur alternance ne relèverait pas d'une spécification segmentale intrinsèque mais de leur position dans la structure syllabique : glide en attaque/coda et voyelle en noyau. Dans ce cadre, la syllabe

n'est donc pas dérivée, mais est dès lors considérée comme un gabarit phonologique abstrait et préexistant à la chaîne phonémique.

Malgré des avancées, la Phonologie Autosegmentale s'est confrontée à des difficultés conceptuelles et formelles (Halle & Vergnaud 1980), conduisant à l'émergence de la Phonologie Métrique. La théorie métrique, initialement élaborée pour traiter les faits accentuels (Lieberman & Prince 1977), a très vite été appliquée à l'analyse de la structure syllabique. Elle propose une représentation phonologique fondée sur une structure constituante hiérarchique organisée autour d'éléments proéminents attracteurs (têtes) de différents niveaux (degrés de proéminence). Dans ce cadre, la syllabe répond à cette architecture métrique comme n'importe quel autre constituant prosodique. Ainsi, une syllabe se compose d'un élément proéminent constituant le noyau (typiquement une voyelle) auquel se rattachent des éléments satellites moins proéminents (typiquement des consonnes) pour former un constituant syllabe (Lieberman & Prince 1977, Halle & Vergnaud 1980, Selkirk 1982, Goldsmith 1990). La complémentarité entre Phonologie Métrique et Autosegmentale a très tôt été remarquée et a donné lieu à de nombreux travaux combinant les avantages des deux théories. La structure syllabique n'a pas échappé à ce rapprochement théorique. Dès Halle & Vergnaud (1980), diverses représentations syllabiques hybrides proposent une structure constituante hiérarchique dont les terminaisons ne sont pas directement associées aux segments mais relayées par les positions du squelette, permettant ainsi de rendre compte à la fois des relations entre les unités segmentales et leur poids métrique, et des restrictions distributionnelles des segments par la constituante structurelle de la syllabe. Ce type de représentation, permettant une plus grande liberté dans les associations entre niveau segmental, sub-syllabique et syllabique (principalement par la notion de flottement, Clements & Keyser 1983), est à la source d'avancées importantes dans le traitement phonologique de diverses questions complexes et variées, notamment en français s'agissant des consonnes fixes et latentes finales de mot (Plénat 1987, Tranel, 1994, 1995), des consonnes initiales et médianes de mot (Rialland 1994), des consonnes de liaison et d'enchaînement (Encrevé 1988, Tranel 1995), du e muet (Rialland 1985, Tranel 1987) ou du h-aspiré (Kaye & Lowenstamm 1984, Encrevé 1988, Tranel 1994).

D'autres cadres théoriques ont été développés et ont permis d'illustrer le rôle central de la syllabe en phonologie. On peut citer notamment la Théorie Moraïque basée sur le poids syllabique, exprimé essentiellement par l'intermédiaire de la more (Hyman 1985, McCarthy & Prince 1986, Hayes 1995), et la théorie CVCV (Lowenstamm 1996, Scheer 2004), une branche de la phonologie du Gouvernement, qui voit dans la structure syllabique une stricte consécution d'attaque et de noyau non branchants. Parmi tous les cadres théoriques récents, c'est incontestablement la Théorie de l'Optimalité (OT, Prince & Smolensky 1993) qui a le plus érigé la syllabe comme constituant prosodique crucial en phonologie (Féry & van de Vijver 2003). Avec l'avènement de ce modèle, dominant en phonologie aujourd'hui, l'emphase est désormais mise non plus sur les représentations phonologiques et les règles qui les transforment, mais sur des contraintes et leurs interactions. Dans cette

approche, la grammaire d'une langue est constituée d'un ensemble de contraintes universelles, qui sont conflictuelles, hiérarchisées, et transgressables. De ce point de vue, la structure syllabique d'une langue résulte non pas de règles phonologiques ou de représentations sous-jacentes, mais de la façon dont cet ensemble de contraintes est hiérarchisé. Le nombre de travaux sur la syllabe conduits en adoptant le modèle OT est considérable. Il a ainsi été utilisé pour rendre compte d'un ensemble d'aspects liés à la syllabation dans différentes langues, comme le lien entre structure syllabique et structure prosodique, le poids syllabique et la syllabation des consonnes coda, le rapport entre structure syllabique et qualité segmentale, l'interaction entre l'accent et la syllabation, etc. Une des avancées permises par ce cadre a été de rendre compte de manière élégante de la variation typologique des structures syllabiques des langues du monde. Cette variation est une conséquence des différences de hiérarchisation de contraintes entre les langues, que Prince & Smolensky (1993) modélisent à l'aide d'un ensemble interactif de contraintes sur la structure syllabique.

III. LA SYLLABE PHONÉTIQUE

La nature phonétique de la syllabe est discutée depuis le milieu du 19^e siècle et continue de nourrir encore le débat aujourd'hui. Différentes propositions ont été formulées ; nous nous limitons ici à un bref rappel des conceptions phonétiques anciennes de la syllabe, avant de présenter des théories plus actuelles considérant la syllabe comme une unité fondamentale du contrôle moteur dans la production de la parole. Ces conceptions considèrent la syllabe comme une unité structurelle émergente du processus physiologique de production et où la coordination des gestes articulatoires occupe une place centrale dans l'auto-organisation des structures phonologiques de la parole et des langues.

III.1. Emergence de la syllabe comme unité essentiellement phonétique

La quête de preuves de la réalité physique de la syllabe commence réellement avec la naissance de la phonétique expérimentale moderne initiée par l'abbé Rousselot (1909) dont les résultats invalident l'existence phonétique. Cependant, beaucoup, comme Saussure (1916), Delattre (1940, 1944) et, dans une moindre mesure Grammont (1933)⁵, considèrent que la syllabe n'a pas de réalité en dehors de la production phonétique. La syllabe ne découle pas de contraintes de cooccurrences segmentales, de propriétés phonologiques des phonèmes ou d'une structure cognitive pré-existante, mais de la manière dont les phonèmes sont articulés et enchaînés. La syllabe est une unité physique avant d'être une unité linguistique. Cependant comme dans les premières approches phonologiques de la syllabe, ces conceptions phonétiques ne constituent pas à proprement parler de théorie de la syllabe, mais plutôt de la syllabification, c'est-à-dire attachée à la

⁵ Pour cet auteur, la syllabe phonologique est une série d'aperture croissante et d'aperture décroissante, la syllabe phonétique n'étant que la réalisation physique par la tension physiologique des organes de cette propriété intrinsèque des phonèmes.

détermination des frontières syllabiques. Ainsi, pour ces auteurs, la structuration en syllabes des énoncés repose sur les propriétés phonétiques des segments classés sur une échelle d'aperture du conduit vocal, de tension ou de force/énergie articulatoire. Globalement, selon leur position face à la voyelle qui constitue le pivot d'une continuité croissante-décroissante d'aperture ou de tension/force, les consonnes ont différentes réalisations phonétiques : tension croissante vs décroissante (Grammont) ou explosive vs implosive (Saussure, Delattre). C'est la combinaison entre ces deux types de réalisation physique qui donne l'impression perceptive que les sons appartiennent ou non à la même séquence sonore : un enchaînement implosif-explosif donnant l'impression de rupture associée à une coupe syllabique. Un mot peut donc avoir plusieurs syllabations en fonction de sa réalisation phonétique, le type de transition acoustique entre deux consonnes supportant la perception d'une unité cohésive ou au contraire d'une coupe syllabique. Malmberg (1955) rejoint cette idée en montrant expérimentalement que la présence/absence de transition formantique entre C et V et la durée de C est à l'origine d'une perception différentielle de structure syllabique. Il considère ainsi que la syllabe est le lieu d'une coarticulation CV plus étroite, ouvrant la voie aux conceptions de la syllabe comme une unité de base de coordination des gestes articulatoires comme celle de Kozhevnikov & Chistovich (1965), et plus récemment de la Phonologie Articulatoire (Browman & Golstein 1995). Pour Kozhevnikov & Chistovich, la syllabe est le domaine de la coarticulation anticipatrice. Ainsi, le mouvement d'arrondissement des lèvres, lors de l'articulation d'une voyelle arrondie, est initié dès la première consonne tautosyllabique neutre pour cette articulation. Le geste d'arrondissement ne dépasserait pas les limites syllabiques ; ce qui a été infirmé par nombre de travaux dont celui de Benguerel & Cowan (1974) sur le français.

III.2. La syllabe : une unité motrice fondamentale

Les théories mettant la syllabe au cœur du processus de contrôle moteur de production de la parole sont amorcées en 1928 par Stetson (1951). Pour celui-ci, la syllabe est une unité motrice correspondant à un pic de pression de l'air phonatoire dû à la contraction des muscles intercostaux lors de l'expiration.

Cette corrélation systématique entre l'initiation aérodynamique et la syllabe a été infirmée dès Ladefoged (1958) montrant qu'en parole continue plusieurs syllabes peuvent être produites en une seule impulsion expiratoire et que le *chest pulse* de Stetson correspond plutôt à la réalisation de groupes rythmiques plus larges. Cette conception est prolongée par l'*Initiator-power pulse* de Catford (1977), pour qui la syllabe correspond avant tout à une unité pour le contrôle temporel des mouvements articulatoires glottiques et supraglottiques en interaction avec le pied rythmique, unité d'organisation supérieure, associée à l'activité sous-glottique. Reste que la proposition motrice de Stetson ouvre la voie à des conceptions physiologiques de la syllabe dont les modèles VCV de Öhman (1966) et Frame/Content de MacNeilage (1998) en sont d'illustres représentants. En effet, même si le substrat physiologique de la syllabe proposé par Stetson ne semble pas valide, celle-ci est appréhendée comme un cycle

rythmique de base, ancré sur la modulation régulière d'une activité physiologique fondamentale à la parole, et auquel les articulations segmentales se superposent. Ce cadre structurant et indépendant des articulations constitue ainsi l'interface naturelle entre niveaux segmental et prosodique. De manière rapprochée, sur la base de données relatives au lapsus linguae, au babillage et à la typologie syllabique des langues (MacNeilage & Davis 2000, Rousset 2004), le modèle *Frame then Content* de MacNeilage (1998) pose la modulation cyclique d'élévation et abaissement mandibulaires comme le substrat physiologique de la forme organisationnelle des gestes articulatoires de la parole : la syllabe. Dans une optique d'explication ontogénétique et phylogénétique de la structure de la parole, la syllabe CV est le cadre moteur (*frame*) dans lequel le second niveau articulatoire des unités segmentales (*content*) émerge et s'organise naturellement. Ainsi, le babillage canonique de bébés de 7 mois se réalise par la répétition de séquences CVCV dont le lieu d'articulation est très généralement identique. Cette séquence est essentiellement produite par une oscillation régulière d'élévation (C) et d'abaissement (V) de la mandibule supportant une position variable mais passive de la langue. Ce n'est que dans une phase plus tardive de développement de la parole que les bébés exercent un contrôle sur la position des autres articulateurs, asseyant ainsi des distinctions segmentales offrant un contenu à ce cadre mandibulaire syllabique.

III.3. La syllabe : patron de cohésion gestuelle

Pour d'autres auteurs, la syllabe n'est pas supportée par une dimension physiologique singulièrement fondamentale, mais émerge plus globalement comme un gabarit de programmation et de coordination motrice. La syllabe se révèle lors de l'observation de la synchronisation des mouvements articulatoires comme la manifestation de l'existence d'une horloge rythmique supervisant le processus de production articulatoire segmental. Ainsi, Tuller & Kelso (1990, 1991) montrent que la synchronisation entre la fermeture des lèvres et celle de la glotte de syllabes VC /ip/ répétées avec débit croissant sont modifiées jusqu'à atteindre le phasage articulatoire caractéristique de la syllabe CV /pi/, faisant basculer perceptivement le patron VC.VC.VC vers un patron CV.CV.CV. Ce phénomène, déjà relevé par Stetson (1951), montre que les alternances VC sont des formes instables que les propriétés dynamiques du mécanisme articulatoire font converger vers une structure stable CV. En fournissant une base motrice au gabarit CV, ce phénomène expliquerait le caractère universel de la syllabe CV⁶. Cependant, une étude de Gleason et al. (1996) sur des séquences VCC répétées, du type /opt, opt, opt/, montre que des stades intermédiaires de coordination existent entre les réalisations de forme VCC et CVC, indiquant que la structure CV n'est pas toujours mécaniquement atteinte, et que donc des formes syllabiques plus flottantes ou plus indéterminées peuvent également émerger.

⁶ Voir également Schwartz et al. (2010) pour des arguments perceptuo-moteurs en faveur de la plus grande stabilité des patrons CV et CCV face au patron CVC.

Dans le cadre de la Phonologie Articulatoire, la structure syllabique émerge de la coordination temporelle entre les gestes articulatoires. Ces gestes (par exemple, le geste d'élévation de la pointe de la langue, le geste d'occlusion labiale, etc.) sont considérés comme les primitives de la parole. Comme les atomes, ils se coordonnent entre eux pour former des structures plus larges, des molécules. Les unités lexicales sont ainsi directement représentées sous forme de gestes⁷. Ces unités combinatoires s'organisent en termes de couplage dynamique (relations de phase) spécifiant leur coordination dans le temps. A chaque relation de phase entre deux gestes est également associée une spécification sur la rigidité du couplage (*bonding strength*, Browman & Goldstein 2000, Goldstein et al. 2007). C'est à partir des spécifications de couplage et de rigidité de couplage que vont émerger des patrons spécifiques de coordinations temporelles et de stabilité de phasage. Ces patrons vont alors être interprétés comme le reflet des relations structurelles entre les éléments constitutifs de la syllabe, comme par exemple la relation entre les deux membres d'un groupe consonantique en attaque ou en coda. Dans une séquence tautosyllabique CV, le geste consonantique est coordonné avec le geste vocalique. Dans une syllabe CCV, il y a un double couplage : les consonnes sont toutes deux coordonnées au geste vocalique et en même temps, elles sont coordonnées entre elles. La rigidité du lien entre consonnes est plus forte⁸ que celle entre consonnes et voyelle. Aussi, l'ajout de consonnes à l'attaque d'une syllabe modifie la coordination de tous les gestes consonantiques par rapport au geste vocalique, mais de façon à préserver la coordination globale du centre de la suite consonantique (le C-center) par rapport au geste vocalique. Les consonnes d'attaque sont ainsi coordonnées avec la voyelle comme un groupe (Browman & Goldstein 1988, Byrd 1995, Honorof & Browman 1995), et ce lien assure une stabilité de coordination temporelle indépendante du nombre de consonnes dans l'attaque. Ce C-center n'apparaît pas pour des groupes de consonnes en position coda. Dans une syllabe VCC, seule la première consonne est coordonnée à la voyelle, alors que la consonne suivante n'est coordonnée qu'à la consonne précédente. Cette asymétrie dans le couplage dans un groupe de consonnes en position attaque vs. en position coda est mise en évidence expérimentalement lorsque l'on observe les patrons de cohésion temporelle à débit rapide, sous l'accent, ou lorsqu'on observe des groupes consonantiques de taille variable : la coordination entre consonnes reste stable en position d'attaque alors qu'elle est plus variable entre les consonnes en position coda.

⁷ Dans leurs différentes présentations de la Phonologie Articulatoire, Browman et Goldstein n'ont pas toujours été très explicites concernant l'existence d'unités d'organisations intermédiaires entre le niveau gestuel et le niveau lexical. Dans les versions initiales, il n'était question que de constellations de la taille du mot (Browman et Goldstein 1986). Ce n'est que par la suite que les auteurs ont introduit un patron d'organisation de taille syllabique.

⁸ La coordination entre les gestes au sein d'un groupe consonantique est stable et les gestes se synchronisent pour empêcher un chevauchement extrême, préservant les indices acoustiques au relâchement de la première consonne d'un masquage par la seconde.

Si la cohésion au sein d'un groupe consonantique d'attaque peut être formalisée en termes de rigidité de couplage, il a été également démontré que ces spécificités pouvaient rendre compte de la cohésion interne à la syllabe, et donc de la syllabation des consonnes. Récemment Shaw et al. (2009) se sont basés sur la notion de C-center pour tenter de déterminer l'affiliation syllabique de consonnes dans des séquences consonantiques en initial de mot en arabe marocain (ex. /skru/ 'ses socs de charrue'). Afin de déterminer si ces consonnes formaient une attaque complexe ou si elles étaient séparées par une frontière syllabique (i.e. [sk.ru]), ils ont comparé la stabilité temporelle de l'alignement des consonnes par rapport à un point d'ancrage commun dans la voyelle. Leurs résultats sont en faveur d'une syllabation de la séquence en deux syllabes (CC.CV). Goldstein et al. (2007), en comparant le géorgien et le berbère tachlhit, ont également montré que l'effet C-center permettait de confirmer l'affiliation de consonnes initiales en une attaque complexe en géorgien, mais pas en berbère tachlhit, reflétant le fait que les attaques complexes sont prohibées dans cette langue.

Dans cette lignée, deux études préliminaires ont été conduites sur le tachlhit avec pour objectif de tester des hypothèses de syllabation des séquences consonantiques : Browman, Goldstein et al. (1998) sur des données EMA et Ridouane & Fougeron (2006) sur des données électropalatographiques (EPG). Leurs résultats concordent et suggèrent que l'organisation syllabique dans cette langue peut se traduire par des patrons d'organisation gestuelle spécifiques. Ridouane & Fougeron (2006, voir aussi Fougeron & Ridouane 2008) ont observé la production de séquences hétérorganiques C₁C₂C₃ variant selon leur structure syllabique comme indiqué dans l'exemple (1) :

(1) ⁹	C ₂ = noyau	a. /t-gnu/	[tg.nu]	'elle cousait'
	C ₂ = coda	b. /n-gnu/	[ng.nu]	'nous cousions'
	C ₂ = attaque	c. /n-gn/	[n.gn]	'nous dormons'

La coordination entre les 'pseudo-gestes' (dérivés du contact linguopalatal) de la pointe de la langue pour C₁ et C₃ et du dos de la langue pour C₂ était comparée entre les trois conditions. Les résultats, illustrés dans la Figure 1, ont montré que la coordination des gestes de C₁ et C₃ par rapport à C₂ est plus stable quand C₂ est noyau. Dans cette position, C₂ est moins chevauché par la consonne suivante et leur coordination varie moins entre les répétitions. Si ces résultats doivent être confirmés par d'avantage de données, ils soulèvent pour autant des questions relatives à la perception de ces syllabes. Une hypothèse est que ce patron de coordination spécifique entre le noyau et les consonnes adjacentes pouvait être gouverné par un souci de préservation des indices perceptuels de l'élément central de la syllabe : le noyau.

Insérer Figure 1. ici

Figure 1. Variabilité dans le degré de chevauchement de C₂ par C₁ et C₃ (exprimé en pourcentage de la durée de C₂) qui est interprété comme un indice de la

⁹ L'élément souligné est le noyau et le « . » marque les frontières de syllabes.

stabilité de la coordination entre C₂ et les consonnes adjacent en fonction de sa position dans la syllabe (figure extraite de Fougeron & Ridouane 2008)

En résumé, des schèmes de coordination temporelle spécifiques peuvent refléter les relations particulières qui existent entre certains gestes, et par là, la structuration syllabique. Ces relations ne sont pas uniquement mises en évidence par l'observation des comportements phonologiques de ces unités mais aussi par l'observation de caractéristiques articulatoires dynamiques qui marquent leur cohésion. Ces caractéristiques sont modélisées par des spécifications de couplage et de rigidité de couplage entre les gestes.

III.4. Sous-constituants de la syllabe : domaines d'articulation différenciés

En plus des propriétés phonétiques de la syllabe comme constituant regroupant plusieurs éléments, nombre de travaux montrent que la réalisation d'un segment peut varier en fonction de sa position comme sous-constituant de la syllabe. La majeure partie de ces travaux s'attache à démontrer la réalité phonétique de la différence entre consonne d'attaque et consonne coda¹⁰.

A l'instar des analyses phonologiques, les études phonétiques montrent que les consonnes en position coda sont plus sujettes à la réduction (absence de relâchement, remplacement par une occlusive glottale, dévoisement des nasales, délétion ou assimilation) qu'en position d'attaque (Chen & Wang 1975, Locke 1983, Manuel & Vatikiotis-Bateson 1988, Kent & Read 1992). En position d'attaque, au contraire, les consonnes présentent des propriétés articulatoires interprétées comme la manifestation d'une position forte. Elles sont plus longues et/ou montrent des articulations plus extrêmes et plus stables. Si la notion de force articulatoire reste encore floue, elle a été utilisée dès les premiers travaux de phonétique expérimentale pour qualifier ces spécificités articulatoires (par exemple Rousselot 1909, Malécot 1955). En ce qui concerne la durée, les consonnes d'attaque sont plus longues, tant au niveau acoustique (Lehiste 1960), qu'au niveau de l'activité électromyographique (Fromkin 1965, Kiritani et al. 1980) ou articulatoire (Krakow 1989). L'amplitude des mouvements articulatoires pour ces consonnes est aussi plus ample qu'en position coda. Par exemple, en position d'attaque, sont observés un plus grand abaissement du velum pour les consonnes nasales (Ohala 1971, Vaissière 1988, Krakow 1989), une plus grande élévation de la lèvre inférieure (Krakow 1989) ou une plus forte constriction entre les lèvres pour les labiales (Browman & Goldstein 1995), et une plus forte constriction entre la langue et le palais ou une position de la langue plus élevée pour les linguales (Giles & Moll 1975, Byrd 1994, Browman & Goldstein 1995, Keating 1995).

¹⁰ Néanmoins, il faut souligner que la position syllabique étudiée n'est pas toujours distinguée de la position dans le mot : consonnes d'attaque initiales de mot et consonnes coda finales de mot. En outre, les résultats présentent fréquemment d'importantes variations individuelles.

Plusieurs travaux s'inscrivant dans le courant de la Phonologie Articulatoire ont aussi étudié les différences entre positions attaque et coda en terme de coordination entre gestes articulatoires. Ces différences ont trait à la synchronisation et à sa stabilité de la coordination entre les gestes servant à l'articulation d'une consonne, en fonction de sa position dans la syllabe. Comme mentionné dans la section II.1, le /l/ anglais alterne entre une variante claire et une sombre en position attaque et coda, respectivement. L'articulation d'un /l/ requiert un mouvement d'élévation de la pointe de la langue pour une occlusion alvéolaire qui s'accompagne d'un mouvement de rétraction du corps de la langue. Dans la variante sombre, le recul du corps de la langue est plus important que dans la variante claire. Sproat & Fujimura (1993), puis Browman & Goldstein (1995), observent que les mouvements du dos de la langue et de la pointe de la langue ne sont pas synchronisés de la même manière dans les deux positions : en position coda, le mouvement du dos de la langue commence plus tôt par rapport au mouvement de la pointe, alors qu'en position d'attaque ces deux mouvements sont synchrones. Krakow (1989) observe des différences de synchronisation similaires entre le mouvement d'abaissement du velum et celui d'élévation de la lèvre inférieure pour la production d'un /m/ en position d'attaque ou de coda. Gick (2003) expliquent aussi en termes de synchronisation les variations positionnelles des /l/, /w/ et /j/ en anglais. Browman & Goldstein (1995) formalisent ces différences de coordination en posant pour principe que les gestes correspondant à une attaque répondent à un mode synchrone, alors qu'en coda, ils sont séquentiels¹¹. Outre le phénomène de synchronisation, des différences dans la stabilité de la coordination gestuelle ont aussi été trouvées attaque et coda. Krakow (1999), par exemple, montre que la coordination entre les lèvres et le velum pour la production d'un /m/ est plus stable (moins variable) en position d'attaque qu'en coda. De même, au sein d'un groupe consonantique d'attaque, le chevauchement temporel entre les gestes de constriction orale pour les consonnes successives ne varie que très peu d'une répétition à l'autre ou en fonction du débit, alors que ces mêmes gestes ont un degré de chevauchement variable pour un groupe de consonnes coda (Byrd 1994).

Comparées aux consonnes attaque et coda, les caractéristiques phonétiques des consonnes noyaux ont fait l'objet de moins d'études expérimentales. La raison, comme nous l'avons souligné dans l'introduction de cet article, est due au fait que dans la majorité des langues examinées les consonnes occupent les marges de syllabe et très rarement le noyau. Une exception notable concerne les consonnes sonantes (voir Bell 1978). En anglais, en allemand ou en tchèque, par exemple, les consonnes sonantes peuvent occuper le noyau de syllabe (ex. /l/ de l'anglais [ba.tl] « bouteille », /n/ de l'allemand [ha.bn] « avoir », /r/ du tchèque [br.no] « Bruno »). Les consonnes sonantes en anglais américain et britannique ont fait l'objet de quelques études pour déterminer si leur position dans la syllabe a un quelconque effet sur leur implémentation phonétique. Lehiste (1964), à

¹¹ D'autres travaux font appel à ces connaissances sur les différences phonétiques entre attaque et coda pour tester l'affiliation syllabique de consonnes ambisyllabiques ou supposées resyllabées (par exemple Turk 1994, Gick 2003, Fougeron 2007).

partir d'une étude acoustique sur 5 locuteurs, n'a pas trouvé de différences de structure formantique entre /l/ noyau et /l/ coda, les deux étant produites avec un F1 et un F2 identiques, alors que la sonante attaque a un F1 et F2 plus élevés. Toft (2002) a obtenu les mêmes résultats à partir des données de l'anglais britannique à partir de 8 locuteurs. Ces résultats semblent indiquer que la position noyau n'affecte pas la qualité des consonnes sonantes. En effet, c'est la durée qui est généralement considérée comme l'indice principal de la syllabité d'une consonne (Clark & Yallop 1995, Price 1980, Byrd 1993). Price (1980) dont l'étude traitait des corrélats perceptifs des sommets syllabiques, a montré que la durée est le corrélat principal permettant de distinguer les segments syllabiques, plus longues, de leurs contreparties non-syllabiques. Byrd a aussi montré, en se basant sur l'analyse du corpus TIMIT, que /n/ noyau a une durée significativement plus longue que /n/ attaque ou coda (mais voir Toft (2002) pour des résultats suggérant une absence de différence temporelle liée à la syllabité des sonantes à partir de données sur l'anglais britannique).

En berbère tachelhit, Ridouane & Fougeron (2006) ont comparé l'articulation linguo-palatale (par EPG) des consonnes /k/ et /g/ en position noyau (ex. [tk.sa] « elle a fait paître »), attaque (ex. [n.kʰ] « nous paissions, aoriste ») et coda [nk.sa] « nous avons fait paître»). Les résultats montrent que les consonnes en position noyau ne sont pas plus longues que dans les autres positions, tant en terme de durée acoustique, qu'en terme de durée d'occlusion articulaire. Ce résultat n'est pas surprenant étant donné que la durée consonantique est utilisée de façon contrastive dans cette langue. En effet, l'allongement de la durée de /k/ de la forme [nks], par exemple, risque de créer une confusion avec la forme [nkks] « nous avons enlevé », contenant une géminée sous-jacente. D'autre part, aucune différence n'est observée sur le degré de constriction linguo-palatale dans la région vélaire. Pour autant, c'est dans la position noyau, que les consonnes présentent le plus souvent une occlusion visible sur le palais artificiel. Mais les limitations inhérentes à l'EPG rendent difficile l'interprétation de ce résultat. En effet, il peut s'agir soit d'une articulation plus postérieure (et donc invisible sur le palais artificiel), soit d'une plus grande propension à la lénition pour les consonnes en position non-noyau. Cette étude est actuellement complétée par l'observation de consonnes antérieures pour lesquelles l'EPG ne souffre pas de ces limitations et par des données EMA.

IV. CONCLUSION

Nous avons fait le choix, fatalement restrictif, de ne traiter que de certains aspects concernant la nature phonologique et la réalité physique de la syllabe. Du point de vue phonologique, son importance pour les descriptions phonologiques repose sur un ensemble d'arguments indépendants relatifs à son organisation interne, à ses relations avec les différents domaines de structuration sonore des langues et à son rôle central dans la plupart des modèles théoriques. Du point de vue phonétique, même si une définition plus précise et rigoureuse de la syllabe est encore une perspective de recherche, des progrès importants sont accomplis. Ils sont rendus possibles grâce au développement considérable, d'une part des

techniques d'investigation expérimentale, et d'autre part de modèles théoriques phonétiques et/ou phonologiques en phase avec l'expérimentation en laboratoire. C'est le cas de la Phonologie Articulatoire qui définit la syllabe comme un patron spécifique de coordination articulaire modélisé par des spécifications relatives au couplage entre les gestes dont dérivent la cohésion et la stabilité des structures coordinatives de production de la parole. La perspective de confronter ce modèle aux syllabes contenant des noyaux consonantiques, comme en berbère tachelhit, en arabe marocain ou en slovaque, est une voie prometteuse pour une compréhension plus approfondie de la notion de syllabe et de son rôle dans les processus en interaction de production de la parole et de structuration du langage.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les éditeurs et un relecteur anonyme pour leurs remarques et suggestions constructives. Le travail présenté ici a été en partie mené dans le cadre du projet ANR - JCJC 'SLBL'.

REFERENCES

- Anderson J.-M. & Jones C., 1974, Three theses concerning phonological representation, *Journal of Linguistics* 10, p. 1-26.
- Bagemihl B., 1987, Tigrinya Speech Disguise and Constraints on Spreading Rules, *Proceedings of the West Coast Conference on Formal Linguistics* 6, Stanford Linguistics Association, p. 1-15.
- Beaulieu K., 2001, La structure interne de la syllabe, ce qu'en disent les lapsus ? *Colloque des Etudiants en Sciences du Langage CESLa*, Université de Québec, Montréal.
- Bell A., 1978, Syllabic consonants, in *Universals of Human Language*, Voi 2, Phonology, J. Greenberg (ed), Stanford, Cal, Stanford University Press, p. 153-201.
- Bell A. & Hooper J.B., 1978, Issues and evidence in syllabic phonology, in A. Bell & J.B. Hooper (eds), *Syllables and segments*, Amsterdam, North-Holland Publishing Co, p. 3-24.
- Beltzung J. M. 2008, *L'allongement compensatoire dans les représentations phonologiques*, nature, contraintes et typologie, Thèse de Doctorat de 3^e cycle, Paris, Université Sorbonne Nouvelle.
- Benguerel A. & Cowan H. A., 1974, Coarticulation of upper lip protrusion in French, *Phonetica* 30, p. 41-55.
- Blevins J., 1995, The syllable in phonological theory, in J. Goldsmith (ed), *The Handbook of Phonological Theory*, Oxford, Blackwell Publishers, p. 206-244.
- Bloomfield L., 1961, *Le langage*, Paris, Payot [1^{ère} édition américaine, 1933]
- Browman C. & Goldstein L., 1986, Towards an articulatory phonology, *Phonology Yearbook* 3, p. 219-252.
- Browman C. & Goldstein L., 1988, Some Notes on Syllable Structure in Articulatory Phonology, *Phonetica* 45, p. 140-155.

- Browman C. & Goldstein L., 1995, Dynamics and Articulatory Phonology, in F. Robert, Port & Timothy van Gelder (eds), *Mind as Motion*, Cambridge, MIT Press, p. 175-194.
- Browman C. & Goldstein L., 2000, Competing constraints on intergestural coordination and selforganization of phonological structure, *Les Cahiers de l'ICP, Bulletin ICP* 5, p. 25-34.
- Browman C., Goldstein L., Honorof D., Jebbour A. & Selkirk E., 1998, Gestural organization underlying syllable structure, Oral presentation in Current Trends in Phonology II Royaumont, 22-24 June.
- Byrd D., 1993, 54,000 American stops, *UCLA Working Papers in Phonetics* 83, p. 97-116.
- Byrd D., 1994, *Articulatory Timing in English Consonant Sequences*, Ph.D. Dissertation, Los Angeles, UCLA.
- Byrd D., 1995, C-Centers Revisited, *Phonetica* 52, p. 285-307.
- Cairns C. E. & Feinstein M. H., 1982, Markedness and the theory of syllable structure, *Linguistic Inquiry* 132, p. 158-170.
- Catford J. C. 1977, *Fundamental problems in phonetics*, Edinburgh, Edinburgh University Press.
- Chen M. & Wang W., 1975, Sound change, Actuation and implementation, *Language* 51, p. 255-281.
- Chomsky N. & Halle M., 1968, *The Sound Pattern of English*, New York, Harper and Row.
- Clark J. & Yallop C., 1995, *An introduction to phonetics and phonology*, Oxford, Blackwell Publishers.
- Clements G. N., 1986, Compensatory Lengthening and Consonant Gemination in Luganda, in L. Wetzels & E. Sezer (eds), *Studies in Compensatory Lengthening*, Foris Publications, Dordrecht, p. 37-77.
- Clements G. N., 1990, The role of the sonority cycle in core syllabification, in J. Kingston & M. Beckman (eds), *Papers in Laboratory Phonology I*, CUP, Cambridge, p. 283-333.
- Clements G. N., 2009, Does sonority have a phonetics basis?, in E. Raimy & C. Cairns (eds), *Contemporary views on architecture and representations in phonological theory*, Cambridge, MIT press, p. 165-175.
- Clements G. N. & Keyser S. J., 1983, *CV phonology, a generative theory of the syllable*, Cambridge, MIT Press.
- Content A., Christine M., Ruth K. K. & Frauenfelder U. H., 2001, Sequence detection in pseudowords in French, where is the syllable effect? *Language and Cognitive Processes* 16, p. 609-636.
- Cornulier B. de, 1982, *Théorie du vers*, Paris, éditions du Seuil.
- Davis S., 1994, Language games, in R. E. Asher & J. M. Y. Simpson (eds), *Encyclopedia of language and linguistics*, Oxford, Pergamon Press.
- Delattre P., 1940, Tendances de coupe syllabique en français, in P. Delattre (ed), *Studies in French and comparative phonetics*, The Hague, Mouton, p. 150-162.
- Delattre P., 1944, L'aperture et la syllabation phonétique, *The French Review* 17, p. 281-285.
- Dell F. & Elmedlaoui M., 2002, *Syllables in Tashlhiyt Berber and in Moroccan Arabic*, Dordrecht, Kluwer.
- Dell F. & Elmedlaoui M., 2008, *Poetic Meter and Musical Form in Tashlhiyt Berber Songs*, *Série Berber Studies*, vol, 19, Cologne, Rüdiger Köppe Verlag.

- Dumay N., Frauenfelder U. H., Content A., 2002, The role of the syllable in lexical segmentation in French, Word-spotting data, *Brain and Language* 81, p. 144–161.
- Dupoux E., Kakehi K., Hirose Y., Pallier C. & Mehler J., 1999, Epenthetic vowels in Japanese, a perceptual illusion? *Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance* 25, p. 1568–1578.
- Encrevé P., 1988, *La liaison avec et sans enchaînement, phonologie tridimensionnelle et usages du français*, Paris, Editions du Seuil.
- Féry C. & Van De Vijver R., (eds), 2003, *The Syllable in Optimality Theory*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Fougeron C., 2007, Word boundaries and contrast neutralization in the case of enchaînement in French, in J. Cole & J. I. Hualde (eds), *Papers in Laboratory Phonology IX, Change in Phonology*, Berlin, Mouton de Gruyter, p. 609-642.
- Fougeron C. & Ridouane R., 2008, On the phonetic implementation of syllabic consonants and vowel-less syllables in Tashlhiyt, *Estudios de Fonética Experimental* 18, p. 139–175.
- Fromkin V., 1965, Some Phonetic Specifications of Linguistic Units, an Electromyographic Investigation, *Working Papers in Phonetics* 3, UCLA.
- Fudge E., 1969, Syllables, *Journal of Linguistics* 5, p. 253-287.
- Fujimura O. & J. Lovins, 1978, Syllables as concatenative phonetic units, in A. Bell & J. Hooper (eds), *Syllables and segments*, Amsterdam, North-Holland Publishing Co, p. 107-120.
- Gick B., 2003, Articulatory correlates of ambisyllabicity in English glides and liquids, in J. Local, R. Ogden, R. Temple (eds), *Papers in Laboratory Phonology VI, Constraints on Phonetic Interpretation*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 222-236.
- Giles S. B. & Moll K. L., 1975, Cinefluorographic study of selected allophones of English /l/, *Phonetica* 31, 206-227.
- Gleason P., Tuller B. & Kelso J. A., 1996, Syllable affiliation of consonant clusters undergoes a phase transition over speaking rates, *Proceedings of the 4th International Conference on Spoken Language Processing*, vol, 1, 276-278.
- Goldsmith J., 1976, *Autosegmental phonology*, PhD dissertation, Cambridge, MIT, [New-York, Garland Press, 1979].
- Goldsmith J., 1990, *Autosegmental and metrical phonology*, Oxford, Blackwell Publisher.
- Goldstein L., Chitoran I. & Selkirk E., 2007, Syllable structure as coupled oscillator Modes, evidence from Georgian vs. Tashlhiyt Berber, *Proceedings of the XVIth International Congress of Phonetic Sciences*, p. 241-244.
- Grammont M., 1933, *Traité de phonétique*, Paris, Delagrave.
- Halle M. & Vergnaud J-R., 1980, Three-dimensional phonology, *Journal of Linguistic Research* 1, p. 83-105.
- Haugen E., 1956, The syllable in linguistic description, in M. Halle, H. G. Lunt, & H. McClean (eds), *For Roman Jakobson*, The Hague, Mouton, p. 213-221.
- Hayes B., 1995, *Metrical stress theory, Principles and case studies*, Chicago, University of Chicago Press.
- Hjelmslev L., 1935, On the principles of phonematics, *Proceedings of the 2nd International Congress of Phonetic Sciences*, p. 49-54.
- Hockett C. F., 1955, *A manual of phonology*, Baltimore, Waverley Press.

- Hogg R. & McCully C. B., 1987, *Metrical phonology, a coursebook*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Honorof D. N. & Browman C. P., 1995, The center or edge, how are consonant clusters organized with respect to the vowel? *Proceedings of the XIIIth International Congress of Phonetic Sciences*, vol 3, p. 552-555.
- Hooper J. B., 1972, The syllable in phonological theory, *Language* 483, p. 525-540.
- Hyman L., 1985, *A Theory of Phonological Weight*, Dordrecht, Foris.
- Itô J. Kitagawa, Y. & Mester A., 1996, Prosodic faithfulness and correspondence, evidence from a Japanese argot, *Journal of East Asian Linguistics* 5, p. 217-294.
- Jakobson R. & Halle M., 1956, *Fundamentals in language*, The Hague, Mouton.
- Jespersen O., 1904, *Lehrbuch der Phonetik*, Leipzig.
- Jones C., 1976, Some constraints on medial consonant clusters, *Language* 52, p. 121-130.
- Kahn D., 1976, *Syllable-based generalisations in English phonology*, Bloomington, Indiana University Linguistics Club.
- Kaye J. & Lovenstamm J., 1984, De la syllabicit , in F. Dell, D. Hirst & J-R. Vergnaud (eds), *Forme Sonore du Langage*, Paris, Hermann, p. 123-159.
- Keating P., 1995, Effects of prosodic position on /t,d/ tongue/palate contact, *Proceedings of the 13th International Congress of Phonetic Sciences*, Stockholm, vol. 3, 432-435.
- Kenstowicz M., 1994, *Phonology in generative grammar*, Cambridge, Blackwell Publishers.
- Kent R. D. & Read C., 1992, *The Acoustic Analysis of Speech*, San Diego, Singular.
- Kiparsky P., 1979, Metrical structure assignment is cyclic, *Linguistic Inquiry* 10, p. 421-442.
- Kiritani S., Hirose H. & Sawashima M., 1980 Simultaneous X-ray microbeam and EMG study of velum movement for Japanese nasal sounds, *Annual Bulletin Research Institute of Logopedics and Phoniatrics* 14, p. 91-100.
- Kozhevnikov V. A. & Chistovich L. A., 1965, *Speech, Articulation and Perception*, Washington DC, Joint Publications Research Service n  30.
- Krakow R. A., 1989, *The Articulatory Organization of Syllables, A Kinematic Analysis of labial and velar Gestures*, PhD dissertation, New Haven, Yale University.
- Krakow R. A., 1999, Physiological organization of syllables: a review, *Journal of Phonetics* 27, p. 23-54.
- Kurylowicz, J., 1948, Contribution   la théorie de la syllabe, *Bulletin de la Société Polonaise de Linguistique* 8, p. 80-104.
- Ladefoged, P., 1958, Syllable and stress, *Miscellanea Phonetics* 3, p. 1-15.
- Lass R., 1984, *Phonology, an introduction to basic concepts*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Lehiste I., 1960, An acoustic-phonetic study of internal open juncture, *Phonetica* 5 Supplement.
- Lehiste I., 1964, Acoustic Characteristics of Selected English Consonants, *International Journal of American Linguistics*, 30, p. 1-197.
- Levin J., 1985, *A metrical theory of syllabicity*, Ph. Dissertation, Cambridge, MIT.
- Lieberman M., 1975, *The intonational system of English*, Ph. Dissertation, Cambridge, MIT.

- Lieberman M., & Prince A., 1977, On stress and linguistic rhythm, *Linguistic Inquiry* 8, p. 249-236.
- Locke J. L., 1983, *Phonological Acquisition and Change*, London, Academic Press.
- Lowenstamm J., 1996, CV as the only syllable type, in J. Durand & B. Laks (eds), *Current Trends in Phonology, Models and Methods*, Salford, European Studies Research Institute, p. 419-443.
- MacNeilage, P. F., 1998, The Frame/Content theory of evolution of speech production, *Behavioral and Brain Sciences* 21, p. 499-546.
- MacNeilage, P. F. & Davis B., 2000, On the origin of internal structure of word forms, *Sciences* 288, p. 527-531.
- Maddieson I., 1984, *Patterns of sounds*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Malécot A., 1955, The force of articulation of American stops and fricatives as a function of position, *Phonetica* 18, p. 95-102.
- Malmberg B., 1955, The phonetic basis of syllable division, in B. Malmberg (ed.), 1971, *Phonétique générale et romane*, The Hague, Mouton, p. 115-121.
- Manuel S. Y. & Vatikiotis-Bateson E., 1988 Oral and glottal gestures and acoustics of underlying /t/ in English, *Journal of the Acoustical Society of America*, 84, Suppl. 1, S84A.
- McCarthy J., 1979, *Formal problems in Semitic phonology and morphology*, PhD Dissertation, Cambridge, MIT [New-York, Garland Press, 1985].
- McCarthy J. & Prince A., 1986, *Prosodic Morphology*, manuscript, University of Massachusetts, Amherst and Brandeis University.
- Meynadier Y., 2001, La syllabe phonétique et phonologique, une introduction, *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence* 20, p. 91-148.
- O'Connor, J. D. & Trim J. L. M., 1953, Vowel, consonant and syllable, a phonological definition, *Word* 9, p. 103-122.
- Ohala, J. J., 1971, Monitoring soft palate movements during speech, *Paper presented at the Meeting of the Acoustical Society of America*, Washington, DC.
- Öhman S. 1966, Coarticulation in VCV utterances, Spectrographic measurements, *Journal of the Acoustical Society of America* 39, p. 151-168.
- Parker S., 2008 Sound level protrusions as physical correlates of sonority, *Journal of Phonetics* 36, p. 55-90.
- Pierrehumbert J., 1994, Syllable structure and word structure, a study of triconsonantal clusters in English, in P. Keating (ed.), *Papers in Laboratory Phonology III, phonological structure and phonetic form*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 168-188.
- Plénat M., 1987, On the structure of rime in standard French, *Journal of Linguistics* 25, p. 867-887.
- Plénat M., 1995, Une approche prosodique de la morphologie du verlan, *Lingua* 95, p. 97 - 129.
- Price, P. J., 1980, Sonority and syllabicity, Acoustic correlates of perception, *Phonetica* 37, p. 327-343.
- Prince A. & Smolensky P., 1993, *Optimality Theory, constraint interaction in generative grammar*, Ms, Rutgers University & University of Colorado, Boulder, Published 2004, Malden, Mass, & Oxford, Blackwell.

- Redford M. A. & Diehl R. L., 1999, The relative perceptual distinctiveness of initial and final consonants in CVC syllable, *Journal of the Acoustical Society of America* 1063, p. 1555- 1565.
- Rialland A., 1985, Syllabe et structures phonologiques coexistantes, *Lalies V*, Paris, Ecole Normale Supérieure.
- Rialland A., 1994, The phonology and phonetics of extrasyllabicity in French, In P. Keating (ed.), *Papers in Laboratory Phonology III, phonological structure and phonetic form*, 136-159, Cambridge, Cambridge University Press.
- Ridouane R. & Fougeron C., 2006, Organisation syllabique dans des suites de consonnes en berbère, quelles évidences phonétiques ?, *Actes des XXVes journées d'études sur la parole*, Dinard, p. 371-374.
- Ridouane R., 2008, Syllables without vowels, phonetic and phonological evidence from Tashlhiyt Berber, *Phonology* 25, p. 321-359.
- Rossi M. & Peter-Défare E., 1998, *Les lapsus*, Paris, PUF.
- Rousselot P., 1909, *Principes de phonétique expérimentale*, Paris, Welter.
- Rousselot I., 2004, *Structures syllabiques et lexicales des langues du monde, Données, typologies, tendances universelles et contraintes substantielles*, Thèse de Doctorat de 3^e cycle, Grenoble, Université Stendhal.
- Saussure F. de, 1916, *Cours de linguistique générale*, Paris, Payot [éd, 1974].
- Scheer T., 2004, *A Lateral Theory of Phonology, what is CVCV, and why should it be?*, Berlin, Mouton de Gruyter.
- Segui J., Dupoux E. & Mehler J., 1990, The role of the syllable in speech segmentation, phoneme identification and lexical access, in G. Altmann (ed.), *Cognitive Models of Speech Processing*, Cambridge, MIT Press, p. 263-280.
- Selkirk E., 1982, The syllable, in H. van der Hulst & N. Smith (eds), *The Structure of phonological representations*, vol. 2, Dordrecht, Foris, p. 337-383.
- Selkirk E., 1984, *Phonology and syntax, the relation between sound and structure*, Cambridge, MIT Press.
- Sendmeier W. F., 1995, Feature, phoneme, syllable or word, how is speech mentally represented?, *Phonetica* 523, p. 131-143.
- Shattuck-Hufnagel S., 1979, Speech errors as evidence for a serial ordering mechanism in sentence production, in W. E. Cooper & E. C. T. Walker, *Sentence Processing, Psycholinguistic studies presented to M. Garrett*, Erlbaum.
- Shaw J., Gafos A. I., Hoole P. & Zeroual C., 2009, Temporal evidence for syllabic structure in Moroccan Arabic, data and model, *Phonology* 26, p. 187-215.
- Sievers E., 1881, *Grundzüge der Phonetik*, Leipzig, Breitkopf & Hartel.
- Sproat R. & Fujimura O., 1993, Allophonic variation in English /l/ and its implications for phonetic implementation, *Journal of Phonetics* 21, p. 291-311.
- Steriade D., 1982, Greek prosodies and the nature of syllabification, PhD dissertation, Cambridge, MIT.
- Stetson R. H., 1951, *Motor phonetics, a study of speech movements in action*, Amsterdam, North-Holland Publishing Co [1^{ère} éd., 1928].
- Straka G., 1964, L'évolution phonétique du latin et du français sous l'effet de l'énergie et de la faiblesse articulatoires, *Travaux de Linguistique et de Littérature de Strasbourg* 2, p. 17-98.
- Toft Z., 2002, The phonetics and phonology of some syllabic consonants in Southern British English, *ZAS Papers in Linguistics* 28, p. 111-144.

- Tranel B., 1987, French schwa and nonlinear phonology, *Linguistics* 255, p. 845-866.
- Tranel B., 1994, Current issues in French phonology, liaison and position theories, In J. Goldsmith ed., *The Handbook of Phonological Theory*, Oxford, Blackwell Publishers, p. 798-816.
- Tranel B., 1995, French final consonants and nonlinear phonology, *Lingua* 95, p. 131-168.
- Tuller B. & Kelso J. A., 1990, Phase transitions in Speech and their perceptual consequences, in Jeannerod (ed.), *Attention and performance*, p. 429-451.
- Tuller B., & Kelso J. A., 1991, The production and perception of syllable structure, *Journal of Speech and Hearing Research* 343, p. 501-508.
- Turk A., 1994, Articulatory phonetic clues to syllable affiliation, gestural characteristics of bilabial stops, in P. Keating (ed.), *Papers in Laboratory Phonology 3, Phonological Structure and Phonetic Form*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 107-135.
- Vaissière J., 1988, Prediction of velum movement from phonological specifications, *Phonetica* 45(2-4), p. 122-139.
- Vaux B., 2006, The syllable appendix, in E. Raimy & C. Cairns (eds), *Contemporary Views on Architecture and Representations in Phonological Theory*, Cambridge, MIT Press.
- Vennemann T., 1978, Universal syllabic phonology, *Theoretical Linguistics* 52-3, p. 175-215