

INCURSÕES EM TORNO DO RITMO DA FALA PROMENADES AUTOUR DU RYTHME DE LA PAROLE

**Plinio A. Barbosa, 2006, Pontes Editores, Campinas, SP Brasil – 540 p.
– ISBN 85-7113-233-X**

Notes de lecture de Céline DE LOOZE

*Laboratoire Parole et Langage
Mél : celine.delooze@lpl-aix.fr*

Résumé

Cet article traite du dernier ouvrage¹ de Plinio Barbosa dans lequel il nous présente son modèle dynamique du rythme de la parole.

Abstract

This article aims to introduce Plinio Barbosa's most recent book in which his dynamic model of speech rhythm is presented.

Le rythme d'une langue se caractérise par une alternance de syllabes fortes et de syllabes faibles que l'auteur cherche à modéliser. Dans ce livre, il présente un modèle dynamique du rythme de la parole en portugais brésilien (PB), envisagé selon les principes de la Théorie des Systèmes Dynamiques. Ces systèmes sont appelés dynamiques dans le sens où ils évoluent dans le temps en fonction de leurs états passés et présents. Leur évolution est représentée sous forme d'équations mathématiques, souvent des équations différentielles couplées comme dans le modèle qui nous est présenté ici par Barbosa. Les systèmes dynamiques se caractérisent soit par un seul point fixe, soit par un ensemble de points fixes, décrits par des variables qui correspondent aux états stables du système, entre lesquels il oscille indéfiniment.

Pour traduire la régularité du rythme de la parole, son modèle est doté d'un oscillateur syllabique qui produit des patrons de durée d'unités spécifiques. Pour traduire la proéminence et la segmentation de l'énoncé en groupes accentuels, son modèle est doté d'un oscillateur accentuel qui permet ainsi de caractériser de manière plus abstraite et linguistiquement plus pertinente une langue dite de rythme accentuel et une langue dite de rythme syllabique.

¹ BARBOSA, P. A. (2006) *Incursões em torno do Ritmo da Fala*. Campinas - São Paulo: Pontes Editores - FAPESP

1. Un modèle dynamique du rythme de la parole

Dans le **premier chapitre**, l'auteur présente tout d'abord son modèle dynamique de la parole. Il est élaboré à partir de 3 couplages régis par une force de couplage :

- (1) le couplage de deux oscillateurs qui implémentent la structure rythmique de l'énoncé, à savoir l'oscillateur accentuel qui structure les prééminences au niveau de la phrase et l'oscillateur syllabique qui organise la parole en unités VV, unités délimitées par deux attaques vocaliques consécutives;
- (2) le couplage de l'oscillateur syllabique avec une portée gestuelle qui organise les coordinations de phase entre les gestes du lexique (Browman et Goldstein, 1989) ; et
- (3) le couplage de l'oscillateur accentuel avec l'information syntaxique.

Ce modèle produit ainsi des patrons temporels de durée acoustique des gestes de la production de la parole (définis dans la théorie dynamique de la Phonologie Articulatoire de Browman et Goldstein, 1986, 1989, 1992), à savoir la durée des unités VV à partir de l'interaction des différents composants du système.

Le modèle possède également des paramètres d'ordre (choix de l'unité VV) et de contrôle (qui guident le système dans ses changements) capables de s'adapter à la production de l'organisation temporelle. Ainsi, le système résiste aux perturbations externes sans pour autant compromettre la réalisation de la tâche.

Plinio Barbosa argumente en faveur d'un tel système car il satisfait les propriétés d'un système auto-organisé en structures coordonnées (propriétés définies par Kelso, 1995) et celles d'un modèle intrinsèque de l'organisation temporelle de la parole (selon la Phonologie Articulatoire de Browman et Goldstein, 1992). En effet, le système est régi par un principe de coordination fonctionnelle entre les composants du système dynamique.

Le modèle utilise un ensemble d'équations qui définissent une famille de mouvements ; le mouvement coordonné est ensuite analysé en différentes échelles temporelles hiérarchisées et les oscillateurs couplés produisent cycliquement la durée des unités VV. De plus, ce modèle satisfait les propriétés d'un modèle de l'organisation temporelle de la parole car il part de la distinction entre voyelles et consonnes, produit des unités VV modifiées en fonction du débit, de la position et de l'amplitude des pulsations de l'oscillateur accentuel et prend également en compte la planification de l'énoncé et renseigne de la coarticulation.

Ce modèle dynamique est également pertinent d'un point de vue biologique et linguistique. Le caractère fonctionnel des structures coordonnées de la production de la parole et la prise en compte de deux ordres d'amplitude temporelle (*Frame* et *Content*, McNeilage, 1998) attestent en effet de la pertinence biologique du modèle. La métrique dynamique de la succession de prééminences de degrés variés proposée par l'auteur² et inspirée des modèles non linéaires (Lieberman et Prince, 1977) ainsi que la prise en compte de la variabilité inter et intra individuelle certifient la pertinence linguistique de ce modèle dynamique.

² La conception linguistique ici abandonne l'assimilation du symbole pour le discret ce qui n'empêche pas selon l'auteur de modéliser un composant abstrait dans un modèle, l'abstraction se faisant dans les modèles dynamiques par la réduction du degré de liberté.

2. Du rythme comme régularité : la syllabe

Le **second chapitre** traite du choix de l'oscillateur syllabique comme attracteur dynamique du modèle, attracteur cyclique qui oscille à une fréquence d'ordre de l'amplitude de la syllabe et qui traduit de la régularité du rythme de la parole défini par l'auteur comme la répétition périodique d'événements d'échelle temporelle de taille de l'unité VV mais également de l'accent de phrase.

Après avoir présenté les travaux de Brosses (1975), Koenig et al (1946), Kent (1970), Moll (1972) et Stetson (1988), Plinio Barbosa justifie dans un premier temps de la distinction fonctionnelle du rôle des voyelles et des consonnes dans la production de la parole et de l'interdépendance des articulateurs de la parole requis pour la réalisation de ces deux classes sonores. S'appuyant sur les travaux de Stetson (1988), Ladefoged (1996), Fujirama (2001a) et Barbosa (1994), il argumente ensuite en faveur de la syllabe comme unité basique de la parole, correspondant dans son modèle dynamique à l'unité VV et défend l'homogénéité de la durée des unités VV et leur stabilité d'un point de vue paradigmatique et syntagmatique. Selon l'auteur, la stabilité du flux vocal entraîne un effet de compensation de la durée des segments qui composent l'unité VV en PB (Barbosa, 1996a) et sous l'effet de l'accent de phrase a pour conséquence un allongement homogène de ces mêmes segments en français et en PB (Barbosa, 1994) bien que l'hypothèse d'élasticité uniforme (Campbell et Isard, 1991) en PB semble plus complexe et amène l'auteur à proposer deux unités rythmiques pour modeler la durée dans cette langue.

La stabilité de l'unité VV présuppose que les attaques vocaliques résistent aux perturbations consonantiques et prosodiques, une résistance traduite par l'attraction de l'oscillateur syllabique qui maintient la régularité et la périodicité. Selon l'auteur la périodicité est en effet avantageuse pour un système de production du rythme de la parole car elle exige un minimum d'énergie et de planification pour le système cognitif et permet l'anticipation et la synchronisation du mouvement cyclique. Cependant, pour la perception, Barbosa indique la nécessité d'y insérer un patron non régulier, afin de perturber la régularité et signaler l'information linguistique. Cette perturbation est d'ailleurs, selon Plinio Barbosa, ce qui a manqué dans les travaux de Lloyd-James (1940), Pike (1945), Abercrombie (1967), Allen (1972), Lea (1974), Lehiste (1977), Bertinetto (1977), Pointon (1980), Wenk et Wioland (1982), Nootboom (1991), Eriksson (1991), qui cherchaient un isochronisme absolu de la parole. Pour Barbosa, il ne peut y avoir d'isochronisme absolu dans la communication car le rythme de la parole est construit dans l'inter-relation entre régularité et structure. Le modèle des oscillateurs couplés permet d'expliquer ce phénomène en imposant un caractère attracteur de l'attaque de la voyelle ou de la transition CV (Dogil, 1987 ; Stetson, Chistovich et Ogorodnikova, 1982 ; Wong et Schreiner, 2003 ; Scott et Wise, 2003). Le caractère attracteur de l'attaque de la voyelle ou de la transition CV est d'ailleurs démontré dans les travaux de Pompino-Marschall (1989), de Fowler (1979), Tuller et Fowler (1980), de Jong (1992) et Scott, par l'implémentation d'un centre perceptuel ou p-center (Marcus, 1976) à partir de tâches de synchronisation parole/métronome. En effet, le p-center (point d'ancrage psycho-acoustique) a permis de démontrer que les événements articulatoires et acoustiques se situent dans le voisinage de l'attaque de la voyelle et d'argumenter en faveur des modèles de production de la parole qui considèrent que cette même production se fait par la superposition de deux mécanismes : la production continue des voyelles et la production intermittente des consonnes.

Ainsi, en fin de chapitre, Barbosa propose, à partir de tâches de synchronisation parole/métronome, de vérifier le caractère attracteur de l'attaque de la voyelle en PB et le phénomène de synchronisation par la simulation d'un attracteur cyclique accentuel sous-jacent. L'auteur corrobore les résultats avancés dans la littérature à savoir que les sujets ajustent leur lecture afin que les attaques des voyelles soient proches des battements du métronome et démontre la régularité de l'oscillateur accentuel dont les pulsations doivent être alignées avec les attaques des voyelles au niveau de la phrase. Il analyse également la relation entre le p-center et la différence d'énergie à la transition CV et la relation entre le p-center et le *tilt spectral* des consonnes. Les résultats trouvés amènent l'auteur à concevoir le p-center comme sous-jacent à la transition CV mais perturbé par les consonnes avoisinantes.

L'auteur conclut ce chapitre en affirmant que l'unité minimale et adéquate de régularité du rythme de la parole est l'unité VV définie ainsi comme le groupe inter-p-center (Barbosa, 1996a). Les *attaques* des voyelles sont validées comme attracteurs cycliques par leur stabilité temporelle, leur homogénéité et par leur attraction avec les battements du métronome en tâche de synchronisation parole/métronome. Il valide ainsi son hypothèse d'un ordre d'amplitude syllabique du cycle de production et réfute en toute dernière partie l'effet caniveau ou « *through effect* » (Ohman, 1967) qui pourrait être un contre-argument à la thèse défendue dans ce chapitre.

3. Du rythme comme structuration : l'accent

Le **chapitre 3** défend le choix de l'oscillateur accentuel du modèle dynamique proposé comme attracteur cyclique, qui en se superposant à l'oscillation syllabique, informe de la face structurante du rythme de la parole. Barbosa décrit dans une première partie la nature et le principe d'oscillations des pulsations de l'oscillateur accentuel, de ses relations avec l'accent lexical, l'accent de phrase et l'accentuation, et présente ainsi deux des trois fonctions de l'oscillation accentuelle (à savoir la signalisation de la prééminence et la segmentation de l'énoncé en unités mineures, appelées groupes accentuels). Dans un deuxième temps, l'auteur pose un cadre théorique au modèle. Il finit ce chapitre en abordant la notion de typologisation rythmique des langues à partir de son modèle qu'il suggère d'utiliser pour caractériser de manière plus abstraite et linguistiquement plus pertinente une langue dite de rythme accentuel et une langue dite de rythme syllabique.

Dans son modèle dynamique, l'accent lexical est indépendant du composant accentuel, il est une propriété du lexique. L'accent de phrase est spécifié par la position des pulsations de l'oscillateur accentuel et la relation hiérarchique des accents de phrase par l'amplitude des pulsations. La position des pulsations est le résultat du couplage entre la succession périodique des pulsations de l'oscillateur accentuel et le composant syntaxique du modèle qui impose une position syntaxiquement pertinente à des pulsations originellement régulières. Les accents de phrase implémentés à partir des pics de durée des unités VV (résultat du couplage entre oscillateurs accentuel et syllabique) permettent de délimiter des groupes accentuels. Selon l'auteur, cette distinction entre accent lexical et accent de phrase est en accord avec les systèmes de notation prosodique (Shattuck-Hufnagel, Ostendorf et Ross, 1994 ; Abercrombie, 1965 ; Stone, 1981) où la syllabe est marquée par différents niveaux de prééminence. L'accent de phrase est donc une prééminence produite à partir de l'information abstraite de l'oscillateur accentuel, du couplage de cet oscillateur avec l'oscillateur syllabique et de la spécification du lexique gestuel. La perception effective des prééminences est également

conditionnée par l'implémentation d'autres systèmes prosodiques, tel que le système de l'intonation. Le mouvement des proéminences progressives et graduelles, c'est-à-dire l'augmentation des unités VV, est ce que Barbosa appelle l'accentuation. L'accent de phrase est donc dans ce modèle dynamique la conséquence d'un mécanisme d'accentuation.

Après avoir déterminé la nature relationnelle entre l'oscillateur accentuel et l'accent lexical, l'accent de phrase et l'accentuation, l'auteur se penche sur la position théorique de son modèle dynamique. Il présente les travaux de Liberman (1975), Liberman et Prince (1977), Selkirk (1980), Prince (1983) et Goldsmith (1990) concernant la théorie ou phonologie métrique où la proéminence relative est définie en terme de hiérarchie des constituants et où le rythme linguistique est défini par l'alignement du matériel linguistique (syllabes, mots, syntagmes) avec une grille métrique pour laquelle l'auteur expose les règles (Bresnan, 1972 ; Gimson, 1962 ; Kiparsky, 1973 ; Liberman et Prince, 1977). Il aborde ainsi le phénomène de conflit accentuel ou « *stress clash* »³ et de déplacement accentuel ou « *stress shift* » (Liberman et Prince, 1977) qu'il propose d'étudier en anglais américain et en portugais afin d'analyser l'organisation rythmique de la parole dans le cadre du conflit accentuel. C'est à travers les études de Shattuck-Hufnagel et al (1994), Vogel et al (1995) pour l'anglais américain et celles de Barbosa (2002), Arantes (2003), Barbosa et al (2004), Madureira (2002) et Madureira et al (2004) pour le portugais⁴ qu'il réfute la notion de conflit accentuel. En effet, l'auteur rapporte qu'en portugais, un accent lexical peut se trouver à proximité d'un accent de phrase, sa durée étant d'autant plus grande que l'unité linguistique est proche de l'accent de phrase ; la distribution des proéminences en anglais et en portugais montre une tendance à la régularité des accents de phrase malgré la proximité des accents lexicaux. Enfin, les marquages de frontière initiale d'un groupe accentuel se font indépendamment d'un conflit accentuel, par la durée et les pics de la fréquence du fondamental (*fo*). Il valide ainsi l'inexistence du phénomène de conflit accentuel. Par ailleurs, parce qu'il existe une alternance des proéminences au sein du groupe accentuel, Barbosa propose d'aborder la notion d'accentuation secondaire en portugais, en testant, à partir du modèle proposé, l'hypothèse d'un binarisme de l'accent secondaire (l'occurrence d'accent se fait de droite à gauche toutes les deux syllabes à partir de la position de l'accent lexical primaire). Il repasse tout d'abord en revue les travaux de Viana (1973), Ali (1908), Chomsky et Halle (1991) qu'il oppose à ceux de Arvaniti (1992), Prieto et Santen (1999), Sharf et al (1995), Bertinetto (1976), Gama-Rossi (1998) et Moraes (2003), contre-arguments à l'alternance binaire et rapportant plutôt une proéminence secondaire initiale. Puis, il teste lui-même l'effet de binarisme ou de proéminence secondaire initiale dans les langues romanes et conclut que l'accent secondaire est un phénomène prosodique de marquage de frontière initiale du groupe accentuel et qu'il n'y a pas d'indice d'alternance binaire.

Toujours dans le cadre de la Phonologie métrique, et s'appuyant sur les travaux de Port et al (1995, 1998), Cummins et Port (1998), Stetson (1988), Kelso (1995), Kugler et Turvey (1987), Barbosa propose que le rythme soit vu, dans son modèle dynamique, comme un principe organisateur, réalisé par le couplage entre les oscillateurs syllabique et accentuel. Le couplage de la régularité syllabique avec la

³ L'auteur préfère au terme « conflit accentuel » celui de « rencontre accentuelle » car la proximité de deux accents est possible en PB.

⁴ Portugais du Brésil et du Portugal

régularité accentuelle produit en effet une structure dans le cycle syllabique et une hiérarchie dans le cycle accentuel. L'accentuation secondaire serait traduite par un mécanisme d'alternance de prééminences résultant du couplage entre l'oscillateur accentuel et le composant syntaxique sémantique. Le conflit accentuel serait évité par la production périodique des accents de phrase.

Le chapitre se termine par l'utilisation du modèle proposé comme système permettant de distinguer une langue dite de type rythmique accentuel et une autre dite de type rythmique syllabique. En effet, la tendance d'une langue serait déterminée dans le modèle proposé par l'influence de l'un des deux oscillateurs. L'influence de l'oscillateur accentuel sur le syllabique caractériserait une langue de type accentuel ; et réciproquement, l'influence de l'oscillateur syllabique sur l'accentuel déterminerait une langue comme syllabique. Il n'existerait cependant pas de dichotomie mais plutôt une variation continue entre deux extrêmes idéaux, variation déterminée en fonction de la force de couplage. Ce modèle dynamique exclut donc tout isochronisme accentuel ou syllabique absolu comme le suggèrent les travaux de Roach (1982), Fant et al (1989), Kohler (1986), Pointon (1980), Miller (1984), Wenk et Wioland, 1982). Par ailleurs, s'appuyant sur les travaux de o'Dell et Nieminen (1999), Barbosa propose, à partir du modèle, l'étude de la typologie rythmique du portugais du Brésil. Après avoir explicité la méthodologie utilisée pour la délimitation des groupes accentuels (procédure semi-automatique qui consiste en la segmentation et l'étiquetage des unités VV et à l'application du script *SGdetector*), il démontre, à travers l'analyse de la durée des unités VV et des groupes accentuels, l'impossibilité d'un isochronisme accentuel absolu en portugais.

4. Interface entre rythme et syntaxe

Le **quatrième chapitre** traite de l'interface entre rythme et syntaxe, c'est-à-dire du couplage de deux composants, un composant syntaxique et un composant non linguistique correspondant aux restrictions du mécanisme de production de la parole. Ce couplage permettrait d'expliquer et de produire la constitution prosodique d'un énoncé en particulier la position et l'amplitude des accents de phrase qui, respectivement, délimite les constituants prosodiques et signale la prééminence. Cette étude a pour objectif de déterminer les facteurs qui influent sur la position et l'amplitude des accents de phrase, ainsi que leur relation et la manière dont ces derniers se modifient dès lors que le débit est lui aussi modifié.

Dans une première partie, Barbosa présente brièvement les travaux de Liberman et Prince (1977) et de Nespor et Vogel (1986) afin de décider du domaine d'application des règles du rythme. Barbosa soutient la thèse que le groupe accentuel (et non le syntagme phonologique) est le domaine approprié. Pour la segmentation de l'énoncé, il propose de mener une analyse syntaxique limitée et de prendre en compte des principes prosodiques qui ne sont pas attachés à une spécification syntaxique. Il défend donc la thèse que syntaxe et prosodie sont liées mais que leur relation n'est pas isomorphe. A partir de modèles de production automatique de la prosodie (Sproat, 1997 ; Bachenko et Fitzpatrick, 1990 ; Dirksen et Coleman, 1997 ; Sproat et al, 1998 ; Schweiter et al, 2002 ; Emerard et al, 1992 ; Ferri et al, 1997 ; Monaghan, Pasdeloup et Martin), il conclut que la prosodie peut différer de la structure syntaxique et intégrer des critères non linguistiques (équilibre de l'extension des constituants par exemple), critères qui produisent une structure relativement plane, une hiérarchie plus réduite. Il détaille aussi les travaux de Grosjean et de Watson et Gibson où la structure prosodique produite est obtenue par l'interaction

entre information syntaxique / sémantique et restrictions du système de la production de la parole.

Puis, Barbosa s'appuie sur les modèles de grammaires de dépendance de Tesnière (1967) et Bailly (1986) afin de décrire, en français et en portugais, les relations syntaxiques d'une phrase, relations de cohésions locales entre les mots spécifiées par un ensemble de marqueurs relationnels (dépendance faible à gauche, interdépendance forte par exemple). Ces marqueurs relationnels (ou marqueurs syntaxiques) permettent de rendre compte de l'organisation prosodique sous-jacente de ces deux langues. L'auteur n'est cependant pas satisfait de la structure de performance obtenue qui, selon lui, ne rend pas compte de la variabilité individuelle. En effet, les locuteurs segmentent et hiérarchisent un énoncé différemment, suivant que le débit est différent. Il propose ainsi d'analyser la segmentation et la hiérarchisation d'énoncés du PB par différentes procédures notamment par la variation du débit. Selon lui, elle est le meilleur moyen d'observer la restructuration rythmique. Tout d'abord et à partir de trois algorithmes d'annotation de force de cohésion (Grosjean et al, 1979 ; Bailly, 1986 ; l'algorithme MG), Barbosa annote le corpus Lobato d'un ensemble d'indices de cohésion spécifiés à la suite de chaque mot phonologique. Puis, afin d'obtenir une structure de performance, il fait appel à deux types de procédure : (1) la construction d'un arbre à partir des durées des unités VV (Grosjean) ; (2) la délimitation automatique des groupes accentuels, *i.e.*, la réunion des constituants au sein du groupe accentuel et la réunion des groupes accentuels en constituants (Monnin et Grosjean). Il modifie enfin le débit et évalue ainsi la force d'ancrage des frontières des groupes accentuels à des frontières syntaxiques déterminées et les propriétés de symétrie et d'extension des constituants prosodiques. Barbosa explique donc que concevoir un modèle de prévision de l'organisation rythmique nécessite la prise en compte de l'inter-relation entre syntaxe et restrictions du mécanisme de production de la parole, l'intégration de la variation du débit et celle de la variation inter- et intra-sujet. Puis, pour implémenter un modèle d'intégration entre syntaxe et prosodie, il faut déterminer le nombre de frontières prosodiques. Barbosa le fait de façon probabiliste à partir d'une étude menée sur des locuteurs portugais et distingue ainsi 3 frontières prosodiques (faible, moyenne et forte).

Tous ces éléments permettent ainsi à l'auteur de proposer un modèle d'attribution automatique des accents de phrase élaboré (l'algorithme *PhrStressAttrib*) où 3 paramètres peuvent être testés individuellement : le débit, la distribution du nombre d'unités VV par groupe accentuel et le degré de couplage entre syntaxe et mécanisme de production de la parole. La simulation de la variation du débit est ainsi effectuée et permet à Barbosa de conclure que l'information syntaxique et les restrictions du mécanisme de production de la parole imposent une restriction de régularité à l'extension des groupes accentuels et permettent d'expliquer l'attribution de l'accent de phrase. Barbosa indique également qu'il serait intéressant d'y intégrer des aspects sémantiques qui pourraient expliquer la réduction des unités VV lorsque la charge sémantique dans un mot phonologique est moindre. La simulation de la variation du nombre d'unités VV par groupe accentuel et la simulation de la variation du degré du couplage relatif entre syntaxe et mécanisme de production de la parole ont également été effectués et permettent à l'auteur de vérifier l'effet de la variation sur la corrélation et sur le coefficient.

Barbosa propose donc d'intégrer à son modèle dynamique l'algorithme *PhrStressAttrib* qui informe de la position et de l'amplitude des accents de phrase,

isomorphes à la position et à l'amplitude des pulsations de l'oscillateur accentuel du modèle.

5. Du couplage entre prosodie et segments

Dans son **cinquième chapitre**, Barbosa aborde le couplage du composant prosodique avec le composant gestuel segmental du modèle et cherche à démontrer que les effets de ce dernier composant sur le premier sont dus à l'introduction de perturbations locales au niveau des unités VV, perturbations elles-mêmes dues aux durées intrinsèques des voyelles et des consonnes, à la nature du segment ou encore à sa position dans le groupe accentuel. L'auteur teste ainsi les effets susceptibles d'affecter la durée acoustique des segments (phonèmes) à partir de différentes conditions de contrôle : le débit, la force de la frontière prosodique, la nature du segment étudié et l'implémentation de l'emphase à des items lexicaux sélectionnés en amont. Il rapporte que les conditions prosodiques, la nature du segment, sa position dans la structure syllabique et dans la structure accentuelle affectent la durée des voyelles et des consonnes.

Barbosa traite dans un premier temps de la variabilité de durée des voyelles et des consonnes. Il rappelle la séparation fonctionnelle entre production des voyelles et production des consonnes, différence due à la façon dont s'organisent et se coordonnent les gestes vocaliques et consonantiques de l'énoncé, puis propose l'hypothèse selon laquelle la variation de durée des consonnes est moindre que celle des voyelles. Se basant sur les travaux de Son et Pols, Barbosa suggère de varier le débit afin de comparer la distribution de durée des consonnes et des voyelles. Les résultats de son étude montrent que les voyelles et les consonnes se réduisent et s'allongent de façon similaire mais que l'allongement des voyelles est plus marqué à la frontière prosodique.

Puis il teste l'effet des facteurs prosodiques sur la durée des segments. Il présente les travaux de Edwards et Beckman (1988), Byrd et Saltzman (1998), Fougeron (2001) et Tabain et Perrier (2005) qui traitent de l'effet des frontières prosodiques sur la durée des segments voisins (précédents la frontière prosodique). L'étude des patrons articulatoires des séquences /CVCV(#) CVCV/ permettent de distinguer 3 niveaux de force de frontière prosodique et que l'allongement du geste de fermeture signale au mieux la force de la frontière prosodique. Les travaux de Fougeron (2001) corroborent un allongement au niveau de la frontière prosodique (antécédente aux segments). Il présente enfin, Barbosa (1999), les effets des facteurs prosodiques sur les segments en PB et rapporte que l'augmentation de la force d'une frontière prosodique et donc de l'amplitude de l'accent de phrase provoque une augmentation de durée des segments de l'unité VV emphasée et une augmentation de la durée des segments des unités précédentes, augmentation qui se fait de droite à gauche à partir de la position de l'accent de phrase.

Barbosa revoit également dans ce chapitre l'effet compensatoire en PB afin de définir le niveau d'abstraction de la durée des unités VV dans le modèle dynamique proposé. Il constate ainsi, par l'augmentation du nombre de segments dans l'unité VV, un effet compensatoire partiel, pour lequel les durées de la voyelle et de la consonne s'ajustent partiellement pour préserver la durée de l'unité VV. L'effet est dit partiel car plus le nombre de segments augmente, plus la durée de l'unité VV est grande. Dans son modèle dynamique, Barbosa propose que la compensation se fasse au niveau de la réalisation du geste vocalique avec le geste glottal de la

consonne qui suit. La compensation partielle de durée caractérise ainsi un couplage bidirectionnel où la durée abstraite de l'unité VV impose une limite de durée pour les gestes, une durée qui se réduit à l'augmentation de la densité gestuelle. Pour implémenter cette compensation dans son modèle, l'auteur propose que l'augmentation du nombre de gestes consonantiques d'une unité VV implique une superposition des gestes, réduisant ainsi la durée acoustique de chaque geste.

L'auteur évalue ensuite l'interaction entre la durée des segments et leur nombre et la durée des segments et la position de l'accent de phrase en PB à partir du modèle. Après avoir revu les travaux portant sur cet effet⁵, il valide l'hypothèse selon laquelle plus le nombre de segments est grand dans un mot, plus la durée moyenne des segments médians est petite et selon laquelle l'accourcissement des segments initiaux est due à l'extension du groupe accentuel. En variant le débit, il constate également que ce facteur joue un rôle important dans la variation de durée des segments. A l'augmentation de la tâche, les durées des segments sont plus petites. Il propose donc que ces deux effets (position du groupe accentuel et débit) soient distincts dans son modèle dynamique du rythme de la parole.

Barbosa clôt ce chapitre sur le degré d'abstraction du couplage bi-directionnel entre prosodie et segments et résume les thèses avancées: La modification de variables prosodiques affecte la durée des segments, durée également fonction de la nature du segment. La variation du débit et la variation du degré de force prosodique modifient respectivement la durée des segments de l'unité VV et du groupe accentuel. Il propose que, pour signaler l'unité VV sous l'accent de phrase, sa durée soit augmentée, la tâche accélérée et la durée des unités VV proches des frontières fortes soit aussi davantage augmentée. Selon lui, les variations de la *fo* affectent la durée des segments de la partie emphasée. Les consonnes initiales de l'énoncé doivent être aussi spécifiées soit par une durée attribuée par défaut, soit par une durée affectée par la frontière prosodique (force et proximité) dans le groupe accentuel. Puis, il traite de la compensation de durée des voyelles et des consonnes et conclut que la compensation partielle de durée caractérise un couplage bi-directionnel. En effet, la durée abstraite de l'unité VV impose une limite de durée aux gestes ; et la durée des gestes impose également une durée de l'unité VV qui se réduit à l'augmentation de la densité gestuelle. Un aspect mérite d'être pris en compte selon l'auteur pour l'élaboration du modèle, *i.e.*, les segments post-toniques dont la durée est affectée à proximité de l'accent de phrase. Cependant, il ne sera qu'ultérieurement intégré au modèle.

6. De la modélisation du rythme de la parole

Le **sixième chapitre** porte sur l'implémentation du modèle dynamique du rythme de la parole à partir d'un système d'équations dynamiques capables de reproduire les patrons de durée observés dans les expériences effectuées.

Dans une première partie, le modèle est présenté en comparaison avec les modèles de Fujimura, de McAuley et de Bird et Saltzman. Le modèle de Barbosa et le modèle C/D de Fujimura proposent tous deux une organisation temporelle hiérarchique de

⁵ Sievers (1893), O'Dell (2003), Grégoire (1899), Tillman (1994), Tarnoczy (1965), Lehiste (1972), Fowler (1981), Lindblom et Rapp (1973), Nootboom (1973), Malmberg (1944), Jones (1948), Lehiste (1970), Fowler (1996), O'Shaughnessy (1981)

l'énoncé et font de la voyelle l'élément porteur de la structure rythmique. A l'inverse du modèle de Fujimura, le modèle de Barbosa choisit comme unité rythmique l'unité VV et non la syllabe phonologique et la durée de l'unité VV est définie à partir du couplage des composants prosodique et segmental et non à partir de l'information lexicale. De plus, dans le modèle de Barbosa, le débit est modifié afin d'affecter la durée des voyelles et des consonnes, un paramètre seulement signalé dans le modèle de Fujimura. Le modèle de Barbosa se base également sur le modèle de perception des intervalles de temps de McAuley. Un système d'équations dynamiques rend compte de la modification de la période de l'oscillateur interne (McAuley) ou syllabique (modèle de Barbosa). Quelques modifications ont cependant été introduites dans le modèle de Barbosa. Elles portent sur l'oscillateur accentuel, le degré de synchronisme entre les oscillateurs syllabique et accentuel, le *reset* de phase et la force de couplage. Barbosa présente enfin le modèle des gestes prosodiques de Byrd et Saltzman qui proposent également un couplage bidirectionnel entre prosodie et syntaxe. A la différence de ce modèle où le domaine d'accentuation est local et spécifié par une fonction autour de la frontière prosodique, le modèle de Barbosa propose un domaine d'accentuation de taille variable, l'oscillateur syllabique ayant sa période constamment modifiée. En effet, la durée de l'unité VV est induite à partir du groupe accentuel jusqu'à la position de l'accent de phrase.

Après avoir évalué son modèle en comparaison avec les différents modèles déjà présentés, Barbosa rappelle les 3 niveaux de couplage proposés, à savoir le couplage entre syntaxe et mécanisme de production de la parole (chapitre 4), entre oscillateur syllabique et accentuel et entre organisation prosodique et organisation des gestes segmentaux (chapitre 5). Puis, il traite plus précisément de l'implémentation mathématique et computationnelle du second couplage (entre oscillateurs syllabique et accentuel). Il teste en effet à partir d'un corpus de phrases isolées la fonction et l'estimation des paramètres du modèle d'oscillateurs couplés, inspiré des travaux de McAuley mais doté de quelques modifications (fonction de synchronisme entre les deux oscillateurs, *reset* de phase). Il traite également de l'implémentation du premier couplage (entre rythme et syntaxe) par l'étude de la relation entre le degré de frontière et l'amplitude des pulsations de l'oscillateur accentuel. En effet, dans le chapitre 4, Barbosa a pu démontrer que la restriction de régularité de l'occurrence des pulsations de l'oscillateur accentuel liée à la position des marqueurs syntaxiques explique les différents degrés de force et positions des frontières prosodiques. Il cherche donc ici à rendre compte de ce mécanisme de fonctionnement en prenant compte de composants syntaxiques et de la régularité de la production de la parole.

Barbosa propose ensuite de varier quatre paramètres du modèle des oscillateurs couplés afin de révéler l'effet de leur variation sur la durée des unités VV dans les groupes accentuels. Il varie ainsi le taux d'induction, le taux de décroissance, la période de l'oscillateur syllabique et la force de couplage et constate que la manipulation de ces 4 paramètres produit des patrons de durée des unités VV complexes similaires à ceux rencontrés à partir des données comportementales. La force de couplage doit être invariable, les variations de l'oscillateur syllabique permettent de spécifier abstraitement le débit et les taux d'induction et de décroissance permettent de contrôler précisément la durée des unités VV dans les groupes accentuels.

Puis, à partir du programme *RitmocomSyntaxe*, Barbosa propose de produire les patrons de durée de l'unité VV correspondant aux procédés phoniques suivants:

l'accentuation secondaire comme proéminence initiale, l'alternance de durée lors de clash accentuel (deux accents lexicaux primaires), la durée des unités VV en frontière initiale et finale de groupe accentuel et la variation du débit. L'accentuation secondaire se fait par l'interaction entre les taux d'induction et de décroissance, qui, lorsque la deuxième est plus extrême que la première, marquent la proéminence initiale en début de groupe accentuel. De plus, il teste l'effet de conflit accentuel sur la durée d'unités linguistiques comme la rime, la syllabe et l'unité VV. Le modèle produit ainsi une augmentation progressive de la durée de l'unité VV dans le groupe accentuel jusqu'à l'accent de phrase où la durée est à son maximum. Le modèle reproduit donc parfaitement les données comportementales selon l'auteur. Il cherche ensuite à reproduire la durée des unités VV qui varient en fonction du matériel phonique : en début de groupe accentuel, la durée diminue plus le matériel phonique à sa droite est grand ; en fin de groupe accentuel, la durée des unités VV diminue plus le matériel phonique à sa gauche est grand. La diminution de durée de l'unité VV initiale est, dans le modèle, le résultat de la valeur de la fonction de synchronisme dans la première unité. La diminution de durée de l'unité VV finale est due à l'augmentation du débit. Enfin, à partir de la variation du débit, Barbosa vérifie la capacité de son modèle à produire à la fois des patrons de durée globaux et spécifiques et conclut que le modèle est capable de rendre compte des divers patrons de durée observés dans des énoncés naturels.

En fin de chapitre, l'auteur soulève quatre questions dans le but d'améliorer le modèle proposé.

La première question porte sur la cohésion gestuelle : Comment reproduire la bifurcation de la syllabe VC à la syllabe CV à l'augmentation du débit (Tuller et Kelso, 1990, 1991)? Comment reproduire la stabilité de la syllabe CV où la cohésion gestuelle est plus grande entre les consonnes de l'attaque et les voyelles suivantes ? Pour répondre à ces questions, l'auteur s'appuie sur les travaux de Browman et Goldstein (2000) qui proposent, pour la modélisation de la cohésion gestuelle, l'implémentation d'une force de cohésion (*bonding strength*), appliquée à chaque phase entre les gestes d'un item lexical. Ainsi, la force de cohésion entre les consonnes de l'attaque est plus grande que celle attribuée entre les consonnes et les voyelles, qui à son tour est plus grande que celle attribuée entre les voyelles et les consonnes. Barbosa propose alors que la bifurcation de la syllabe VC à la syllabe CV se fasse dans son modèle par les pulsations de l'oscillateur accentuel, découplé avec l'oscillateur syllabique. Au point critique de 300 ms, les deux oscillateurs s'accouplent ; la force de cohésion, dans le modèle proposé, serait ainsi traduite par l'attraction du geste consonantique à chaque début d'oscillation syllabique.

La deuxième problématique porte sur l'interaction entre le niveau prosodique et segmental. Dans le modèle de Barbosa, la durée abstraite de l'unité VV dans le groupe accentuel détermine des valeurs de rigidité appliquées aux gestes de cette même unité VV. Cette valeur de rigidité des gestes impose des restrictions à l'oscillateur syllabique. La durée abstraite de l'unité VV se modifie ainsi en fonction des caractéristiques de chaque geste. Il propose également que l'implémentation de l'oscillateur syllabique se fasse par une formule, modulée en fonction des caractéristiques propres à chaque geste, caractéristiques qui modifieraient les cycles de l'oscillateur syllabique. Le geste vocal correspondrait à la première moitié du cycle, les gestes consonantiques à la deuxième moitié. La durée observée de chaque cycle serait donc le résultat de la somme de chaque moitié de cycle. Les différences de durée observées seraient le résultat de différences de phase entre les gestes.

La troisième question traite du couplage de l'organisation temporelle avec l'organisation de l'intonation. Comment modéliser la courbe mélodique d'un énoncé ? Barbosa rappelle que son modèle dynamique du rythme de la parole produit des patrons de durée à partir de trois niveaux de couplage. Il propose l'implémentation d'un quatrième couplage, entre l'oscillateur syllabique et un oscillateur glottal, couplés également de façon bidirectionnelle, afin de produire automatiquement la courbe mélodique d'un énoncé naturel. La période de l'oscillateur glottal serait perturbée par l'information syntaxique, sémantique et discursive ce qui modifierait la période de l'oscillateur syllabique. Ce couplage pourrait être inséré à l'équation proposée pour l'organisation temporelle puisqu'il s'agit ici tout simplement d'ajouter un autre composant (l'oscillateur glottal) au modèle.

L'auteur pose enfin une dernière question : Comment modéliser la perception du rythme de la parole ? Barbosa s'appuie sur les premiers résultats d'une étude d'Arantes et Barbosa (2006) et propose que le couplage des oscillateurs syllabique et accentuel du modèle dynamique proposé serve à la perception du rythme de la parole. L'effet de prééminence de durée serait également atteint dans le modèle de perception de la parole. L'auditeur déterminerait progressivement le pic de prééminence dans le groupe accentuel et la prééminence de durée fortement réduite à la suite de l'accent de phrase servirait de *reset* à l'auditeur afin de déterminer à nouveau le prochain pic de prééminence. Dans le modèle de perception de la parole, les bifurcations et l'hystérèse devraient être prises en compte.

7. Le temps métrique retrouvé

Dans son **dernier chapitre**, Barbosa propose de résumer les thèses avancées dans cet ouvrage.

Il justifie tout d'abord le choix de la théorie des systèmes dynamiques qui selon lui répond au mieux à la description de la production et de la perception de la parole et amène une toute nouvelle conception face à la dominance des théories de segmentalité aussi bien en psychologie expérimentale qu'en sciences de la parole. En effet, le principe sous-jacent du modèle de Barbosa, l'adaptation, explique la phylogénie de la parole. Il est ainsi possible de construire de façon phylogénique une classification rythmique des langues à partir du modèle, classification qui se veut non dichotomique et qui se fait par l'imposition d'un oscillateur sur l'autre. Outre l'adaptation, le modèle de Barbosa se veut un système dynamique du rythme de la parole pertinent selon l'auteur car il prend en compte les principes de variabilité et de bifurcation propre à la parole.

Ce modèle propose une organisation temporelle non linéaire mais hiérarchique qui se fait par l'interaction de plusieurs composants, produits d'éléments à la fois discrets (marqueurs syntaxiques, succession de voyelles, positions de frontières prosodiques par exemple) et non discrets (force de couplage, durée abstraite de l'unité VV, amplitude de force prosodique). L'organisation temporelle est fonctionnelle. Elle se modifie par la modification du couplage de ces composants.

Ce modèle dynamique propose également une nouvelle conception métrique du rythme de la parole, différente de celle proposée par les phonologies non linéaires où la métrique est globale. Dans son modèle, Barbosa opte plutôt pour une métrique locale et dynamique qui s'adapte continuellement aux événements linguistiques et biomécaniques et au couplage variable (représentatif de la variabilité du système).

Barbosa revient en fin de chapitre sur les quatre aires de recherche proposées afin d'améliorer le système dans sa production de la réorganisation des gestes de la portée gestuelle en tempo plus rapide, dans sa modélisation du couplage entre prosodie et segments, dans sa modélisation de l'intonation et de la perception de la parole.

Références bibliographiques

- Abercrombie, D. (1965). Syllable quantity and enclitics in English. In: Abercrombie, D. et al. (Ed.). *In honour of Daniel Jones. Papers contributed on the occasion of his 80th birthday*. Londres: Longman, 216-222.
- Abercrombie, D. (1967). *Elements of general phonetics*. Edinburgh: Edinburgh University Press
- Allen, G.D. (1972). The location of rhythmic stress beats in English I et II. *Language and Speech*, 15, 72-100, 179-195.
- Arantes, P., Barbosa, P. A. (2006). Secondary stress in Brazilian Portuguese: the interplay between production and perception studies. In: *Proceedings of the Speech Prosody 2006 Conference*. Dresden, Allemagne: [s.n.], 73-76.
- Arvantini, A. (1992). Secondary stress: evidence from Modern Greek. In: Docherty, G. J.; Ladd, D. R. (Ed.). *Papers in laboratory Phonology II: Gesture, Segment, Prosody*. Cambridge, Royaume Uni: Cambridge University Press, 398-423.
- Bachento, J., Fitzpatrick, E. (1990). A computational grammar of discourse-neutral prosodic phrasing in English. *Computational Linguistics*, 16 (3), 155-170.
- Bailly, G. (1986). Un modèle de congruence relationnelle pour la synthèse de la parole du français. In : *Actes des 15es Journées d'Etude sur la Parole*. Aix en Provence, France : Galf, 75-78.
- Barbosa, P. A. (1994). *Caractérisation et génération automatique de la structuration rythmique du français*. Thèse (de doctorat). — Institut National Polytechnique de Grenoble, France.
- Barbosa, P. A. (1996). At least two macrorhythmic units are necessary for modeling Brazilian Portuguese duration. In: *Proceedings of the First ESCA Tutorial Research Workshop on Speech Production Modeling and Fourth Speech Production Seminar*. Autrans, France: [s.n.], 85-88.
- Barbosa, P. A. (2002). Explaining Brazilian Portuguese resistance to stress shift with a coupled-oscillator model of speech rhythm production. *Cadernos de Estudos Linguísticos*, 43, 71-92.
- Barbosa, P. A. , Arantes, P. , Silveira, L.S. (2004). Unifying stress shift and secondary stress phenomena with a dynamical systems rhythm rule. In: *Proceedings of the Speech Prosody 2004 Conference*. Nara, Japon: [s.n.], 49-52.
- Bertinetto, P.M (1976). L'accento secondario nella fonologia italiana. Analisi teorica e sperimentale. In: *Studi di fonetica e fonologia*. Rome: Bulzoni, 189-236.
- Bertinetto, P.M. (1977). "Syllable-blood", ovvero l'italiano come lingua al isocronismo sillabico. *Studi di Grammatica Italiana*, 6, 69-96.
- Byrd, D., saltzman, E. (1998). Intra-gestural dynamics of multiple prosodic boundary-adjacent lengthening. *Journal of Phonetics*, 26, 173-199.
- Bresnan, J. (1972). Stress and syntax: a reply. *Language* , 48, 326-342.
- Brosses, C. de. (1765). *Traité de la formation mécanique des langues*. Paris : Saillant, Vincent et Desaint.
- Browman C.P., Goldstein L.M. (1986). Towards an articulatory phonology. *Phonology Yearbook*, 3, 219-252.

- Browman C.P., Goldstein L.M. (1989). Articulatory gestures as phonological units. *Phonology*, 6, 201-259.
- Browman C.P., Goldstein L.M. (1992). Articulatory Phonology; an overview. *Phonetica*, 49, 155-180.
- Browman C.P. , Goldstein L.M. (2000). Competing constraints on intergestural coordination and self-organization of phonological structures. *Bulletin de la Communication Parlée*, 5, 25-34.
- Campbell, W.N., Isard, S.D. (1991). Segment durations in a syllable frame. *Journal of Phonetics*, 19, 37-47.
- Chomsky, N., Halle, M. (1991). *The sound pattern of English*. Cambridge, Etats-Unis: the MIT press [1968], Publié à l'origine par Harper et Row, Nova York.
- Christovich, L. A., Ogorodnikova, E. A. (1982). Temporal processing of spectral data in vowel perception. *Speech Communication*, 1, 45-54.
- Cummins, F., Port, R. (1998). Rhythmic constraints on « stress-timing » in English. *Journal of Phonetics*, 26, 145-171.
- Dirkens, A., Coleman, J. S. (1997). All-prosodic speech synthesis. In: Santen, J. P. H. van et al. (Ed.). *Progress in Speech Synthesis*. New York, Etats-Unis: Springer-Verlag, 91-108.
- Dogil, G (1987). Prototypical speech events and speech perception. In: *Proceedings of the XI International Congress of Phonetic Sciences*. Tallinn, Estonie, 1-7 de août: [s.n.], 3, 360-365.
- Edwards, J., Beckman, M. E. (1988). Articulatory timing and the prosodic interpretation of syllable duration. *Phonetica*, 45, 156-174.
- Emerard, F. , Mortamet, L. , Cozannet, A. (1992). Prosodic processing in a text-to-speech synthesis system using a debate and learning procedures. In: Bailly, G.; Benoît, C. (Ed.). *Talking Machines: Theories, Models and Designs*. Amsterdam, Hollande: Elsevier Science Publishers B.V., 225-254.
- Eriksson, A. (1991). *Aspects of Swedish speech rhythm*. (thèse de doctorat). — University of Göteborg. Gothenburg Monograph in linguistics 9.
- Ferri, G., Pierucci, P., Sanzone, D. A complete linguistic analysis for an Italian text-to-speech system. In: Santen, J. P. H. van et al. (Ed.). *Progress in Speech Synthesis*. New York, Etats-Unis: Springer-Verlag, 123-138.
- Fougeron, C. (2001). Articulatory properties of initial segments in several prosodic constituents in French. *Journal of Phonetics*, 29, 109-135.
- Fowler, C. A. (1979). "Perceptual centres" in speech production and perception. *Perception and Psychophysics*, v.25, 375-388.
- Fowler, C. A. (1981). A relationship between coarticulation and compensatory shortening. *Phonetica*, 38, 35-50.
- Fowler, C. A. (1996). Speaking. In: Heuer, E.; Keele, E. (Ed.). *Handbook of Perception and Action*. Nova York: Academic Press, 2, 503-560.
- Fujirama, O. (2001). From segment to syllable, sentence to utterance, and beyond? *Journal of the Phonetic Society of Japan*, 5 (1), 49-52.
- Gama-Rossi, A. J. Qual é a natureza do acento secundário no português brasileiro? *Cadernos Centro Universitário São Camilo*, 4, 77-92.
- Gimson, A. C. (1962). *An introduction to the pronunciation of English*. New York: St. Martin's Press.
- Goldsmith, J. (1990). *Autosegmental and metrical phonology*. Oxford: Blackwell Publishers.

- Grégoire, A. (1899). Variations de durée de la syllabe française. *La Parole*, 1, 161.
- Grosjean, F., Grosjean, L. Lane, H. (1979). The patterns of silence : performance structures in sentence production. *Cognitive Psychology*, 11, 58-81.
- Hawkins, S (1992). An introduction to task dynamics. In Docherty et al. (eds), *Papers in Laboratory Phonology II : Gesture, Segment Prosody*, 9-25.
- Jones, D. (1948). Chronemes and tonemes. *Acta linguistica*, 1, 1-10.
- Jong, K. (1992). Acoustic and articulatory correlates of P-center perception. *UCLA Working Papers in Phonetics*, 81, 66-75.
- Kelso, J.A.S (1995). *Dynamic patterns: the self-organization of brain and behaviour*: Cambridge, USA: MIT Press.
- Kent, R. D., Moll, K. L. (1972). Tongue body articulation during vocal and diphthong gestures. *Folia Phoniatrica*, 24, 286-300.
- Kiparsky, P. (1973). Elsewhere in phonology. In: Anderson, S.R.; Kiparsky, P. (Ed.). *A Festschrift for Morris Halle*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Koenig, W., Dunn, H. K., Lacy, L. Y. (1946). The sound spectrography. *J. Acoust. Soc. Am.*, 18, 21-32.
- Kohler, K. J. (1986). Invariability and variability in speech timing: from utterance to segment in German. In: Perkell, J.; Klatt, D. H. (Ed.). *Invariance and Variability in speech Processes*. Ann Arbor: Erlbaum Hillsdale, 268-298.
- Kugler, P. N., Turvey, M. T. (1987). *Information, natural law, and the self-assembly of rhythmic movement*. Hillsdale, Etats-Unis: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ladefoged, P., Maddieson, I. (1996). *The Sounds of the World's Languages*. Oxford, Royaume Uni: Blackwell Publishers.
- Lea, W. A. (1974). *Prosodic aids to speech recognition: IV. A general strategy for prosodically-guided speech understanding*. St. Paul, Minnesota, USA.
- Lehiste, I (1970). *Suprasegmentals*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press
- Lehiste, I. (1972). The timing of utterances and linguistic boundaries. *J. Acoust. Soc. Am.*, 51, 2018-2024.
- Lehiste, I. (1977). Isochrony reconsidered. *Journal of Phonetics*, 5, 253-263.
- Lieberman, M. (1975). *The intonation system of English*. (Thèse de doctorat). — MIT.
- Lieberman, M., Prince (1977). On stress and linguistic rhythm. *Linguistic inquiry*, 8 (2), 249-336.
- Lindblom, B., Rapp, K. (1973). Some temporal regularities of spoken Swedish. *Papers in linguistics from the University of Stockholm*, 21, 1-59.
- Lloyd-James, A. (1940). *Speech signals in telephony*. Londres: Sir Isaac Pitman and Sons.
- Madureira, S. (2002). An acoustic study of phonological phrases containing sequences of words with adjacent primary-stressed syllables: does stress shift occur in Brazilian Portuguese? *Cuadernos de Estudos Lingüísticos*, 43, 109-125.
- Madureira, S. et al. (2004). *Brazilian Portuguese and European Portuguese contrasted: an experimental acoustic study of speech segments in clash and non-clash conditions*. Travail présenté à l' International Conference on Tone and Intonation. 9-11 septembre. Massaria, Santorini, Grèce.
- Malmberg, B. (1944). die Quantität als phonetsch-phonologischer Begriff. *Lunds Universitets Aarsskrift*, 41, 1-104.

- Marcus, S. M. (1976). *Perceptual centres*. (Thèse de doctorat). — Cambridge University.
- Martin, P. (1987). Prosodic and rhythmic structures in French. *Linguistics*, 25, 926-949.
- McAuley, J. D. (1995). *Perception of time as phase: toward an adaptive-oscillator model of rhythmic pattern processing*. (Thèse de doctorat). — Indiana University, Etats-Unis.
- Miller, M. (1984). On the perception on rhythm. *Journal of Phonetics*, 12, 75-83.
- Monaghan, A. I. C. (1992). Heuristic strategies for the higher-level analysis of unrestricted text. In: Bailly, G.; Benoît, C. (Ed.). *Talking Machines: Theories, Models and Designs*. Amsterdam, Holanda: Elsevier Science Publishers B.V., 143-161.
- Monnin, P., Grosjean, F. (1993). Les structures de performance en français : caractérisation et prédiction. *L'Année Psychologique*, 93, 9-30.
- Moraes, J. A. (2003). Secondary stress in Brazilian Portuguese: perceptual and acoustical evidence. In: Solé, M. J.; Recasens, D.; Romero, J. (Ed.). *Proceedings of the XVth International Congress of Phonetic Sciences*. Barcelone, Espagne: The 15th Organizing Committee, 2063-2066.
- Nespor, M., Vogel, I. (1986). *Prosodic Phonology*. Dordrecht: Foris Publications.
- Nooteboom, S. G. (1973). The perceptual reality of some prosodic durations. *Journal of Phonetics*, 1, 25-45.
- Nooteboom, S. G. (1991). Some observations on the temporal organisation and rhythm of speech. In: *Proceedings of the XII International Congress of Phonetic Sciences*. Aix en Provence, France: [s.n.], 1, 228-237.
- O'dell, M. L., Nieminem, T. (1999). Coupled oscillator model of speech rhythm. In: *Proceedings of the XIVth International Congress of Phonetic Sciences*. San Francisco, Etats-Unis: The Regents of the University of California, 2, 1075-1078.
- O'dell, M.L. (2003). *Intrinsic timing and quantity in Finnish*. Tampere, Finlande: Acta Universitatis tamperensis 979. Academic Dissertation. University of Tampere. The School of Languages and Translation Studies.
- Öhman, S. E. G. (1967). Numerical model of coarticulation. *J. Acoust. Soc. Am.*, 41 (2), 310-320.
- O'shaughnessy, D. (1981). A study of French vowel and consonant durations. *Journal of Phonetics*, 9, 385-406.
- Pasdeloup, V. (1992). A prosodic model for French text-to-speech synthesis: a psycholinguistic approach. In: Bailly, G.; Benoît, C. (Ed.). *Talking Machines: Theories, Models and Designs*. Amsterdam, Hollande: Elsevier Science Publishers B.V., 335-348.
- Pike, K. L. (1945). *The intonation of American English*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Pointon, G. E. (1980). Is Spanish really syllable timing? *Journal of Phonetics*, 8, 293-304.
- Pompino-Marshall, B. (1989). On the psychoacoustic nature of the P-center phenomenon. *Journal of phonetics*, 17, 175-192.
- Port, R., van Gelder, T. (1995). *Mind as motion. Explorations in the dynamics of cognition*. Cambridge, Etats-Unis: The MIT Press.
- Prieto, P., Santen, J. (1999). Secondary stress in Spanish: some experimental evidence. In: Parodi, C. et al. (Ed.). *Aspects of Romance linguistics*. Washington: Georgetown Univ. Press, 337-356.
- Prince, A. (1983). Relating to the grid. *Linguistic Inquiry*, 14 (1), 19-100.

- Schweitzer, A., Braunschweiler, N., Morais, E. (2002). Prosody generation in the smartKom project. In: *Proceedings of the Speech Prosody 2002 Conference*. Aix en Provence, France: Keifishi Hirose Laboratory, University of Tokyo, 639-642.
- Scott, S. K., Wise, (2003). R. J. S. Pet and FMRI studies of the neural basis of speech perception. *Speech Communication*, 41, 23-34.
- Shattuck-Hufnagel, S., Ostendorf, M., Ross, K. (1994). Stress shift and early pitch accent placement in lexical items in American English. *Journal of Phonetics*, 22, 357-388.
- Selkirk, E. (1980). The role of prosodic categories in English word stress. *Linguistic Inquiry*, 11, 563-605.
- Sivers, E. (1893). *Grundzüge der Phonetik*. Leipzig: [s.n.].
- Son, R. J. H. van, Pols, L. C. W. (1996). An acoustic profile of consonant reduction. In: *Proceedings of the International Conference on Spoken Language Processing*. Philadelphia, Etats-Unis: [s.n.], 3, 1529-1532.
- Sproat, R. W. (1997). Section Introduction. The analysis of text in text-to-speech synthesis. In: Santen, J. P. H. Van et al. (Ed.). *Progress in Speech Synthesis*. New York, Etats Unis: Springer-Verlag, 73-75.
- Sproat, R. W. et al. (1998). Multilingual text analysis. In: Sproat, R. W. (Ed.). *Multilingual text-to-speech synthesis. The Bell Labs Approach*. Boston, Etats Unis: Kluwer Academic Publishers, 31-87.
- Stetson, R. H. R. H. (1988). *Stetson's motor phonetics: a retrospective edition*. Boston, Etats Unis: College-Hill Press.
- Stone, M. (1981). Evidence for a rhythm pattern in speech production: observation of jaw movement. *Journal of Phonetics*, 9, 109-120.
- Tarnoczy, T. (1965). Can the problem of automatic speech recognition be solved by analysis alone? In: Commins, D. E. (Ed.). *Rapports du 5e Congrès International d'Acoustique*. Liège, Belgique : [s.n.], 371-387. Conférences générales, v. II.
- Tesnière, L. (1967). *Éléments de syntaxe structurale*. Paris: Editions Klincksieck.
- Tillman, H. G. (1994). Phonetics, early modern, especially instrumental and experimental work. In Asher, R. E.; Simpson, J. M. Y. (Ed.). *The Encyclopaedia of Language and Linguistics*. Oxford, Royaume Uni: Pergamon Press, 3082-3095.
- Tuller, B., Fowler, C.A. (1980). Some articulatory correlates of perceptual isochrony. *Perception and Psychophysics*, 27 (4), 277-283.
- Tuller, B., Kelso, J. A. S (1990). Phase transitions in speech production and their perceptual consequences. In: Jeannerod, M. (Ed.). *Attention and Performance XIII*. Hillsdale, Etats-Unis: Erlbaum, 429-452.
- Tuller, B., Kelso, J. A. S. (1991). The production and perception of syllable structure. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34, 501-508.
- Viana, A. R. G. (1973). Exposição da pronúncia normal portuguesa para uso de nacionais e estrangeiros. In : *Estudos de fonética portuguesa*. Lisboa : Imprensa Nacional/Casa da Moeda, 153-259 [1892].
- Vogel, I., Bunnell, H.T., Hoskins, S. The phonology and phonetics of the rhythm rule. In: Connel, B.; Arvaniti, A. (Ed.). *Phonology and Phonetic Evidence: Papers in Laboratory Phonology IV*. Cambridge, Royaume Uni: Cambridge University Press, 111-127.
- Wenk, B.J., Wioland, F. (1982). Is French really syllable-timed? *Journal of Phonetics*, 10, 193-216.

Wong, S. W.; Schreiner, C. E. (2003). Representation of CV-sounds in cat primary auditory cortex: intensity dependence. *Speech Communication*, 41, 93-106.

L'auteur

Céline De Looze est doctorante, allocataire monitrice, au Laboratoire Parole et Langage à Aix-en-Provence. Elle effectue une thèse sous la direction de Daniel Hirst, sur le thème : « Analyse et interprétation de l'empan temporel des variations prosodiques en anglais et en français »