



HAL
open science

Le traitement de la variabilité dans la parole. Aspects théoriques et méthodologiques.

Christine Meunier

► **To cite this version:**

Christine Meunier. Le traitement de la variabilité dans la parole. Aspects théoriques et méthodologiques.. Travaux interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage, 2001, 20, pp.69-90. hal-00285534

HAL Id: hal-00285534

<https://hal.science/hal-00285534>

Submitted on 5 Jun 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LE TRAITEMENT DE LA VARIABILITÉ DANS LA PAROLE. ASPECTS THÉORIQUES ET MÉTHODOLOGIQUES

Christine Meunier

Résumé

La production de la parole est caractérisée par ce que l'on appelle la "variabilité". Cela signifie qu'un même énoncé peut prendre des formes physiques très différentes. En même temps, un auditeur est capable de reconnaître cet énoncé à partir de multiples formes physiques. Cette capacité est possible, en partie, grâce à un processus cognitif fondamental que partagent l'ensemble des êtres vivants : la catégorisation. Ce processus est analysé de façon à mieux comprendre son fonctionnement général. Sont abordés ensuite les aspects de la variabilité qui sont spécifiques à la parole, d'un point de vue méthodologique d'abord, puis en dressant quelques hypothèses. Ces hypothèses concernent 1/ l'universalité des catégories phonétiques dans différentes langues, 2/ le fonctionnement de ces catégories dans la langue. La recherche d'invariants dans la parole nous a permis de mieux comprendre l'importance des phénomènes de variabilité. Il semble possible désormais d'extraire de l'étude de la variabilité des phénomènes significatifs permettant d'expliquer le fonctionnement du langage et les processus cognitifs qui lui sont associés.

Abstract

Speech production is characterized by what one calls "the variability". It means that the same utterance can take very different physical forms. At the same time, a listener is able to recognize this utterance from multiple physical forms. This capacity is possible, partially, thanks to a fundamental cognitive process which shares all the living beings: the categorization. The specific aspects of speech variability are then approached, from a methodological point of view at first, then by drawing up some hypotheses. These hypotheses concern 1/the universals of phonetic categories in various languages, 2/the functioning of these categories in the language. The search for phonetic invariants allowed us to understand the importance of the phenomena of variability. It seems possible henceforth to extract from the study of variability significant phenomena which allow us to explain the functioning of the language and the cognitive processes which are associated to it.

Mots-clés : variabilité, catégories, universaux, production et perception de la parole.

Keywords : variability, categories, universals, speech production and perception.

MEUNIER, C. (2001), Le traitement de la variabilité dans la parole. Aspects théoriques et méthodologiques. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage*, vol. 20, p. 69-90.

Introduction

La capacité qu'ont les êtres humains à pouvoir communiquer au travers du langage est un processus à la fois simple et extrêmement complexe. Simple, car nous n'éprouvons pas de difficulté à produire, ni à comprendre les messages linguistiques dans des conditions normales. La rapidité de ces processus en est une illustration convaincante. Simple donc, mais également extrêmement complexe dès lors que l'on tente d'expliquer la nature des mécanismes qui entrent en jeu dans ces processus. Une des multiples raisons de cette complexité est qu'il existe une relation très indirecte entre notre volonté d'exprimer un message et les diverses formes que peut prendre la réalisation de cette volonté. Autrement dit, d'une part l'être l'humain peut produire des réalisations différentes pour un même message linguistique, d'autre part il est capable à partir de ces réalisations d'identifier le message linguistique unique dont ces réalisations sont la représentation. La *variabilité* de la parole est au centre de cette problématique. Elle est considérée tantôt comme du bruit, tantôt comme une information à prendre en compte. La complexité de son analyse a souvent conduit les recherches sur la parole à l'éviter ou à la contourner. En fait, la variabilité est multiple et est fonction de facteurs très divers. Nous pensons qu'une analyse méthodique et appropriée de la production et du fonctionnement perceptif de la variabilité peut permettre une meilleure approche des processus cognitifs en jeu dans la compréhension du langage ainsi qu'un élargissement de nos connaissances sur la structure phonologique des langues.

Toutefois, le problème posé par la variabilité n'est pas spécifique à la parole. En effet, la variabilité est intrinsèquement liée au processus de catégorisation. Or, nous expérimentons à chaque instant et dans chaque situation l'utilisation de catégories. La catégorisation est un processus cognitif fondamental des êtres vivants leur permettant d'appréhender leur environnement. Ainsi, nous abordons dans cet article, les aspects généraux de la catégorisation et de la variabilité de façon à mieux appréhender leur manifestation dans le langage et, plus précisément, dans la parole. Les aspects méthodologiques du traitement de la variabilité dans l'étude de la parole sont ensuite évalués. Enfin, nous émettons quelques hypothèses sur le fonctionnement de la variabilité dans les langues puis dans la langue.

I. Le phénomène de catégorisation

« Dès que je pense le monde, je l'organise et je ne peux pas penser le monde sans classer les choses ou les phénomènes qui, à mon sens, le composent. Tèl est le paradoxe de nos vies et de nos sociétés : tout se classe pour se penser, tout s'organise pour se comparer et donc se catégoriser »
Vignaux (1999).

À chaque instant de notre existence, nous sommes confrontés à des objets, des concepts ou des phénomènes que nous regroupons sous forme de "catégories"¹. Dans notre façon de nous représenter le monde, chaque chose doit appartenir à un ensemble quelconque. Il peut s'agir d'objets concrets comme les aliments que nous mangeons, ou les véhicules que nous utilisons ou encore les personnes qui forment notre entourage ; il peut s'agir également de concepts plus abstraits comme les périodes de notre vie. Il n'est pas de liste exhaustive des types de catégories que nous utilisons pour nous représenter le monde. Essayer de distinguer ces types est, de fait, une tentative de catégorisation. En fait, il est impossible de penser le monde sans regrouper ou distinguer les données qui le constituent: « *On retiendra donc que l'histoire de la pensée est aussi celle d'une lente et patiente obstination à classer les choses, les êtres et les phénomènes pour donner un sens au monde.*», Vignaux (p. 73, 1999)

Néanmoins, la catégorisation est un processus extrêmement complexe et adaptatif. En effet, nous expérimentons tous les jours à la fois l'évidence et la difficulté d'établir un lien stable et direct entre une donnée, un objet ou un concept, d'une part, et une catégorie, d'autre part. Aussi, lorsque nous tentons de définir une catégorie, donc de formuler les caractéristiques explicites qui la désignent, nous sommes parfois confrontés à certaines difficultés. Au travers de ces difficultés simples, apparaissent trois notions fondamentales liées au processus de catégorisation et, en conséquence, à la problématique de la variabilité : les *prototypes* (i), les *frontières* de catégories (ii), le *contexte* (iii). Elles peuvent être illustrées ainsi :

- i.** Pour certains objets, le rattachement à une catégorie est évident, alors que pour d'autres, il est délicat.
- ii.** Suivant les critères choisis, un objet peut appartenir à une catégorie A ou à une catégorie B ou aux deux à la fois.
- iii.** Les classements effectués peuvent être remis en question si les situations ou les besoins changent.

Comment expliquer le fonctionnement de la catégorisation et, en conséquence, la nature des catégories ? Nous sommes tous capables de distinguer la couleur bleue de la couleur verte. Ces deux couleurs correspondent à un certain découpage de la réalité physique. Or, la réalité physique, elle, ne connaît pas de découpage : elle est un signal continu. La distinction entre le bleu et le vert n'est donc pas écrite dans la réalité physique, mais construite par notre cerveau qui a appris à distinguer ces deux catégories. L'aptitude à catégoriser, autrement dit, à regrouper plusieurs unités physiques sous une même représentation, semble être une faculté d'adaptation

1. Catégorie : « qualité attribuée à un objet, attribut. » « [ce terme] s'était répandu dans l'usage courant (1668) à propos d'une classe d'objet ou de personne de même nature. » (*Dictionnaire Historique de la Langue Française*). Catégorie : « qualité que l'on peut attribuer à un objet. » « classe dans laquelle on range les objets de même nature. » (*Le Petit Robert*)

des êtres vivants leur permettant de se représenter le monde en sélectionnant les *données utiles* de leur environnement. Et puisque l'environnement est changeant, les catégories que nous connaissons dépendent du monde dans lequel nous vivons. Ainsi, si la faculté de catégoriser semble universelle, les catégories, elles, sont fonction des cultures et des sociétés. Il en va probablement ainsi pour le langage.

Si la catégorisation est un processus cognitif fondamental des êtres vivants, elle est également centrale dans la démarche scientifique. Les chercheurs ont de tout temps été amenés à classer les objets ou phénomènes qu'ils avaient à observer pour les interpréter. De ce fait, une des grandes préoccupations de la recherche scientifique est, non seulement de classer, mais surtout de définir des critères pertinents, efficaces et robustes permettant, d'une part, de caractériser les catégories intuitivement observées (ce qui est commun à tous les objets d'une catégorie), d'autre part d'établir les critères distinctifs qui expliquent pourquoi deux objets n'appartiennent pas à la même catégorie (ce qui différencie deux catégories). Ainsi dans l'étude des Sciences du Vivant, les mammifères, les reptiles ou les poissons vont être distingués à l'aide de critères physiologiques ou biologiques. Toutefois, les critères permettant de distinguer, par exemple, les différents types d'animaux sont extrêmement nombreux et dépendent de la nécessité de la distinction que l'on veut opérer. Ainsi, en marge de la catégorisation des scientifiques, chaque être humain peut, par exemple, distinguer les animaux qu'ils mangent de ceux qu'ils ne mangent pas ou encore ceux qui sont dangereux de ceux qui sont inoffensifs (et le contenu, donc les limites, de ces catégories dépendra de la culture de chacun). Ainsi, les catégories ou définitions émanant du monde scientifique et/ou institutionnel nous semblent parfois plus réelles, mais elles ne sont en fait qu'un choix de critères parmi d'autres. Ce choix est souvent une recherche continue des critères les mieux adaptés et les plus pertinents nous permettant de rendre compte de la perception que nous avons de notre environnement.

Les sémanticiens se sont intéressés au phénomène de catégorisation². En effet, catégoriser, c'est, avant tout, nommer les objets, donc regrouper au sein d'une unité lexicale ou unité sémantique un ensemble de sous-unités. Il est possible de caractériser des ensembles d'objets en leur attribuant une liste de traits. Ainsi, dans la théorie des traits, tout concept, ou catégorie, est représenté par un certain nombre de traits que chaque élément du concept doit partager. Ainsi, les triangles sont définis par trois traits: 1/ ce sont des figures fermées ; 2/ ces figures ont trois côtés ; 3/ ces figures forment des angles dont la somme atteint 180°. Ainsi, tout objet qui possède au moins ces trois traits est un triangle et ces trois traits sont *nécessaires* pour qu'un objet soit un triangle. Le concept de prototype proposé par Eleanor Rosch (1975) permet de

2. Pour une revue sur les différents modèles de catégorisation, cf. en particulier Reeves *et al.* (1998).

nuancer la notion de traits et, en conséquence, la définition des catégories. Cette approche met en évidence le fait que certains objets sont plus représentatifs d'une catégorie que d'autres, autrement dit, tous les objets n'ont pas le même statut au sein d'une catégorie (Rosch & Mervis, 1975). L'objet qui représente le mieux une catégorie est appelé "prototype", c'est également lui qui possède le maximum de traits caractéristiques de cette catégorie. D'autres objets, plus périphériques, posséderont moins de traits caractéristiques mais posséderont ainsi des traits de catégories voisines. Ce modèle permet de rendre compte du caractère flou des frontières de catégories. Il permet, en outre, d'expliquer le fait que certains objets peuvent appartenir à deux catégories différentes.

Si un modèle de prototype permet de mieux rendre compte du caractère non-binaire des catégories, il ne permet pas d'expliquer qu'un même objet pourra être classé dans deux catégories différentes selon la situation ou le contexte. Or, la notion de contexte est capitale pour rendre compte de notre perception des catégories (Lakoff, 1987). Elle met en évidence le fait que l'appartenance d'un objet à une catégorie n'est pas déterminée uniquement par les caractéristiques de l'objet lui-même mais également par notre perception de cet objet et la situation ou le contexte dans lequel cet objet est interprété³. Ainsi, suivant que l'on est dans telle situation ou dans telle autre un objet appartiendra à deux catégories différentes. De même, dans une même catégorie, on réunira des objets qui n'ont a priori aucune caractéristique en commun : seule la situation les unit.

Le regroupement d'objets en catégories n'est donc pas un fait de la réalité qui nous entoure, mais une construction de nos représentations mentales. Ce qui distingue un oiseau d'un cheval, ce ne sont pas des caractéristiques physiques, mais notre *nécessité* à attribuer à ces caractéristiques une valeur distinctive. Dès lors, si l'on cherche à comprendre les processus de catégorisation, il ne s'agit plus seulement de définir les caractéristiques physiques des objets, mais surtout de comprendre les processus cognitifs en jeu dans le traitement de ces objets. Ainsi, définir les objets ou donner les caractéristiques d'une catégorie, ça n'est plus expliquer mais interpréter la réalité qui nous entoure. L'ensemble des réflexions menées par les sémanticiens sont particulièrement adaptées aux problèmes posés par les phénomènes de variabilité de la parole. Nous allons voir en quoi ces réflexions peuvent faire avancer notre regard sur la production et le traitement perceptif des sons du langage.

3. Par exemple, "une veste, des clefs de voiture, un sac" ne semblent pas avoir de traits en commun. Toutefois, il font partie de la catégorie des objets que j'emporte lorsque je pars en voiture. Une catégorie qui est fonction d'une situation particulière.

2. Variabilité et catégorisation en parole

Précisons d'emblée que notre propos ne consiste en aucun cas à réduire le traitement du langage à un simple processus de catégorisation. Cependant, étant donné l'importance du processus de catégorisation dans tout traitement cognitif, il nous semble indispensable d'analyser son fonctionnement dans le traitement de la parole. En effet, les catégories sonores du langage sont des catégories dont les caractéristiques physiques sont dépendantes de multiples facteurs. Nous faisons l'hypothèse qu'observer le fonctionnement de ces catégories nous permettra de mieux comprendre le fonctionnement de la parole ainsi que les processus cognitifs en jeu dans le traitement du langage. Depuis quelques années, une synergie de recherches regroupant les sciences humaines et les sciences de la vie s'intéressent aux processus cognitifs présents dans différentes tâches. Les mécanismes mentaux de traitement du langage oral sont, dans cette optique, d'un intérêt capital.

2.1. Reconnaître les sons du langage

S'il existe des catégories pour lesquelles chacun peut discuter des critères pertinents permettant de faire appartenir un objet *O* à une catégorie *C*, il en est d'autres pour lesquelles les processus de catégorisation échappent à l'introspection. En effet, chaque individu peut expliquer quels sont, selon lui, les traits caractéristiques qui font que la mouette est un oiseau (a des ailes, vole, a des plumes, etc.) ; en revanche, il semble plus difficile de demander quels sont les traits qui font que tel objet bleu est bleu, ou encore que la voyelle que l'on entend dans "pas" est /a/. Le sujet peut dire s'il voit du bleu ou non, ou s'il entend un /a/ ou non, mais il ne peut pas expliciter les critères qu'il a utilisés pour donner sa réponse. Ces catégories échappent à un traitement conscient. Ce sont justement ces traitements "automatiques" et "non conscients" qui nous intéressent dans la parole, plus que les critères formels définis par les scientifiques et permettant de distinguer les catégories.

Les recherches sur la parole se sont, en un temps, concentrées sur la caractérisation des indices acoustiques *invariants* qui permettraient aux auditeurs d'identifier correctement les sons du langage (Stevens & Blumstein, 1978; Blumstein, 1986). Or, les multiples réalisations possibles d'une même unité sonore, donc sa variabilité, rendent très difficile la définition acoustique des catégories de sons de la parole. Ainsi, si les auditeurs d'une langue s'entendent globalement pour déterminer quels sont les sons présents dans leur langue, il semble vain de chercher à donner une description physique des catégories de sons d'une langue de façon à ce que, pour chaque réalisation physique, on puisse dire si elle appartient sans ambiguïté à telle ou telle

catégorie. Il est donc désormais admis qu'il n'existe pas d'invariants acoustiques. Cela signifie qu'il semble vain de chercher *uniquement* dans le signal de parole des indices qui nous permettraient d'identifier les sons de notre langue.

Le paradigme de perception catégorielle (Liberman *et al.*, 1957) a pu mettre en évidence notre faculté cognitive à percevoir des frontières là où la réalité physique est continue. Bien que non systématiques, ces résultats, obtenus également avec la perception des catégories de couleurs (Bornstein, 1975; Bornstein, 1987) montrent que la faculté de catégoriser semble bien être un processus mental fondamental et partagé, non pas seulement par l'ensemble des êtres humains, mais plutôt par l'ensemble des êtres vivants⁴ (Kuhl & Miller, 1975; Kuhl, 1987). Toutefois, si ce processus nous informe sur notre faculté à catégoriser, il ne nous dit rien sur la complexité des processus de catégorisation et d'apprentissage des catégories. Les résultats de certaines expériences ont pu laisser penser que dans une langue donnée les auditeurs percevaient une catégorie relativement stable. Or, de nombreuses expériences ont pu montrer que les frontières perçues variaient en fonction de divers facteurs (Repp & Liberman, 1987). Ces résultats mettent en évidence le fait que les catégories de sons du langage sont des catégories fortement instables et fortement contextuelles dont la production et la perception sont souvent conditionnées par des facteurs extrinsèques.

L'ensemble de ces problèmes est actuellement au cœur des recherches menées en sciences cognitives. Nous pensons que l'étude du langage, et plus particulièrement de la parole, est centrale dans les questions posées sur les traitements des catégories et de la variabilité. En effet la parole est un instrument créé par le cerveau humain, produit par les organes physiologiques humains, véhiculé sous forme d'onde acoustique traitée par le cerveau humain. Le langage est ainsi une "boucle humaine" dont la forme sonore est créée et perçue par l'humain :

- Quels sont les fonctionnements cognitifs en jeu dans le traitement des catégories linguistiques et sonores ?
- Ces fonctionnements sont-ils semblables à ceux qui sont associés aux autres traitements sensoriels ou bien le traitement du langage est-il un traitement spécifique ?
- Comment le nouveau-né procède-t-il pour construire ses propres catégories ?
- Pouvons-nous modifier notre système de catégories ? Cette "plasticité cérébrale" a-t-elle un coût ?
- Peut-on chercher dans ces processus cognitifs une universalité concernant le langage ?

4. P. Kuhl a effectivement montré que certains animaux (chinchillas) montraient des capacités de catégorisation dans des tâches similaires.

3. Une approche de la variabilité en parole : présupposés méthodologiques

Pourquoi travaille-t-on sur la variabilité ? Quel intérêt y a-t-il à diriger nos recherches vers une notion qui, généralement, est à éviter ? Traditionnellement, la démarche scientifique consiste, entre autres, à faire la part entre ce qui est pertinent (le sens) et ce qui est dû au hasard (le non-sens). Ce qui est pertinent est ainsi souvent associé à la recherche d'invariants, de constantes (puisque catégoriser, c'est donner du sens au monde). La variabilité a longtemps été rangée dans le domaine du hasard. Or, la recherche d'invariants, parfois utile, parfois infructueuse a toutefois permis de prendre conscience que certaines formes de variabilité doivent être considérées comme pertinentes pour l'avancement de nos connaissances des processus cognitifs⁵. Car, suite à la recherche d'invariants, il apparaît que les phénomènes de variabilité ont un fonctionnement qui n'est pas uniquement aléatoire et, en conséquence, qui nous informent sur notre traitement des catégories.

Nous cherchons ici à comprendre les mécanismes du traitement de la variabilité⁶. Or, les deux notions, variabilité et catégorisation, sont indissociables. En effet, la définition d'une catégorie dépend des limites que l'on admet pour la diversité ou la variation des objets qui la constituent. Ainsi, comprendre comment l'on catégorise, c'est, de fait, comprendre comment l'on traite la variabilité (comment l'on choisit d'inclure ou d'exclure une donnée d'une catégorie). De nombreuses directions de recherches prennent désormais en compte la variabilité et son rôle dans les processus de production et de perception de la parole (Elman & Mc Clelland, 1986). Dans cette perspective, nous nous proposons de poser quelques réflexions quant aux aspects à la fois théoriques et méthodologiques qui sous-tendent les recherches sur la variabilité de la parole.

3.1. La question du prototype en parole

D'après les définitions que l'on peut rencontrer⁷, un prototype est une valeur a priori, c'est-à-dire une donnée d'origine altérée ensuite par le contexte. Toutefois, il est fréquent, dans le langage courant et dans le monde scientifique que le prototype soit également une valeur a posteriori, autrement dit une moyenne, un centre des observations effectuées⁸. Il est probable que l'on confonde souvent ces deux interprétations. La conception "originelle" de la notion de prototype nous semble mal adaptée à la parole. En effet, les réalisations physiques des sons de la

5. Voir à ce sujet les réflexions menées dans le cadre de l'Action Cognitive « Invariants et variabilité dans les sciences cognitives » <http://www.paloalto.fr/variability/vafz.htm>.

6. *Variabilité* : « donner à quelque chose plusieurs aspects divers. » (*Dictionnaire Historique de la Langue Française*) ; *Variabilité* : « caractère de ce qui est variable » « grandeur qui mesure l'ampleur des variations d'un caractère » (*Petit Robert*)

7. *Prototype* : « forme primitive » « le mot désigne un modèle premier, originel ou principal. Il a pris un sens figuré de modèle parfait » (*Dictionnaire Historique de la Langue Française*)

Prototype : « type, modèle premier » (*Petit Robert*)

8. Voir plus haut la conception de E. Rosch (Prototype : le meilleur représentant de sa catégorie).

parole sont par nature changeantes, instables et totalement dépendantes du contexte, en d'autres termes adaptatives (Lindblöm, 1990). Cette caractéristique des sons de la parole est inscrite dans leur fonctionnement. Il est donc absurde de chercher un prototype originel, hors variation, des réalisations sonores.

Ainsi, si l'on cherche un prototype physique des réalisations de la voyelle /a/, par exemple, on calculera simplement la moyenne des réalisations de cette voyelle. Toutefois, la procédure n'est pas simple, car de quelles réalisations parle-t-on? Il est probable que la moyenne des réalisations d'un /a/ isolé produit par un seul locuteur différera de la moyenne calculée à partir de /a/ extraits d'une conversation entre dix personnes. En conséquence, la moyenne, donc le prototype acoustique est systématiquement fonction de notre choix de corpus. Nous le voyons, la recherche d'un prototype, par des arguments physiques, semble mener à une impasse.

Qu'en est-il du jugement des auditeurs? Si l'on se réfère à la conception de Rosch, le prototype est le meilleur représentant de sa catégorie. Il semble ici que le jugement des auditeurs d'une langue soit bien adapté à cette conception du prototype. Cette procédure méthodologique ("ce stimulus est-il un bon représentant de sa catégorie?") a d'ailleurs été souvent utilisée dans des expériences de perception catégorielle. Toutefois, le jugement des auditeurs va lui aussi dépendre de chaque individu et de son origine dialectale : une réalisation phonétique peut être considérée comme un bon représentant de sa catégorie par un premier auditeur et comme un mauvais représentant pour un autre auditeur. Est-ce à dire qu'il n'y a pas de prototype des sons du langage? Ou bien y-a-t-il un prototype pour chaque situation de production ou de perception?

Mythe et nécessité du phonème isolé

La réalisation d'un phonème isolé a longtemps été considérée comme prototypique (parce que non soumise aux "bruits" extérieurs, donc aux sources de variations). On peut toutefois considérer que ce type de réalisation est une pure construction de chercheurs. Aucune situation de parole naturelle ne nous fait produire des phonèmes isolés, exceptées certaines situations d'apprentissage. Toutefois, la réalisation de phonèmes isolés présente l'avantage – et c'est la raison pour laquelle les chercheurs l'utilisent – de fournir des valeurs physiques très ciblées et peu variables. Or, ça n'est pas un problème de considérer ce type d'unité comme une forme canonique arbitraire. Ce qui, en revanche, peut poser problème est le glissement méthodologique qui nous conduit à considérer cette forme artificielle comme une sorte de structure profonde. La structure de surface étant la réalisation en contexte des phonèmes.

Nous considérons la production de voyelles isolées comme un contexte particulier, plutôt rare, mais dont les caractéristiques ciblées présentent l'avantage d'être une sorte de degré zéro de la variation contextuelle. Ce n'est donc pas plus un prototype que les autres types de réalisations. Toutefois, ce qui est spécifique à ce type de production, c'est l'absence totale d'information extérieure donc contextuelle : la seule information permettant d'identifier ce type de réalisation est contenue dans ses propres caractéristiques, dans sa propre réalisation, ce qui n'est pas le cas dans l'ensemble des situations de production de parole naturelle. Ce type de réalisation est notamment pertinent lorsque l'on cherche à mesurer l'effet du contexte sur la variabilité d'une catégorie phonétique : on peut ainsi mettre en évidence, ou non, le fait que l'information contextuelle peut élargir considérablement l'espace de réalisation d'une voyelle (voir plus loin "La variabilité dans LA langue : le fonctionnement de la communication").

3.2. Les sources de variation de la parole

Il nous semble plus juste de parler de "variabilités" au pluriel, plutôt qu'au singulier. En effet, il est hasardeux de regrouper, dans une même catégorie, différentes formes de variations telles que la production de parole dans du bruit, un accent régional, la coarticulation, la situation de parole, etc. Regrouper dans un même ensemble des phénomènes aussi divers peut laisser à penser qu'on leur attribue les mêmes fonctions. Or, s'il est des phénomènes qui sont plutôt inscrits dans le fonctionnement de la parole (spécificité du locuteur, coarticulation, variantes régionales, sociales, psychologiques), il en est d'autres qui se surajoutent (codage, bruits extérieurs, etc.) (Rossi, 1989).

Toutefois, quel sens y-a-t-il à dresser une liste des sources de variation de la parole ? Considérer ces phénomènes comme des facteurs de variation, présuppose-t-il qu'il existe un état de parole pour lequel il n'y a pas d'accent régional (il existerait donc une parole standard à partir de laquelle les accents régionaux seraient des dérivés ?), une situation de communication standard (quelle est-elle ?), une production de parole sans bruit (où cela est-il possible, excepté dans une chambre sourde ?), une parole sans coarticulation (par concaténation de phonèmes ?). La communication présuppose un locuteur et un auditeur qui partagent plus ou moins un code commun. Ainsi, ce qui est perçu comme une variation dans un cas (un auditeur breton écoute un locuteur toulousain), ne le sera pas dans une autre (un Toulousain écoute un autre Toulousain).

Il n'est pas question ici de dresser une liste des variations possibles à partir d'une hypothétique réalisation canonique des sons du langage. Cette tentative n'aurait probablement aucun sens.

En revanche, il est possible de considérer que les variations de la parole ne sont pas des déformations d'une forme " hors variation ", mais des réalisations variées d'une même catégorie en fonction de situations différentes. Dans ce sens, la spécificité des locuteurs, ainsi que leur origine socio-géographique sont des facteurs de variation : un locuteur A et un locuteur B vont réaliser deux /a/ différents sans que ces réalisations soient une variation à partir d'une forme standard. Les facteurs de variation sont ainsi des paramètres identifiés comme induisant des prototypes différents pour une même catégorie ; autrement dit, il est possible d'observer les déplacements systématiques des zones de réalisation des sons de la parole en fonction de ces facteurs de variation.

3.3. Le lien production/perception : des variabilités variables

La phonétique, comme d'autres disciplines, a bénéficié depuis le début du XX^{ème} siècle des avancées techniques permettant d'observer les caractéristiques physiques des sons de la parole avec une précision de plus en plus grande. La qualité de ces descriptions a parfois laissé penser qu'il suffisait de donner une description physique précise pour comprendre comment les auditeurs les percevaient. Dans cette perspective, et afin de pouvoir donner une description acoustique pertinente, la "variabilité" devait être éliminée. Il est clair que si l'on souhaite décrire physiquement la voyelle /a/, on doit l'isoler au maximum de contextes divers car l'on sait que les formes acoustiques de cette voyelle sont très dépendantes du contexte (Meunier & Floccia, 1997). Mais, lorsque l'on élimine cette variabilité, élimine-t-on du bruit ou de l'information ? De quelles façons l'auditeur "gère"-t-il ce que l'on qualifie souvent d'obstacle à la communication ?

Nous pensons qu'il est possible de distinguer deux types de fonctionnement de la variabilité qui sont, d'une part, celle qui nuit à la communication et, d'autre part, celle qui aide à la communication. Dans la "Théorie de l'information" (Shannon & Weaver, 1949), un principe stipule que tout canal contient des sources de bruit faisant obstacle au signal transmis. Ainsi lorsque l'on veut contrebalancer cet obstacle et donc faciliter la communication, il suffit, soit de diminuer le bruit, soit d'augmenter le signal. Le problème posé par la variabilité de la parole dans le cadre de la perception peut finalement être résumé à la question suivante: une source de variation identifiée constitue-t-elle du bruit ou du signal pour la communication (figure 1) ?

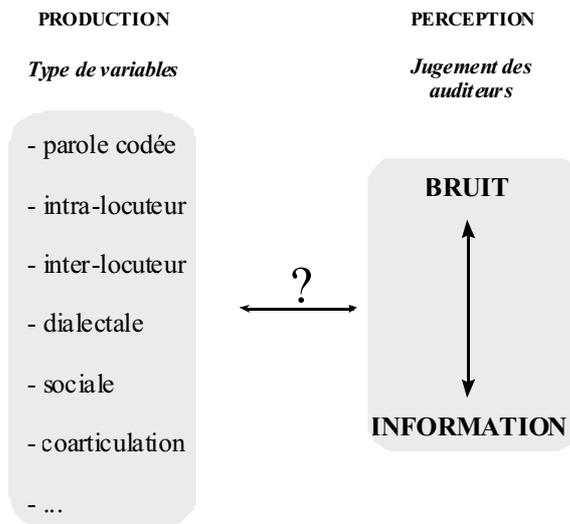


Figure 1

Lien non déterminé entre des sources de variation de la parole et leur impact sur la perception

Toutefois, il n'est pas toujours possible d'établir un lien *a priori* entre un facteur de variation et son coût perceptif (la spécificité du locuteur, comme celle de l'auditeur doivent entrer en compte). En revanche, pour une production donnée, il est possible de mesurer la facilité ou la difficulté qu'un auditeur rencontre pour retrouver les catégories linguistiques. De cette façon, la perception de la parole peut être caractérisée sous forme de coût mesurable. Si le coût perceptif est important, on considérera que le signal est très bruité. À l'inverse, si le coût est très faible, le signal sera considéré comme non bruité.

Nous cherchons à évaluer dans quels cas des caractéristiques de variations observées (c'est-à-dire plusieurs réalisations possibles d'une même catégorie) facilitent ou entravent la communication. Autrement dit, nous cherchons essentiellement à distinguer, dans les phénomènes de variation, ce qui est utilisé et ce qui ne l'est pas.

La variabilité n'est pas forcément une forme de réalisation aléatoire de la parole. Certaines formes de variabilité sont plus "régulières" que d'autres, notamment dans les variations phonétiques contextuelles (coarticulation et/ou assimilation, Meunier, 1994). Nous faisons l'hypothèse qu'il existe un lien fondamental entre la régularité des phénomènes observés en production et leur poids perceptif. Plus une variation est régulière, plus elle représente un prototype⁹ perceptif. Ainsi, au sein des groupes de consonnes du français, le dévoisement des consonnes

9. Nous entendons ici le terme « prototype » comme le « meilleur représentant de sa catégorie ».

vocaliques est le phénomène d'assimilation le plus fréquemment observé (Meunier, 1994). La régularité de ce phénomène en fait le prototype de la forme des consonnes vocaliques dans ce contexte. Ainsi, dans une expérience perceptive (Meunier, 1997, 1999), nous avons pu montrer que lorsque l'on coupe le signal de façon à enlever l'occlusive, cette manipulation passe inaperçue pour les auditeurs dans le contexte non voisé ("classe"), car l'assimilation est, dans ce cas, un marqueur acoustique d'un très grand poids perceptif (figure 2). En revanche, dans ce contexte voisé, l'absence de l'occlusive pose plus de problèmes aux auditeurs car le /l/ n'est pas spécifiquement marqué.

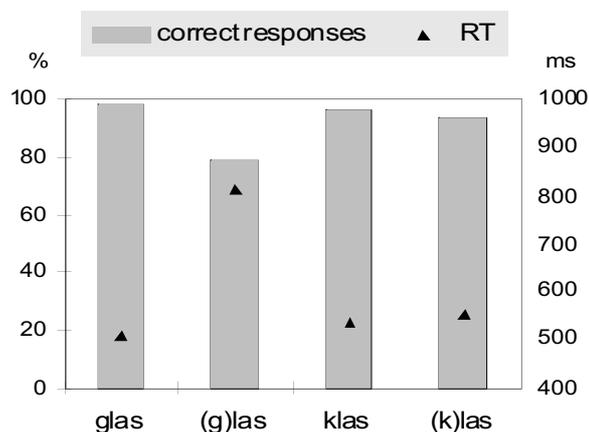


Figure 2
Taux de réponses correctes et temps de réaction des sujets dans une tâche de détection de l'occlusive initiale. L'occlusive est soit présente (glas, klas) soit absente ((g)las, (k)las)

Nous pensons ainsi qu'il existe un lien fonctionnel entre la fréquence et la régularité d'apparition d'un phénomène de variation, d'une part, et son utilisation perceptive, d'autre part. Lorsque les variations observées sont régulières, elles sont la marque prototypique d'un facteur de variation. En revanche, lorsque des indices physiques apparaissent irrégulièrement ou aléatoirement, nous faisons l'hypothèse qu'elles ne sont pas utilisées par l'auditeur dans les processus de perception.

3.4. De la description des variations au fonctionnement de la variabilité : positions et espaces

Le travail des linguistes n'est pas un simple inventaire descriptif des réalisations possibles des

sons de la langue. Il s'agit plutôt de comprendre quel sens, d'un point de vue cognitif, peuvent prendre les variations des réalisations sonores. Ainsi, si l'on doit admettre que les sons de la parole sont, de par leur nature même, le terrain de la variabilité, expliquer le fonctionnement productif et perceptif de cette variabilité revient à expliquer les mécanismes cognitifs en jeu dans la production et la perception de la parole.

Nous considérons qu'il est possible d'aborder l'analyse des phénomènes de variation selon, au moins, deux approches méthodologiques. L'une concerne essentiellement la *position* et le *changement des positions* en fonction de certains facteurs de variation. Les caractéristiques articulatoires des phonèmes sont fonction de celles des phonèmes qui les entourent. Ainsi, si l'on souhaite comprendre l'effet des voyelles arrondies sur les fricatives qui les précèdent, on compare les mots "sous" et "si" et l'on va pouvoir observer que le bruit de la fricative /s/ est plus grave en contexte /u/ qu'en contexte /i/. Dans ce cas, on a cherché à mettre en évidence un *changement de position* de la fricative sur une échelle fréquentielle en fonction du contexte vocalique. Il est possible de faire de même avec les voyelles de façon à observer, sur un plan F1/F2 leurs déplacements dans le triangle vocalique en fonction de certains facteurs de variation identifiés (contexte consonantique, harmonie vocalique, etc) (voir figure 3, a). Ces positions sont calculées en fonction des moyennes des réalisations dans un contexte donné.

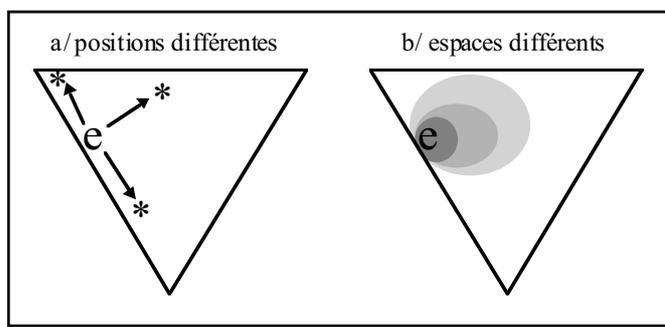


Figure 3

*Illustration schématique a/ du déplacement de la moyenne des réalisations de la voyelle /e/ en fonction de sources de variations;
b/ de la modification de la taille de l'espace de réalisation de la voyelle /e/ en fonction de sources de variation.*

Une deuxième approche consiste non plus seulement à identifier des différences de position, mais observer la *taille des espaces* de réalisation. Qu'entend-on par *espace* ? Il s'agit simplement de

la taille d'une catégorie : ainsi un espace est important lorsque les réalisations considérées comme faisant partie d'une même catégorie sont très différentes physiquement et très éloignées les unes des autres. Autrement dit, l'espace est important lorsque la dispersion autour de la moyenne est très grande. À l'inverse, un espace est réduit lorsque, comparativement, les représentants d'une catégorie sont très proches physiquement, et donc lorsque la dispersion autour de la moyenne est faible (figure 3, b/). Par exemple, il est possible d'évaluer l'espace de réalisation de la voyelle /a/ et d'observer qu'il est plus vaste en parole spontanée que dans le contexte de mots prononcés isolément (Meunier & Floccia, 1997). Au travers de l'observation des espaces de production et de perception des sons de la parole, nous cherchons à comprendre quels sont les facteurs linguistiques et/ou extra-linguistiques qui font que ces espaces peuvent être très vastes ou au contraire très réduits : existe-t-il des universaux dans la taille de ces espaces ? Quels sont les contraintes qui caractérisent des espaces différents pour des langues différentes ? Quelles sont les contraintes linguistiques et/ou de communication responsables de la variation de la taille de ces espaces ?

Afin de tenter de répondre à ces questions, nous avons élaboré quelques hypothèses permettant de faire le lien entre, d'une part, le fonctionnement des espaces représentatifs des catégories et, d'autre part, le fonctionnement de la communication humaine.

4. Hypothèses sur le fonctionnement de la variabilité

4.1. La variabilité dans LES langues : universaux du langage

Un inventaire, ainsi qu'une prédiction, des phonèmes présents dans la plupart des langues du monde est désormais disponible (Ladefoged & Maddieson, 1996 ; Vallée *et al.*, 1997). Il semble donc possible de déterminer les grandes tendances universelles concernant les systèmes phonologiques des langues. Toutefois, si ces travaux nous renseignent sur l'inventaire phonologique des langues, ils ne nous informent pas sur les tendances universelles du fonctionnement des catégories phonétiques. Les espaces de réalisation des sons sont-ils fonction du système phonologique des langues¹⁰ ? Ou bien existe-t-il des tendances universelles dans les réalisations (dépendantes de contraintes articulatoires, par exemple) ? La variation des espaces suit-elle les mêmes règles dans toutes les langues (voir « *La variabilité dans LA langue : le fonctionnement de la communication* ») ?

De nombreux travaux ont pu montrer des phénomènes d'assimilation perceptive lorsque l'on

10. Nous avons entrepris une recherche dans ce domaine en comparant les systèmes vocaliques de trois langues : anglais, français, espagnol. Ce projet (« Densité des systèmes vocaliques et traitement cognitif des unités sonores dans différentes langues » Christine Meunier et Cheryl Frenck) a obtenu un financement du ministère de la Recherche (Action Cognitive 2000). Pour plus de renseignements, consulter l'adresse <http://www.lpl.univ-aix.fr/lpl/personnel/meunier/meunier.htm/>

fait entendre à des auditeurs un son qui ne fait pas partie de leur système phonologique. Les Japonais ne distinguent pas le /l/ du /r/ (Goto, 1971). Les anglophones ont ainsi de grandes difficultés à distinguer le /p/ et le /b/ espagnol, car cette distinction ne se manifeste pas de la même façon dans leur système phonologique (Abramson & Lisker, 1970). Les hispanophones ont également beaucoup de difficultés à distinguer le /u/ du /y/ français, car cette deuxième voyelle ne fait pas partie du système vocalique espagnol. Les assimilations perceptives sont-elles systématiques ? Tous les phonèmes absents de notre propre système phonologique sont-ils forcément perçus comme le phonème "le plus proche" ? Bien qu'il n'y ait pas d'étude exhaustive dans ce domaine, il semble que certains sons soient parfois identifiés comme "étrangers". Ainsi, la jota espagnole n'est pas assimilée perceptivement par un francophone, mais plutôt identifiée comme un son hispanisant ou arabisant. Pourquoi les sons étrangers sont-ils parfois assimilés, parfois distingués ? Notre hypothèse est qu'il y a assimilation dans une langue X lorsque les caractéristiques acoustico-phonétiques d'un son d'une langue Y sont intégrées dans l'espace perceptif et de production des sons de la langue X. Autrement dit, si les hispanophones perçoivent /u/ lorsqu'un /y/ français est produit, c'est parce que cette réalisation de /y/ serait un exemplaire des réalisations possibles du /u/ espagnol. A l'inverse, la jota espagnole n'est pas assimilée à un phonème du français car elle n'entre pas dans le champ des réalisations possible des fricatives du français.

Par ailleurs, nous supposons qu'il existe une différence importante entre les voyelles et les consonnes. Les paramètres acoustico-articulatoires des voyelles varient sur une échelle continue dans un espace de réalisation articulaire possible : degré d'aperture de la mandibule (ouvert/fermé), position de la langue (avant/arrière), position des lèvres.

Deux hypothèses permettent de représenter la réalisation des voyelles (figure 4) :

1. la totalité de l'espace articulaire possible est utilisé dans toutes les langues et, en conséquence, les espaces de réalisations sont fonction du nombre de voyelles qui constituent le système vocalique.

2. les espaces de réalisation sont stables dans toutes les langues et ainsi certaines zones de l'espace maximal de réalisation ne sont pas couvertes.

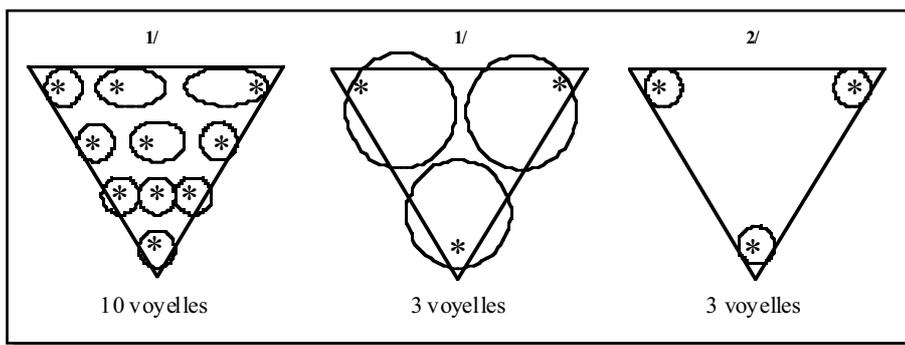


Figure 4

Ici, dans un système à dix et à trois voyelles, soit la totalité (1/), soit une petite partie (2/) de l'espace peut être occupée

En revanche, le système des consonnes n'est pas caractérisé par des échelles de paramètres articulatoires continus, mais par des positions précises dans le conduit buccal et pharyngal. Cette configuration articulatoire ne permettrait pas un passage articulatoire continu entre la plupart des consonnes. De ce fait, la production et la perception des consonnes ne représenteraient pas un espace de paramètres dont les variations sont continues comme pour les systèmes de voyelles.

Nous pensons que l'observation de la taille des espaces de réalisation est particulièrement bien adaptée à l'étude des systèmes vocaliques pour la description et la comparaison des langues. La taille des espaces est-elle similaire dans toutes les langues ? Sinon, quelle est la raison de ces différences ? L'observation de ces espaces nous permet de comprendre les processus cognitifs de production et de perception des catégories sonores de la parole, les tendances universelles de ces processus, ainsi que les caractéristiques phonologiques spécifiques des langues du monde.

4.2. La variabilité dans LA langue : le fonctionnement de la communication

Si la variabilité peut être abordée sous l'angle des universaux du langage, il est également des facteurs internes au fonctionnement de la langue et qui influencent fortement les espaces de réalisation des sons du langage. La production de la parole est une adaptation permanente aux situations de communication (Lindblöm, 1990). Les caractéristiques de la production d'un locuteur sont fonction des hypothèses qu'il formule sur la probabilité d'être compris par son

interlocuteur. L'articulation sera ainsi soutenue si la situation l'impose et, selon la loi du moindre effort, relâchée si cela est possible sans nuire à la compréhension ("Hypo- and hyper-speech Theory", Lindblöm, 1990). Aussi, la compréhension des messages sonores procède-t-elle non seulement de processus ascendants (du décodage acoustico-phonétique vers le lexique, puis vers les niveaux supérieurs), mais aussi de processus descendants (des niveaux supérieurs vers le niveau perceptif). De nombreuses expériences ont pu montrer que l'absence d'information phonétique n'était pas un obstacle pour l'accès au lexique (Warren, 1970). Cette bidirectionnalité entre les niveaux d'information dans le processus de compréhension nous conduit à émettre certaines hypothèses. Nous supposons que la production et la perception de la parole fonctionnent comme un système redondant, c'est-à-dire un système dans lequel les sources d'information sont multiples. Ainsi, les niveaux phonétiques (segmentaux et supra-segmentaux), mais aussi tous les niveaux linguistiques (lexique, sémantique, syntaxe, pragmatique, etc) concourent simultanément à la compréhension d'un message.

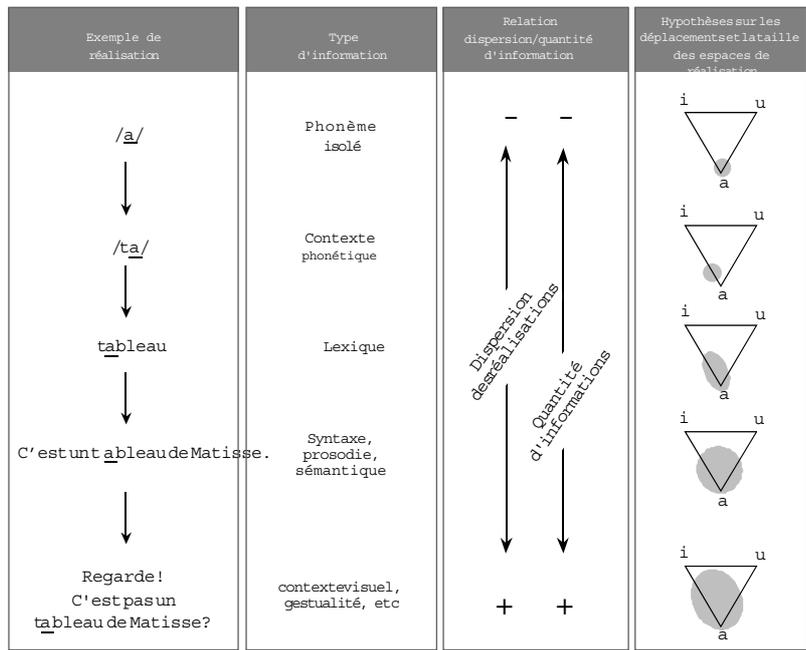


Figure 5
Représentation hypothétique du fonctionnement de la variabilité en fonction de la quantité d'information véhiculée dans un message linguistique

L'information contenue dans un message oral est ainsi très redondante. Toutefois, on peut supposer que tous ces niveaux ne sont pas également informatifs à un instant donné ; les autres niveaux doivent alors fonctionner en relais. Le message devient ambigu ou incompréhensible lorsque trop peu de niveaux sont informatifs. On peut supposer que, selon la loi du moindre effort, lorsque tous les niveaux sont informatifs, la forme sonore peut l'être moins.

Dans cette optique, nous proposons un schéma de fonctionnement phonétique où la réalisation des unités sonores est fonction du degré d'information qu'apporte le contexte, quel qu'il soit.

Prenons, à titre d'exemple, une voyelle, la voyelle /a/ (figure 5). On peut supposer que selon le contexte sa réalisation va être plus ou moins variable, aussi bien en ce qui concerne la localisation de cet espace, que sa taille. Notre hypothèse est qu'il existe une relation conjointe entre le degré d'information véhiculée au travers d'un message et la dispersion des réalisations : moins l'information contextuelle est importante, moins l'espace de réalisation doit être important afin que l'unité sonore soit identifiable et non ambiguë. À l'inverse, plus l'information contextuelle est grande, plus la dispersion des réalisations peut être importante dans la mesure où l'information contextuelle (sémantique, pragmatique, etc) permet d'identifier une unité sonore très variable. L'espace de réalisation de la voyelle /a/ peut ainsi être bien plus vaste en parole spontanée qu'en prononciation isolée dans la mesure où dans le premier cas les informations descendantes rendent l'information phonétique redondante. L'élargissement des espaces pourrait donc augmenter au fur et à mesure qu'augmenterait la quantité d'information.

Conclusion

À travers ce papier, nous avons évoqué les aspects généraux du phénomène de catégorisation. Il nous semble en effet que le problème de la variabilité de la parole n'est pas un phénomène isolé et que son fonctionnement peut être éclairé par la compréhension du phénomène de catégorisation en tant que processus cognitif fondamental des êtres vivants. Si la production et la compréhension du langage ne se limitent pas au simple processus de catégorisation, il n'en reste pas moins que parler et comprendre, c'est aussi manipuler des catégories de sons, de sens, etc. Or, aborder ces catégories et leur fonctionnement, c'est comprendre notre faculté à manipuler le langage dans son aspect universel. En effet, nous avons vu que les catégories ne sont pas inscrites dans la réalité mais qu'elles sont le résultat de la façon dont nous nous adaptons à notre environnement. Elles sont donc le reflet de ce qui nous est nécessaire. Il en va ainsi pour les catégories du langage. Il semble donc vain de chercher uniquement dans les aspects physiques des catégories sonores leur définition ainsi que les traits spécifiques qui les caractérisent. Car

ce qui les caractérise, c'est la façon dont nous les manipulons, dont nous les avons construites. Ainsi, ce que nous cherchons, lorsque nous tentons de décrire les catégories des sons du langage, est inscrit dans la manifestation de notre aptitude à manipuler le langage. La complexité de la définition des catégories réside, en fait, dans l'aspect implicite de l'utilisation que l'on en fait. Il s'agit donc de rendre explicite nos connaissances, et cette tâche est bien plus complexe que l'établissement d'une simple liste de traits ou de mesures physiques. Il faut en effet comprendre l'aspect perpétuellement adaptatif et contextuel de notre perception des catégories.

Nous pensons qu'une étude globale des fonctionnements de la variabilité dans la parole peut nous permettre de mieux comprendre le fonctionnement phonétique des catégories de sons. Il est fondamental de comprendre comment se manifestent les phénomènes de variation et pourquoi ils ne sont pas systématiques. La comparaison de différentes langues nous permet de comprendre comment l'être humain adapte son appareil phonatoire et son système perceptif à son propre environnement linguistique : le système phonologique de sa langue. En parallèle, l'observation des catégories phonétiques dans des situations de communication différentes nous informe sur la façon dont le sujet parlant adapte sa production des sons en fonction de la quantité d'information qui est véhiculée.

La recherche d'invariants est une constante dans la démarche scientifique. Nous pensons y trouver une explication sur le fonctionnement de la réalité qui nous entoure. Or, ce que nous y trouvons est essentiellement une tentative de compréhension de notre perception de la réalité. Cela est particulièrement vrai pour le langage qui est une création humaine et qui, plus encore que d'autres systèmes, n'a pas de réalité en dehors de notre aptitude à l'utiliser. Aborder la variabilité et son fonctionnement nous amène à comprendre le caractère perpétuellement adaptatif du langage et de la parole. Cette faculté d'adaptation qui permet à chacun d'entre nous d'évoluer dans notre environnement naturel.

Bibliographie

ABRAMSON, A.S., LISKER, L. (1970), "Discriminability along the Voicing Continuum : Cross-language Tests", in *Proceedings of the Sixth International Congress of Phonetic Sciences*, Prague 1967, p. 569-573.

BLUMSTEIN, S.E (1986), "On Acoustic Invariance in Speech" in *Invariance and Variability in Speech Processes*, Perkell and Klatt eds., M.I.T., London.

BORNSTEIN, M.H. (1973), "Color Vision and Color Naming : a Psychophysiological Hypothesis of Cultural Differences", *Psychological Bulletin*, 80, p. 257-285.

BORNSTEIN, M.H. (1987), "Perceptual Categories in Vision and Audition", in *Categorical Perception*, Stevan Harnad (ed.), Cambridge University Press, p. 287-300.

- REY, A. (1993), *Dictionnaire Historique de la Langue Française*, Le Robert, Paris.
- ELMAN J., MC CLELLAND J. (1986), "Exploiting Lawful Variability in the Speech Wave", in *Invariance and Variability in Speech Processes*, Perkell and Klatt eds., M.I.T., London.
- GOTO, H. (1971), "Auditory Perception by Normal Japanese Adults of the Sounds /l/ and /r/". *Neuropsychologica*, 9, p. 317-323.
- KUHL, P.K. (1987), "Categorization by Animals and Infants", in *Categorical Perception*, Stevan Harnad (ed.), Cambridge University Press, p. 355-386.
- KUHL, P.K., MILLER, J.D. (1975), "Speech Perception by the Chinchilla : Voiced-voiceless Distinction in Alveolar Plosive Consonant", *Science*, 190, p. 69-72.
- LADEFOGED, P. & MADDIESON, I. (1996), *Sounds of the World's Languages*. Oxford, Blackwell.
- LAKOFF, G. (1987), *Women, Fire and Dangerous Things : What Categories Reveal about the Mind*, Chicago : University of Chicago Press.
- REY, A., REY-DEBOVE, J. (1982), *Le Petit Robert: Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*, Le Robert, Paris.
- LIBERMAN, A.M., HARRIS, K.S., HOFFMAN, H.S. and GRIFFITH, B.C. (1957), "The Discrimination of Speech Sounds within and across Phoneme Boundaries", *Journal of Experimental Psychology*, 54, p. 358-368.
- LINDBLOM, B. (1990), "Explaining Phonetic Variation: a Sketch of the Hyper- and Hypospeech Theory", *Speech Production and Speech Modelling*, Hardcastle and Marchal (eds.), Kluwer Academic Publishers, p. 403-439.
- MANUEL, S.Y. AND KRAKOW, R.A. (1984), "Universal and Language Particular Aspects of Vowel-to-Vowel Coarticulation", *Haskins Laboratory Status Report on Speech Research*, SR-77/78, p. 69-78.
- MEUNIER, C. (1997), "Voicing Assimilation as a Cue for Cluster Identification", *Proceedings of the Fifth European Conference on Speech Communication and Technology*, Rhodes, CDROM.
- MEUNIER, C. (1999), "Recovering Missing Phonetic Information from Allophonic Variations.", *Proceedings of the 14th International Congress of Phonetic Sciences*, San Francisco, August 1999.
- MEUNIER C., FLOCCIA, C. (1997), "La spécificité des types de parole pour la perception de la voyelle", *Actes des Journées d'Etudes Linguistiques "La voyelle dans tous ses états"*, Nantes, p. 158-163.
- MEUNIER, C. (1994), *Les groupes de consonnes : problématique de la segmentation et variabilité acoustique*, Thèse de l'Université de Provence (Aix-Marseille I), 7 mars 1994.
- REEVES, L.M., HIRSH-PASEK, K., GOLINKOFF, R. (1998), "Words and Meaning : from Primitives to Complex Organization", in *Psycholinguistics*, chapter IV, edited by Gleason & Ratner, Harcourt Brace College Publishers, p. 157-226.
- REPP, B.H. & LIBERMAN, A.M. (1987), "Categorical Perception is Flexible", in *Categorical Perception*, Stevan Harnad (ed.), Cambridge University Press, p. 89-112.
- REPP, B.H. (1982), "Phonetic Trading Relations and Context Effects : New Experimental Evidence for a Speech Mode of Perception", *Psychological Bulletin*, 92, 1, p. 81-110.

- ROSCH, E.H. (1975), "Cognitive Representations of Semantic Categories", *Journal of Experimental Psychology*, 104, p. 192-233.
- ROSCH, E.H., MERVIS, C.B. (1975), "Family Resemblances : Studies in the Internal Structure of Categories", *Cognitive Psychology*, 7, p. 573-605.
- ROSSI, M. (1989), "De la quiddité des variables", *Actes du séminaire Variabilité et spécificité du locuteur : études et applications*, Marseille, H. Méloni (éd.), p. 11-31
- SHANNON, C.E., & WEAVER, W. (1949), *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, IL : University of Illinois Press.
- STEVENS, K.N. & BLUMSTEIN, S.E. (1978), Invariant Cues for Place of Articulation in Stop Consonants, *Journal of the Acoustical Society of America*, 64, p. 1358-1368.
- VALLEE, N., BOË, L.J., SCHWARTZ, J.-L. (1997), "Taxinomie phonologique et prédiction des tendances universelles des systèmes vocaliques des langues du monde", *Actes des Journées d'Etudes Linguistiques*, Nantes, p. 118-123.
- VIGNAUX, G. (1999), *Le démon du classement*, Seuil.
- WARREN , R.M. (1970), "Perceptual Restoration of Missing Speech Sounds", *Science*, 167, p. 392-395.
- WERKER, J.F., POLKA, L. (1993), "Developmental Changes in Speech Perception : new Challenges and new Directions", *Journal of Phonetics*, 21, p. 83-101.