



HAL
open science

Invariants et Variabilité en Phonétique

Christine Meunier

► **To cite this version:**

Christine Meunier. Invariants et Variabilité en Phonétique. Nguyen, Noël. Phonologie et phonétique: Forme et substance, Hermès, pp.349-374, 2005, Cognition et Traitement de l'Information. hal-00142955

HAL Id: hal-00142955

<https://hal.science/hal-00142955>

Submitted on 23 Apr 2007

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.

Chapitre 13

Invariants et variabilité en phonétique

13.1. Introduction

« La parole est variable ». À la lumière d'un siècle de travaux portant sur l'analyse de la parole, cette phrase est désormais un véritable pléonasme. Nul ne le conteste, ni ne l'a, d'ailleurs, jamais contesté. Le débat concernant la variabilité de la parole ne porte donc pas sur son existence, mais sur son statut. Est-elle le résultat d'une actualisation physique, et donc non pertinente, des sons du langage ? Représente-t-elle du bruit sur un signal de parole comportant, par ailleurs, toute l'information nécessaire à la compréhension des messages ? Participe-t-elle pleinement, au contraire, au fonctionnement de la communication, à la structure et à l'évolution de la langue ? Est-elle gênante ou bien indispensable aux auditeurs pour l'identification des sons de la chaîne parlée ? Telles sont les questions que nous allons aborder dans ce chapitre et qui ont préoccupé la communauté scientifique au cours du siècle dernier.

La recherche *d'invariants*, autrement dit de caractéristiques stables et indépendantes de facteurs extrinsèques permettant de définir un phénomène, est une constante dans la démarche scientifique. Il semble que la dualité « invariants - variabilité » ait suivi des évolutions théoriques et méthodologiques relativement semblables à l'intérieur des sciences humaines, sociales et cognitives au cours du XXème siècle [LAU 02]. C'est-à-dire la recherche d'invariants, dans un premier temps, puis un regain d'intérêt pour les phénomènes de variabilité ces dernières décennies. C'est, en quelque sorte, ce chemin que nous allons parcourir dans ce

chapitre. Dans un premier temps, nous ferons un rapide panorama de la recherche d'invariants physiques considérés comme nécessaires pour l'identification des sons du langage. Nous verrons, ensuite, comment la variabilité est intégrée dans certains modèles de production et perception de la parole. Nous aborderons quelques formes de variations de la parole pour en donner une rapide description. Enfin, nous essaierons d'envisager quelques perspectives pour l'analyse de la variabilité de la parole. Mais voyons d'abord, ci-dessous, comment s'est posé le problème de la variabilité dès le début du XX^{ème} siècle.

13.1.1. *Distinguer la forme de la substance*

Dans les premiers travaux de la linguistique moderne, Saussure [SAU 16] distingue la *langue* de la *parole* : la langue est définie comme un code, tandis que la parole est l'utilisation de ce code. Cette distinction, fondement de la linguistique moderne, scelle la problématique générale de la relation existant entre la forme (représentations abstraites et conceptuelles) et la substance (matérialité et actualisation de ces représentations). La dualité invariants/variabilité peut alors être considérée comme une extension de la dichotomie langue/parole. La langue apparaît comme le domaine des invariants tandis que la parole serait le terrain de la variabilité [FUC 02] dans la mesure où la langue est un code partagé par tous les sujets d'une langue, tandis que la parole est l'expression (ou plutôt une infinité d'expressions possibles) de ce code.

Si la dichotomie langue/parole a été « installée par la linguistique », la distinction forme/substance est, pour Boë *et al.* [BOE 00], « imposée par la phonologie ». La phonologie est concernée par la recherche des invariants, alors que la phonétique aborde la « matérialité » des réalisations physiologiques et physiques de la production de la parole. Ainsi, le phonéticien décrit tous les phénomènes acoustiques liés à l'utilisation d'une langue, sans se permettre de privilégier certains par rapport aux autres ; le phonologue, au contraire, extrait de ces données les seuls éléments qui jouent une fonction dans la communication [TRO 39]. Autrement dit, le phonologue décrit des invariants, tandis que le phonéticien décrit la variabilité. Une des conséquences de ces postulats théoriques est que la variabilité est hors du champ linguistique. Un des principes majeurs de la linguistique structuraliste est la primauté de la langue sur la parole, primauté nuancée et remise en question depuis quelques années par un ensemble de recherches qui vise à montrer le rôle important de la substance sur la forme [BOE 00].

La pratique réelle des phonologues et des phonéticiens est sensiblement différente de la définition de Troubetzkoy. S'il est vrai que les phonologues travaillent peu sur les aspects physiques et physiologiques de la parole, ils utilisent toutefois des résultats issus de la description physique (comme les traits acoustiques

ou articulatoires). Par ailleurs, les phonéticiens ne décrivent pas tous les phénomènes physiques. Ils recherchent, dans les aspects physiques de la parole, ce qui peut expliquer les processus de production et de perception de la parole. Les démarches récentes des phonéticiens et des phonologues visent à rapprocher les deux disciplines (Phonologie de Laboratoire, voir D'Imperio, ce volume) de façon à dégager ce qui, dans la matière, prend part à l'organisation du système et peut expliquer le fonctionnement des systèmes phonologiques.

13.1.2. *Parler, de l'intention communicative à l'articulation des sons*

La communication parlée est une activité qui peut être représentée comme une suite d'événements mettant en relation le cerveau du locuteur avec celui de l'auditeur. Plus précisément, la production comprend différentes étapes successives allant de l'intention de communiquer (conception), aux commandes motrices permettant d'exécuter les gestes articulatoires adéquats (articulation), en passant par une composante linguistique dans laquelle est explicitée la construction verbale (formulation)¹. La réalisation des gestes articulatoires, qui donne lieu à une activité physiologique coordonnant l'activité d'une centaine de muscles, est l'étape la plus ultime de l'expression. Or, entre la première étape, conceptuelle, et la dernière, articulatoire, un ensemble de paramètres linguistiques et non-linguistiques peuvent affecter la sortie, selon que le locuteur est un homme ou une femme, qu'il est jeune ou âgé, qu'il est originaire de Brest ou de Toulouse, etc. (voir plus loin dans ce chapitre « Les sources de variation »). Mais même en l'absence de sources de variation bien identifiées, la variabilité est présente car inhérente à la production de la parole. Si l'on prononce deux fois le mot /ʃa/ exactement dans les mêmes conditions, ces deux réalisations seront physiquement différentes : elles n'auront pas la même durée, l'amplitude du signal ne sera pas identique, les valeurs formantiques pourront être légèrement différentes, etc. La raison est que la production de la parole est le produit d'une activité musculaire complexe donnant lieu à des gestes articulatoires (pour un développement de ces aspects, voir Fougeron, ce volume) qu'il n'est pas possible de reproduire exactement à l'identique. Toutefois, ces deux productions pourront être identifiées par les locuteurs d'une même langue comme un seul et même mot.

Le constat d'une présence inéluctable de la variabilité dans la production de la parole a conduit les phonologues à distinguer les variantes combinatoires, ou allophones, des variantes libres [TRO 39]. Les *variantes combinatoires* sont des variations dues au contexte phonétique mais ne présentant pas de caractère distinctif. Par exemple, la réalisation phonétique de la consonne [r] va dépendre du caractère

1. La nature de cette composante linguistique est extrêmement variée selon les auteurs des modèles. Pour une description détaillée, voir [FRO 98].

sonore ou sourd de la consonne qui précède : le [r] sera réalisé sonore en contexte sonore [dʁɛ̃] et sourd en contexte sourd [tʁɛ̃] [MEU 94]. Ces variations se distinguent des *traits distinctifs* (voir Durand, ce volume) : le trait de sonorité sera distinctif dans les mots « doux » (/du/) et « toux » (/tu/) car la permutation de ce trait entraîne un changement de sens, ce qui n'est pas le cas pour les variations allophoniques². Les *variantes libres* sont des variations qui ne sont pas directement imputables à un facteur spécifique. Pour l'école fonctionnaliste [TRO 39], l'ensemble de ces variantes n'a pas de *fonction* particulière dans la communication. Elles ne représentent donc pas un objet d'étude pour le linguiste à l'inverse des traits pertinents dont la fonction permet de distinguer les phonèmes et donc les unités lexicales d'une langue.

13.2. De la recherche des invariants à la prise en compte de la variabilité

La question des invariants, bien qu'elle concerne l'ensemble des secteurs de la linguistique, s'est posée de façon cruciale aux phonéticiens directement concernés par la prise en compte des variations de la parole dès lors qu'ils se sont intéressés aux mécanismes de perception de la parole. En effet, la façon dont les auditeurs prennent en compte la variabilité reste grandement ouverte. Comment le système perceptif peut-il récupérer un code abstrait à partir d'une substance physique fondamentalement variable ?

Pour répondre à cette question, plusieurs modèles théoriques ont été évalués au cours du XX^{ème} siècle. Une première approche pose l'hypothèse que, malgré la variabilité observée, il existe des invariants physiques permettant à l'auditeur d'identifier les sons présents dans le signal. Une deuxième approche repose sur l'hypothèse que le système perceptif est sourd aux variations non pertinentes. Enfin, dans une troisième approche il n'est plus question de s'affranchir de la variabilité pour expliquer les mécanismes de perception, mais au contraire de postuler qu'elle est nécessaire dans ces processus.

13.2.1. La recherche d'un invariant physique

Pour les partisans de l'existence d'invariants, il s'agit de démontrer la présence de caractéristiques physiques dont l'auditeur pourrait systématiquement se servir pour identifier les unités phonétiques produites. Afin de donner une explication à ce

2. Toutefois, la permutation, pour les phonologues semble être de nature abstraite. Des expériences [MEU 97] ont montré qu'une permutation physique des variations allophoniques (les /r/ de « drain » et « train » sont échangés) entraîne précisément un changement pour l'identification du mot. Le trait de voisement, dans ce cas, n'est pas uniquement porté par les occlusives.

lien indirect qui existe entre les caractéristiques formelles des sons du langage et le signal acoustique que perçoit un auditeur, Liberman *et al.* [LIB 67] font l'hypothèse d'une représentation articulatoire intermédiaire. Dans cette théorie (*Théorie Motrice*), il n'y a pas d'invariant acoustique. L'audition des sons émis génère une activité neuromusculaire permettant d'extraire les caractéristiques articulatoires de ces sons. La commande musculaire est interrompue avant la production de gestes. Ce modèle est actif car il suppose une comparaison entre la perception auditive et la génération de représentations articulatoires. Cette activation motrice permet, de façon indirecte, d'identifier les sons produits et sert d'intermédiaire entre la représentation des sons et leur réalisation acoustique. L'invariant dans ce cas est bien physique et serait de nature *gestuelle*. Cette théorie stipule l'existence d'un module spécifique pour la perception de la parole (« *Speech is special* »).

Pour Stevens et Blumstein, l'invariant n'est pas de nature articulatoire mais acoustique. Leurs travaux reposent sur l'hypothèse d'une non-linéarité entre les mécanismes articulatoires et le signal acoustique de sortie. La théorie de l'invariance acoustique repose sur deux hypothèses [BLU 86]: la première est que le signal acoustique est très structuré (organisation hiérarchique des indices) dans la mesure où il contient des caractéristiques acoustiques invariantes reliées aux traits phonétiques. Ces caractéristiques sont invariantes quels que soient les locuteurs, le contexte phonétique ou les langues. La deuxième hypothèse stipule que le système perceptif est sensible à ces propriétés invariantes et qu'il les utilise dans le processus de traitement de la parole. La théorie suppose que de grandes variations articulatoires peuvent occasionner des discontinuités acoustiques minimales tandis que des changements articulatoires ténus pourront avoir de fortes répercussions acoustiques. Ce modèle est fondé sur une série d'expériences concernant la perception du lieu d'articulation des plosives (/b/, /d/ et /g/) [STE 78]. Les auteurs montrent qu'il existerait des propriétés acoustiques invariantes qui permettraient d'identifier le lieu d'articulation des consonnes indépendamment du contexte vocalique.

Si l'hypothèse de l'existence d'invariants physiques est actuellement largement abandonnée par l'ensemble de la communauté scientifique, il n'en reste pas moins que les travaux reposant sur cette hypothèse ont permis de mettre en évidence la haute structuration et l'organisation du signal de parole.

13.2.2. La perception catégorielle

Notre faculté à identifier les sons du langage malgré une forte variabilité peut également trouver une explication sans faire appel à l'existence d'un invariant physique, articulatoire ou acoustique. Le phénomène de perception catégorielle [LIB 57] a pu mettre en lumière notre faculté cognitive à percevoir des frontières là

où la réalité physique est continue et, surtout, notre surdité à la distinction physique entre deux stimuli lorsqu'ils appartiennent à la même catégorie. Ce mode de perception suppose que deux sons ne sont discriminables que s'ils appartiennent à deux catégories phonétiques différentes. La perception catégorielle permet de rendre compte d'une identification correcte des unités phonétiques malgré des réalisations physiques différenciées. Il ne s'agit pas là d'un simple processus de catégorisation, c'est-à-dire de regroupement d'objets différents dans une même catégorie. Dans le cas de la perception catégorielle, les sujets *sont sourds* aux différences physiques présentes dans le signal de parole. Ce mode de perception implique, comme dans la théorie motrice sur laquelle il se fonde, un module spécifique destiné à la perception de la parole et dont seul l'être humain serait équipé. Certains travaux sont toutefois venus nuancer ce postulat. Des effets de perception catégorielle ont été obtenus avec les catégories de couleurs [BOR 87]. Cette faculté semble être également un processus mental fondamental n'étant pas spécifique aux êtres humains [KUH 78]. Ces observations remettent en question l'existence d'un module spécifique dédié au traitement du langage. De nombreux travaux sont venus, par ailleurs, mettre en évidence le fait que les résultats obtenus étaient fortement dépendants des procédures expérimentales (pour une description complète voir Nguyen, ce volume).

13.2.3. *L'unité de perception*

Une autre façon de s'affranchir du problème posé par la variabilité est de reconsidérer l'unité de perception, soit l'unité minimale nous permettant d'accéder aux unités supérieures (comme le lexique). La plupart des locuteurs d'une langue sont capables d'identifier les phonèmes présents au sein d'un mot. Toutefois, les recherches sur l'acquisition du langage semblent montrer que cette capacité ne serait pas effective avant l'âge de 6 ou 7 ans, soit l'âge correspondant approximativement à l'apprentissage de la lecture. Il est donc possible que notre capacité à extraire et identifier les phonèmes soit une conséquence de l'apprentissage de la lecture, en particulier, des écritures alphabétiques (voir Labrune, ce volume). L'utilisation du phonème dans le traitement perceptif pourrait donc être questionné.

Une partie importante de la variabilité observée dans la parole est due à la coarticulation au sein de la syllabe (voir plus loin dans ce chapitre). La syllabe s'avère donc moins variable et présente des caractéristiques plus robustes que celles du phonème. De nombreux travaux, issus de la psycholinguistique, sont venus étayer cette hypothèse. Segui *et al.* [SEG 81] montrent que les auditeurs sont plus rapides pour détecter le phonème /b/ en position initiale lorsqu'il se situe dans une syllabe simple comme /ba/, tandis qu'ils sont plus lents pour détecter ce même phonème dans des syllabes plus complexes (/bra/ ou /bal/). Ces résultats semblent suggérer que l'identification du phonème se fait après celle de la syllabe. Par ailleurs, si l'identification de voyelles extraites d'un corpus de parole spontanée est parfois très

mauvaise (20% d'identification pour la voyelle [a]), elle est bien meilleure (75%) lorsque l'on y ajoute le contexte syllabique [MEU 99b]. La syllabe constituerait donc une unité plus robuste pour l'accès au lexique que le phonème [MEH 81]³. Cependant, cette question fait toujours débat car certains travaux ne répliquent pas les effets de l'avantage de la syllabe sur le phonème [CON 01].

13.2.4. *Au-delà de l'invariant*

En marge des travaux portant sur l'invariant, plusieurs axes de recherches ont traité le problème de la variabilité comme un phénomène interne et non externe à la langue. Dans un ouvrage qui fait référence concernant la question de la variabilité de la parole [PER 86], Elman et McClelland [ELM 86] soulignent qu'une partie importante des variations observées dans la parole ne sont pas dues au hasard. Ces auteurs s'intéressent particulièrement aux variations contextuelles qui, selon eux, sont fortement prédictibles et donc utiles aux auditeurs. La variabilité du signal de parole n'est plus ici considérée comme un problème : « ... *the phenomenon which has been described as the 'lack-of-invariance problem', is not a problem at all for human listeners. It is precisely the variability in the signal which permits listeners to understand speech in a variety of contexts, and spoken by a variety of speakers. Instead of searching invariance in the signal, we think it makes more sense to try to understand how it is that listeners deal with the variability which is there* ». La préoccupation est désormais de mettre en lumière les aspects de la variabilité qui jouent un rôle dans les mécanismes de perception de la parole.

Lindblom & Lindgren [LIN 85] observent dans un corpus de parole spontanée que la notion d'invariant acoustique ne peut s'appliquer aux productions naturelles des locuteurs : les conditions naturelles de parole impliquent une variabilité phonétique telle qu'il est impossible d'y trouver une quelconque invariance acoustique. La recherche infructueuse d'invariants physiques a conduit Lindblom [LIN 90] à proposer un modèle adaptatif de la production et la perception de la parole (*Hypo and Hyper Speech Theory*). Ce modèle ne postule plus l'existence d'un invariant physique. La communication parlée doit répondre à deux exigences : 1/ le besoin d'intelligibilité pour l'auditeur et 2/ le principe d'économie articulatoire pour le locuteur. Ainsi, le locuteur produit son énoncé selon un principe de *variabilité adaptative* de façon à ce que les deux exigences (intelligibilité et économie articulatoire) soient respectées. L'articulation est soutenue si la situation l'impose et, selon un principe d'économie, relâchée si cela est possible sans nuire à la compréhension. Une grande partie de la variabilité de la parole peut donc être expliquée par cette adaptation constante aux exigences de la communication. Les réalisations sont ainsi variables alors que le message linguistique est, lui, invariant.

3. Pour une revue détaillée de ces questions voir Nguyen, ce volume.

La théorie de Lindblom postule que le système perceptif procède à l'intégration parallèle de différentes sources d'information : le signal de parole lui-même et l'ensemble des informations contextuelles (sémantiques, pragmatiques, etc.). Cette configuration repose sur l'existence d'un processus interactif du traitement de la parole : le message sonore est traité selon un processus ascendant (*bottom-up*) du signal acoustique vers les unités linguistiques mais également descendant (*top-down*) dans la mesure où les informations de plus haut niveau (sémantique, pragmatique), concourent à la compréhension du message. À l'inverse, la recherche d'invariants physiques repose totalement sur un processus ascendant pour expliquer la perception de la parole : c'est la non-ambiguïté du signal de parole qui permet d'accéder aux unités phonétiques pertinentes.

13.3. Variabilité et catégorisation

La notion de variabilité est fondamentalement liée au processus de catégorisation. En effet, la caractérisation d'une catégorie dépend des limites que l'on admet pour la diversité ou la variation des objets qui la constituent. Comprendre comment l'on catégorise, c'est, de fait, comprendre comment l'on traite la variabilité. La variabilité n'est pas un phénomène spécifique à la parole ni au langage et son fonctionnement peut donc être éclairé par la compréhension du mécanisme de catégorisation en tant que processus cognitif fondamental des êtres vivants [HAR 87]. À chaque instant de notre existence, nous sommes confrontés à des objets, des concepts ou des phénomènes que nous regroupons sous forme de *catégories*. D'une certaine façon, il est impossible de penser le monde sans regrouper ou distinguer les données qui le constituent [VIG 99].

Ainsi, 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. Mais la distinction entre le bleu et le vert n'est pas écrite dans la réalité physique, elle est interprétée 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 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. Le nombre de mots permettant de désigner les couleurs va donc être différent dans chaque langue selon que l'environnement en nécessite plus ou moins dans chaque culture. 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.

La façon dont les sémanticiens ont abordé le phénomène de catégorisation⁴ peut nous apporter quelques éclaircissements. En effet, catégoriser, c'est également nommer les objets, donc regrouper sous une unité linguistique un ensemble d'objets ou de concepts. Il est possible de caractériser des ensembles d'objets en leur attribuant une liste de traits. Tout concept, ou catégorie, est alors représenté par un certain nombre de traits que chaque élément du concept doit partager. 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 triangle⁵. Le concept de prototype proposé par Rosch [ROS 75] permet de nuancer la notion de trait. Dans cette approche 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. L'objet qui représente le mieux une catégorie est appelé *prototype*, c'est également lui qui possède le plus de traits caractéristiques de cette catégorie. D'autres objets, plus périphériques, posséderont moins de traits caractéristiques mais pourront posséder 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. La notion de prototype a largement été exploitée en parole⁶ et les nombreuses expériences menées au laboratoire Haskins ont pu mettre en lumière la nature hautement structurée des sons de la parole [MIL 94].

Si un modèle de prototype a permis l'analyse de la structure interne des catégories plutôt que des frontières, il ne permet pas toutefois de rendre compte de leur aspect contextuel. L'appartenance d'un objet à une catégorie n'est pas déterminée uniquement par les caractéristiques de l'objet lui-même mais également par la situation ou le contexte dans lequel cet objet est interprété [LAK 87]⁷. Ainsi, suivant que l'on est dans telle situation ou dans telle autre un seul objet appartiendra à deux catégories différentes. De même, on réunira dans une même catégorie des

4. Pour une revue sur les différents modèles de catégorisation, voir en particulier Reeves *et al.* [REE 98].

5. Il est à noter, toutefois, que les sons du langage (comme les couleurs) se distinguent des autres types de catégories par le fait que leur traitement échappent à l'introspection [HAR 87]. Chacun peut expliquer quels sont les traits caractéristiques qui font que la mouette est un oiseau (a des ailes, vole, a des plumes, etc.), mais il semble plus difficile d'appréhender 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/. On peut dire si l'on voit du bleu ou non, ou si l'on entend un /a/ ou non, mais on ne peut pas expliciter les critères utilisés pour répondre.

6. Pour une revue détaillée de ces aspects, voir Nguyen, ce volume.

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

objets qui n'ont a priori aucune caractéristique en commun, seule la situation les fait appartenir à une même catégorie.

Il en va de même pour les sons du langage : par exemple, les valeurs de formants $F1=400$ Hz, $F2=2000$ Hz, $F3=2700$ Hz seront approximativement les valeurs de la voyelle [ɛ] lorsqu'elle est prononcée isolément ; mais elles pourront être celles de [a] dans le contexte du mot « tapis » [tapi]. De même, l'influence du contexte sur la perception des phonèmes a été clairement montrée dans l'expérience de Ganong [GAN 80] : un stimulus ambigu, intermédiaire acoustique entre le son [p] et le son [b], est présenté à des auditeurs. Dans une expérience préliminaire l'ambiguïté du stimulus est confirmée (perçu aléatoirement [p] ou [b]). Dans une seconde expérience, le stimulus ambigu est présenté en contexte. Les résultats ont montré que dans le contexte « alcon », les sujets perçoivent [b] tandis que dans le contexte « almier », ils perçoivent [p]. L'identification de ces consonnes est donc dépendante du contexte dans lequel elles sont présentées.

Les approches théoriques concernant la catégorisation nous permettent d'envisager autrement le phénomène de variabilité. La caractérisation des catégories réside 1/ dans la structure du système de catégories dans chaque culture, et donc du système de sons dans chaque langue, 2/ dans notre faculté d'adaptation permanente au contexte. Pour comprendre les mécanismes de perception il faut rendre compte de l'aspect perpétuellement adaptatif et contextuel des processus de traitement et cette tâche peut s'avérer plus complexe que l'établissement d'une liste de traits ou de mesures physiques.

13.4. Décrire les variations de la parole

Une partie importante des travaux des phonéticiens consiste à identifier des facteurs pertinents pouvant influencer la production de la parole, à donner une description des variations occasionnées et, éventuellement, à vérifier si et comment ces variations sont traitées par les auditeurs. Nous allons tenter d'en donner un aperçu ci-dessous après avoir évoqué quelques questions méthodologiques portant sur l'analyse des phénomènes de variations.

13.4.1. *Quelques questions liées à l'étude de la variabilité*

13.4.1.1. *Un degré zéro de la variabilité ?*

Dire que la parole est variable, n'est-ce pas supposer qu'il existerait un état hors variabilité ? En effet, la variation se décrit toujours en rapport avec un état de référence. Or, pour la parole, comment peut-on se représenter cet état, ce *degré zéro*

de la variabilité ? L'ensemble des recherches sur la parole s'accorde désormais pour admettre que la variabilité est inhérente à la parole et qu'un état hors variabilité est une pure abstraction. Toutefois, il semble clair que, plus la situation de parole est contrôlée et plus le contexte de production est réduit, moins les unités phonétiques varient (voir plus loin dans ce chapitre « 13.5.2.2. Facteurs conjoncturels »).

Il nous semble toutefois prudent d'éviter une sorte de glissement méthodologique qui conduirait à considérer ces réalisations très contrôlées comme des sortes de structure profonde de la production des sons, la structure de surface étant la réalisation en contexte des phonèmes. La production de phonèmes en situation contrôlée est un contexte particulier, plutôt rare, mais dont les caractéristiques ciblées présentent l'avantage d'être une sorte de minimum de la variation contextuelle. Il ne s'agit donc pas plus d'un prototype que les autres types de réalisations. On peut d'ailleurs estimer qu'il n'existe pas de prototype physique d'un phonème, mais un prototype pour chaque contexte⁸. Toutefois, ce qui est spécifique à une production contrôlée, c'est l'absence relative d'information 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.

13.4.1.2. *Le coût perceptif de variations*

Dans la « Théorie de l'information » [SHA 49], un principe stipule que tout canal contient des sources de bruit faisant obstacle au signal transmis. Ainsi, pour une production donnée, il est possible de mesurer la facilité ou la difficulté qu'un auditeur rencontre pour l'identification du message, donc de mesurer le *coût perceptif*. Parmi les variations observées en production, certaines passent inaperçues aux oreilles des auditeurs tandis que d'autres sont interprétées ou encore nuisent à la perception du message linguistique. Les variations *imperceptibles*⁹ sont essentiellement dues à la coarticulation et à l'assimilation (voir plus loin dans ce chapitre « 13.4.2. Les sources de variation »). En effet, ces variations, inhérentes à la production de la parole, ne sont pas interprétées mais *attendues* par les auditeurs. Hallé *et al.* [HAL 98] ont ainsi montré que les auditeurs identifiaient un phonème en fonction de leurs attentes plutôt que d'après les réalisations produites. De ce fait, c'est l'absence de ces variations qui entraîne, le plus souvent, un coût perceptif [MEU 99a].

Les caractéristiques du locuteur, les facteurs régionaux et sociaux, les voix pathologiques, etc. sont plutôt à classer parmi les variations *perceptibles*, car

8. Voir les modèles à exemplaires, Nguyen, ce volume.

9. Nous entendons par là qu'elles sont, bien évidemment, traitées mais pas détectées par les auditeurs dans la mesure où elles correspondent à leurs attentes.

identifiées par l'auditeur. Dans ce cas, les variations peuvent être *interprétables*, c'est-à-dire qu'elles informent sur les caractéristiques du locuteur (son sexe, son appartenance à un milieu social donné, etc), ou peuvent occasionner un coût perceptif si le locuteur présente des caractéristiques trop éloignées de celles de l'auditeur¹⁰. La mesure du coût perceptif permet donc de distinguer les variations utiles pour la perception de celles qui nuisent au décodage. Toutefois, il n'est pas toujours possible d'établir un lien *a priori* entre une variation observée et son coût perceptif. La spécificité du locuteur, comme celle de l'auditeur, doivent alors être prises en compte.

13.4.2. *Les sources de variation*

Plusieurs tentatives ont été menées pour dresser un inventaire des facteurs de variation ou pour en donner une classification. Labov [LAB 86] distingue différentes *sources de variation inhérentes* à la parole (« *source of inherent variation in speech* »). Dans cet inventaire, on trouve les variations dues à l'accent et au rythme, celle dues aux interactions sociales. Pour Rossi [ROS 89], 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.). Dresser un inventaire des sources de variations est une tâche indispensable pour élaborer une description interprétable des sons de la parole. Toutefois, cette tâche peut être une entreprise assez hasardeuse. D'une part, il est difficile d'imaginer que cette liste puisse être exhaustive, d'autre part, le classement des facteurs de variation est en lui-même une tâche délicate (il est parfois difficile de distinguer les variations dues aux émotions de celles dues aux caractéristiques du locuteur, par exemple). Enfin, il est difficile de mettre sur le même plan la coarticulation, les caractéristiques anatomiques du locuteur, les situations de parole en milieu bruyé, etc. Il existe *des variabilités*, c'est-à-dire des types de variation qui n'ont pas les mêmes fonctions ni les mêmes conséquences dans la communication. Nous allons toutefois ci-dessous dresser un aperçu de quelques sources de variation généralement inventoriées.

13.4.2.1. *Coarticulation et assimilation*

Parmi les différents facteurs qui occasionnent la variabilité des sons de la parole, celui qui a probablement donné lieu au plus grand nombre d'études est la coarticulation. Elle peut être décrite comme le chevauchement et l'interaction des différents articulateurs au cours de la production de segments phonétiques successifs

10. On peut supposer qu'un locuteur breton sera mieux compris par un autre breton que par un méridional. Il en va de même pour les variations qui engendrent une dégradation de l'intelligibilité: les productions de parole caractérisées par une pathologie de la parole seront plus identifiables pour un praticien habitué à ces caractéristiques que pour tout un chacun.

[FAR 97]. Il en résulte que la configuration du conduit vocal à un instant donné peut être mise en relation avec les caractéristiques de différents segments phonétiques. À l'inverse, chaque unité phonétique peut être matérialisée par des indices acoustiques répartis en différents points du signal acoustique [NGU 01]. Par exemple, lors de la réalisation du mot « sous » ([su]), la configuration du conduit vocal présente, dès le début de la fricative, les caractéristiques du trait d'arrondissement de la voyelle [u] dont l'articulation est *anticipée*. En revanche, c'est par *persistance* que le trait sourd de l'occlusive [t] se propage durant la réalisation du [ʁ] dans le mot [tʁo].

Un large débat a longtemps animé la communauté scientifique à propos de la distinction entre *coarticulation* et *assimilation*. Dans les deux cas, il s'agit de l'influence d'un son sur un autre. La coarticulation serait un phénomène dû à des contraintes physiologiques (synergie des articulateurs), et donc plutôt universel. En revanche, l'assimilation serait un phénomène de propagation des traits phonétiques selon les règles phonologiques présentes dans une langue donnée : le phénomène d'harmonie vocalique se définit comme la propagation des traits caractéristiques d'une voyelle à une voyelle avoisinante [TRA 87]. Il semble que ce phénomène soit spécifique à certaines langues. Le débat reste ouvert car certains travaux ont pu montrer que les phénomènes de coarticulation n'étaient pas identiques dans toutes les langues et pouvaient être dépendants des systèmes phonologiques [LUB 82].

13.4.2.2. *Caractéristiques du locuteur*

L'anatomie du conduit vocal, qui change selon le sexe et l'âge, est à l'origine d'une forme de variation totalement inhérente à la production de la parole [MAC 97]. La hauteur de la voix est le paramètre le plus apparemment affecté par l'âge ou le sexe des locuteurs. Si la fréquence fondamentale (F0) des enfants de deux ans est autour de 400 Hz, elle baisse continuellement pour se stabiliser après la puberté entre 200 Hz et 250 Hz pour les femmes tandis que celle des hommes se situe entre 100 Hz et 150 Hz. Si chaque auditeur est capable d'identifier le sexe du locuteur d'après la hauteur de la voix, il lui sera beaucoup plus difficile de prendre conscience que les hommes et les femmes produisent des voyelles dont les valeurs acoustiques sont différentes. Pourtant, ces variations, dues aux tailles des résonateurs (plus larges pour les hommes), sont bien réelles et engendrent des valeurs de formant plus élevées pour les femmes [TUB 89].

Indépendamment des variations spécifiques aux différences de sexe ou d'âge, les réalisations des sons d'une langue laissent apparaître une forte variabilité. Concernant les voyelles de l'anglais, le travail fondateur de Peterson & Barney [PET 52] a pu mettre en évidence des espaces de réalisation relativement importants dans un corpus de monosyllabes produit par 76 locuteurs. Ce travail met en évidence de larges zones de réalisation pour chaque voyelle et, parfois même, des zones de chevauchement entre les réalisations des catégories vocaliques. Ce travail a permis

de mettre en évidence la présence d'une forte variabilité dans un corpus de parole très contrôlée. Cette variabilité est ici à attribuer aux facteurs intra- et inter-individuels. Dans les études sur la parole il est très souvent question d'annuler ces variations par des procédures de normalisation des données dans la mesure où elle n'entrent pas en jeu dans la compréhension du message linguistique. Elles sont toutefois interprétées par les auditeurs comme autant d'information sur l'identité et les caractéristiques des locuteurs [CAR 02].

13.4.2.3. *Situations de parole*

L'analyse de la parole produite dans des conditions réelles est relativement récente. Une des raisons majeures de cette marginalité est la très forte variabilité des sons produits en parole spontanée, mais surtout la difficulté d'identifier les sources de variations qui affectent le signal. Un premier constat pourrait être de noter une augmentation importante du taux de variation des unités phonétiques. En d'autres termes, en parole spontanée il est courant d'observer de forts écarts par rapport à la moyenne des réalisations chez un même locuteur. Dans une étude portant sur la réalisation et la perception des occlusives du français [DUE 95], Duez montre qu'en parole spontanée seulement la moitié de ces consonnes sont identifiées correctement. Les réalisations des unités phonétiques sont ainsi très éloignées de leurs valeurs canoniques.

La régulation du débit de parole et ses conséquences sur la production des sons a donné lieu à de nombreux travaux¹¹. Notamment, il a été montré que l'augmentation du débit était corrélée avec la réduction vocalique [LIN 63]. Par ailleurs, des travaux sur le français [AST 99] observent une organisation prosodique et plus particulièrement rythmique, différenciée selon les styles de parole. Plus récemment, un intérêt est apparu pour les aspects psychologiques des situations de communication¹² (voir Caelen-Haumont, ce volume). La plupart de ces travaux portent sur les variations de la fréquence fondamentale et laissent apparaître un lien entre un état émotionnel caractérisé (tristesse, joie, colère, etc.) et des variations prosodiques bien identifiées.

13.4.2.4. *Variabilité dialectale (PFC)*

Les variations dues aux caractéristiques régionales sont souvent très explicites pour les auditeurs. Toutefois, elles ne sont pas toujours faciles à décrire ni à cerner en raison de leur interaction avec l'âge et le contexte social du locuteur. La standardisation des messages oraux (télévision ou radio) ainsi que les déplacements

11. Pour une revue, voir Miller [MIL 81].

12. Un colloque a d'ailleurs récemment eu lieu concernant ces aspects: « Speech Emotion-2000 », *Speech and Emotion*, ISCA Tutorial and Research Workshop, Newcastle, Northern Ireland, UK, 5-7 sept., 2000.

plus fréquents des populations depuis une cinquantaine d'année entraînent parfois un effacement, voire un mélange des accents régionaux. Ainsi, il est fréquent de trouver plutôt chez les locuteurs âgés les accents les plus marqués. Dans une étude portant sur le système vocalique de deux classes d'âge, 20-35 ans d'une part et plus de 55 ans d'autre part, Arnaud *et al.* [ARN 97] ont montré que les sujets âgés réalisaient les voyelles /a/ et /ɑ/ très ouvertes et postérieures, tandis que les réalisations des sujets jeunes tendaient vers un [a] médian standardisé. Dans cette perspective, le projet de recherche PFC (Phonologie du Français Contemporain : usages, variétés et structure [DUR 03]) vise à présenter un état des lieux du français contemporain tel qu'il est parlé. L'analyse de ces corpus devrait nous apporter, dans les années à venir, une description mise à jour du système phonologique du français selon plusieurs sources de variation (origine géographique, âge, sexe, niveau d'instruction, etc.).

13.4.2.5. Variantes sociales

Si la coarticulation est un des phénomènes de variation qui a le plus mobilisé phonologues et phonéticiens, le contexte sociologique et son implication dans la parole est le facteur probablement le plus cité parmi les variables inventoriées dans les manuels de linguistique. La raison en est que les sociolinguistes sont les premiers à avoir introduit les phénomènes de variations au cœur même de l'analyse linguistique. La sociolinguistique, véritable domaine de la linguistique moderne¹³, est définie par ses auteurs comme « *l'étude des usages sociaux du langage* » [CHA 02]. Pour Labov [LAB 72] la variation est inhérente à la parole. L'hypothèse des sociolinguistes va à l'encontre du modèle chomskyen. Il n'est plus question de distinguer la compétence de la performance, mais d'appréhender la langue comme un tout. Pour Labov les variations dues aux facteurs sociaux sont stockées dans la mémoire des auditeurs et interprétées comme autant de sources d'information sur le locuteur. La variabilité n'est donc pas extérieure à la langue, mais, au contraire, fait partie intégrante des règles de la grammaire. Il est alors proposé d'intégrer dans la grammaire des règles variables permettant de spécifier les contextes [SAN 79].

Dans une célèbre étude sur *la stratification sociale de /r/ dans les grands magasins new-yorkais* [LAB 72], Labov remarque que la réalisation de cette consonne est dépendante de la stratification sociale des locuteurs, vendeurs dans trois magasins new-yorkais. La présence d'une constriction marquée est très importante et représente la norme dans le magasin le plus prestigieux, tandis que ce type de réalisation est bien plus rare dans le magasin le plus populaire¹⁴. Il semble

13. L'existence de la revue *Language Variation and Change*, éditée par Sankoff, Labov, et Kroch témoigne de la vitalité de ce courant de recherche.

14. Il faut rappeler toutefois que, dans cette enquête, les réalisations ne sont pas enregistrées mais transcrites par l'enquêteur qui est Labov lui-même. On peut supposer que cette méthodologie soit un peu approximative, ce que Labov remarque dans ses conclusions.

donc que les caractéristiques sociales des locuteurs soient fondamentalement liées au système de production de la parole ainsi qu'aux représentations phonologiques de chaque auditeur.

13.5. Perspectives pour l'étude de la variabilité de la parole

Nous souhaiterions terminer ce chapitre en présentant quelques perspectives de recherches méthodologiques et théoriques se proposant d'aborder la variabilité de la parole comme une donnée fondamentalement liée au système de la langue. Ainsi, à l'encontre des postulats du structuralisme, et dans un courant qui rassemble une grande partie des chercheurs actuellement [BOE 00] (voir également Di Cristo et D'Imperio, ce volume), nous faisons l'hypothèse d'une interdépendance entre la forme et la substance. Dans une première partie, plus méthodologique, nous aborderons les formes observables de la variabilité. Nous tenterons ensuite de porter un regard nouveau sur les causes fondamentales qui nourrissent et structurent les formes de variation.

13.5.1. Formes de variation qualitatives et quantitatives

Les variations observées dans la production de la parole peuvent prendre, au moins, deux formes. Dans un premier cas, les cibles acoustiques se *déplacent* en fonction de certains facteurs de variation. On pourra qualifier ces variations de *qualitatives*. Par exemple, les valeurs des formants de la voyelle mi-fermée [e] vont se déplacer vers les valeurs des voyelles ouvertes lorsque [e] est suivi de voyelles plus ouvertes (comme dans « un dé à coudre », par exemple, figure 13.2.a).

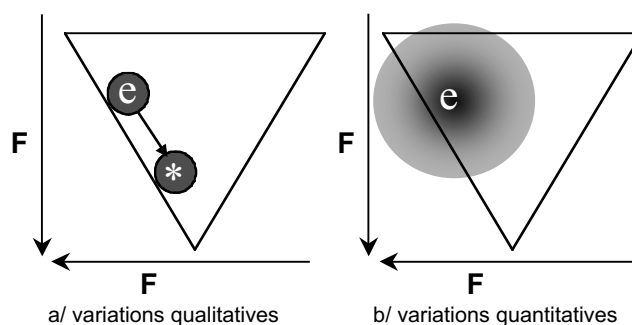


Figure 13.2. Représentation schématique des deux types de variations qualitative et quantitative.

Une deuxième approche consiste non plus seulement à identifier les déplacements des cibles acoustiques, mais à observer la taille des *espaces de réalisation*. Qu'entend-on par espace ? Il s'agit simplement de l'importance de la variation au sein d'une catégorie. Autrement dit, l'espace est important lorsque la dispersion autour de la moyenne est très grande (figure 13.2b). À l'inverse, un espace est réduit lorsque, comparativement, les éléments d'une catégorie sont très proches physiquement, et donc lorsque la dispersion autour de la moyenne est faible. Nous qualifierons ces variations de *quantitatives*. Il est à noter que cette deuxième forme de variation, plus difficile à appréhender, et ne semblant pas relever des facteurs de variation habituels, est peu étudiée par les linguistes. Elle semble effectivement faire partie de la variabilité dite « aléatoire », donc totalement en dehors du champ de la linguistique. Toutefois, nous verrons plus loin qu'elle peut être représentative de la structure phonologique ainsi que des paramètres de la communication.

Il est difficile d'attribuer à ces deux formes de variations des sources caractérisées, même si le déplacement des cibles phonétiques semble plutôt trouver son origine dans des facteurs bien spécifiés comme la coarticulation, les facteurs sociaux ou les spécificités dialectales ou inter-individuelles. Toutefois, il est tout à fait probable que la taille d'une catégorie puisse dépendre des caractéristiques d'un locuteur et/ou de son accent régional ou social. En fait, ces deux formes de variation ne s'excluent pas et peuvent apparaître simultanément.

13.5.2. Sources de variation structurelles et conjoncturelles

La plupart des sources de variation habituellement citées (caractéristiques individuelles, sociales, régionales, etc.) sont reliées à des facteurs *externes* aux secteurs de l'analyse linguistique, tandis que les facteurs *internes* (phonologie, lexique, syntaxe, etc.) ne semblent pas être considérés comme des paramètres pouvant générer de la variabilité [ANT 02]. Nous voudrions ici explorer les formes de variation issues de la structure même de la langue. On suppose que les aspects physiologiques de la parole (production et perception) sont fortement conditionnés par deux types de sources strictement linguistiques : 1/ l'organisation structurelle des sons dans une langue (facteurs structurels), 2/ la quantité d'information véhiculée par l'ensemble des secteurs linguistiques (facteurs conjoncturels). Il s'agit ici de comprendre un processus général qui détermine le fonctionnement de la variabilité.

13.5.2.1. Facteurs structurels

Nous désignons ici par *structurels* les variations qui sont conditionnées par le système des sons de chaque langue. Notre hypothèse postule que les caractéristiques

des systèmes phonologiques ont un impact déterminant sur les variations phonétiques. Il s'agit donc de comprendre comment se manifeste cet impact.

Des travaux de grande envergure [LAD 96] [SCH 97] ont permis de dresser un inventaire des grandes tendances universelles concernant les systèmes phonologiques des langues du monde. Par exemple, chaque langue dispose d'un inventaire de voyelles dont le nombre est variable. La répartition des voyelles dans l'espace de production est fortement dépendante de la *densité* (donc du nombre de voyelles) du système [VAL 94]. Une hypothèse [MAN 84] stipule que dans les langues à système vocalique réduit (trois voyelles comme en arabe marocain), les espaces de réalisation des voyelles pourraient être plus vastes que dans des langues à système vocalique rempli (dix voyelles comme en français) (figure 13.3). La variabilité des voyelles pourrait être due, en partie, à la densité des systèmes, ce qui peut laisser supposer que l'espace perceptif est adapté aux espaces de production.

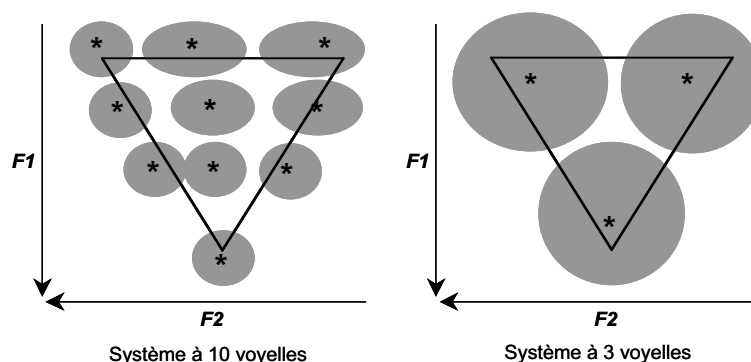


Figure 13.3. Représentation schématique de l'espace occupé par les voyelles dans un système à forte densité (dix voyelles) et dans un espace à faible densité (trois voyelles) selon l'hypothèse de Manuel & Krakow [MAN 84].

Toutefois, Maddieson & Wright [MAD 91] ont observé une très faible dispersion des réalisations dans une langue à faible densité (Ami : trois voyelles). De notre côté, nous avons constaté une faible variabilité des voyelles espagnoles (système à cinq voyelles) comparativement au système anglais (système à dix voyelles orales) pour lequel d'importants chevauchements de catégories étaient observés [MEU 03] (figures 13.4 et 13.5). L'hypothèse selon laquelle un système au nombre réduit de voyelles produirait une forte variabilité semble donc être infirmée par ces observations.

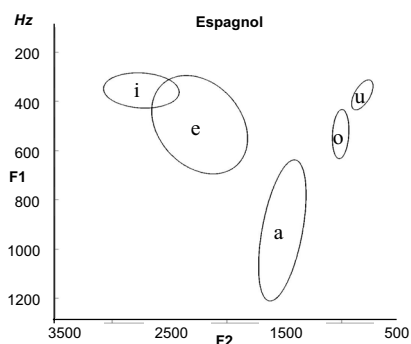


Figure 13.4. Espace de production des voyelles des locuteurs espagnols.

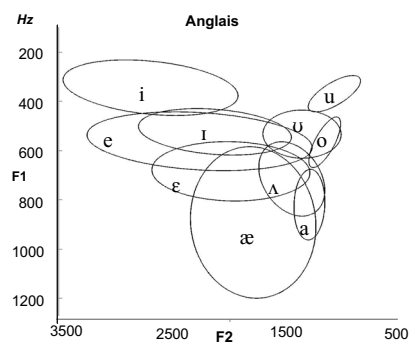


Figure 13.5. Espace de production des voyelles des locuteurs anglais.

Cependant, la densité ne représente qu'une seule des caractéristiques permettant de décrire un système vocalique. Certains travaux [VAL 94] [SCH 97] ont montré qu'au-delà de neuf unités un système vocalique dispose, en plus des informations apportées par le timbre des voyelles (valeurs formantiques), d'un système secondaire d'indices (durée, production chuchotée, nasalisation, pharyngalisation, etc.). Ainsi, la variabilité des voyelles, et principalement la taille des espaces de réalisation, pourrait dépendre, non seulement de la densité des systèmes, mais également de l'ensemble des paramètres qui caractérisent et, surtout, qui sont pertinents et distinctifs au sein des systèmes phonologiques. On pourra citer :

- le nombre de phonèmes (densité)
- le système de traits distinctifs (hiérarchie des traits)
- la fréquence de chaque phonème
- la structure prosodique
- la structure syllabique
- la phonotactique
- etc.

Il va de soi que, d'une part, cette liste n'est pas exhaustive et que, d'autre part, les caractéristiques énoncées peuvent dépendre de chaque langue. Par exemple, la morphologie pourra apparaître dans les caractéristiques qui structurent le système vocalique de l'arabe dans la mesure où la présence des voyelles dans cette langue est essentiellement un indicateur morphologique. On peut supposer que, dans d'autres langues, le rôle de la morphologie est moins à même de conditionner la réalisation phonétique des sons.

13.5.2.2. *Facteurs conjoncturels*

Nous désignons par *conjoncturels* les facteurs de variations qui sont conditionnés par l'ensemble des secteurs linguistiques et qui relèvent d'un ajustement ponctuel dans le processus de production du langage. Plus précisément nous faisons l'hypothèse globale que la quantité d'information véhiculée dans le message linguistique est une source possible de variabilité.

La communication parlée fait entrer en jeu l'ensemble des secteurs linguistiques (phonologie, morphologie, lexicale, syntaxe, etc.). Chacun porte une certaine quantité d'information. Les apports d'information émis par ces secteurs sont à la fois complémentaires, (car toute l'information ne peut être contenue dans un seul secteur) et redondants (toute l'information portée par un secteur n'est pas, le plus souvent, indispensable pour comprendre un message). Chaque secteur de l'analyse linguistique peut donc être caractérisé par un seuil minimum et un seuil maximum de la quantité d'information qu'il peut véhiculer. Ainsi, au niveau phonétique, le mot « salut » peut être réalisé avec un seuil informatif maximum [saly] ou bien avec des seuils de moins en moins élevés [aly], [say] ou encore [ly]. Cette minimisation du seuil est le plus souvent caractérisée par des omissions et par une forte variabilité des unités phonétiques (éloignement des prototypes).

Si la quantité d'information apportée par tous les autres secteurs est importante, le seuil d'information du secteur phonétique peut donc être très bas. Inversement, lorsque l'information des autres secteurs est nulle (par ex. : « dites a »), le seuil du secteur phonétique doit être au maximum. Ainsi, la possibilité d'une forte variabilité irait croissante avec la quantité d'information véhiculée par l'ensemble des secteurs linguistiques (figure 13.6). La théorie de la variabilité adaptative [LIN 90] caractérise le lien entre le locuteur et l'auditeur. Nous proposons, dans la même perspective, l'existence d'une auto-organisation de la répartition du flux d'information dans l'ensemble des secteurs linguistiques : le seuil d'information apporté par chaque secteur va être fonction d'un seuil global nécessaire à la compréhension du message [BLA 04].

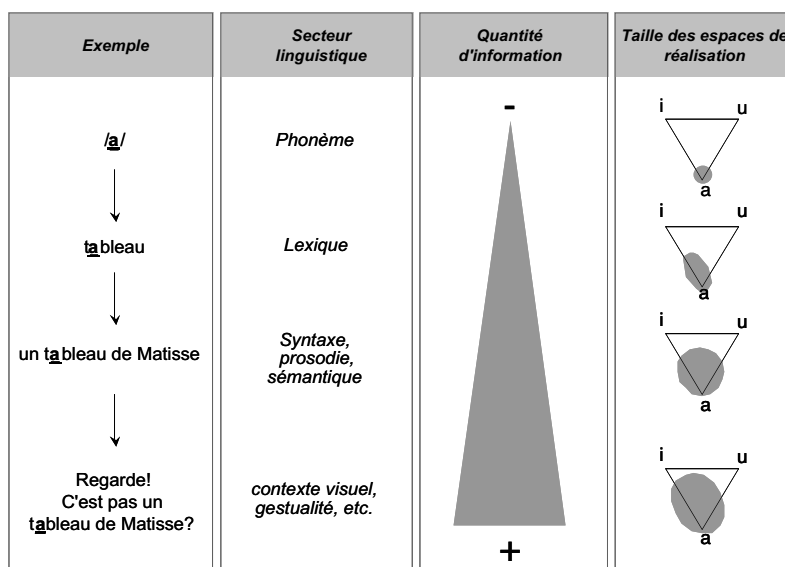


Figure 13.6. Hypothèse concernant les espaces de variation phonétique en fonction de la quantité d'information véhiculée dans un message.

Toutefois, cette hypothèse exprime une *possibilité* de variation et non une *nécessité*. En d'autres termes, la concentration de l'information dans quelques secteurs permet que les réalisations physiques soient éloignées des prototypes, mais cela n'implique pas qu'elles le soient systématiquement. Aussi est-il fondamental de comprendre comment se manifestent les phénomènes de variation et pourquoi ils ne sont pas systématiques. Comment s'organise et s'actualise la répartition de l'information dans chaque secteur linguistique ? Existe-t-il, à l'intérieur de chaque secteur, des zones robustes (moins soumises à la variabilité, car plus aptes à véhiculer l'information) et d'autres moins robustes ? Enfin, ce fonctionnement est-il universel ou bien est-il dépendant des caractéristiques des systèmes linguistiques ?

13.6. Conclusions et perspectives

En un siècle, notre approche du langage est passée d'une vision plutôt abstraite, dans laquelle la participation du sujet humain était éludée, à une vision plus large où l'ensemble des processus cognitifs sont pris en compte pour l'interprétation de cette faculté fondamentale de l'être humain. Chaque étape a pu faire progresser considérablement notre compréhension des phénomènes observés. Paradoxalement, en écartant les phonéticiens de l'étude de la langue, la phonologie les a conduits à rechercher, dans la matière physique du langage, une structure et des invariants a priori réservés à l'étude de la forme. Cette recherche a permis de mettre en lumière

l'importante structuration des informations acoustico-phonétiques. À partir de ces observations, il a été possible de réintroduire la question de la variabilité comme une donnée inhérente à la parole et, surtout, indispensable au traitement de l'information linguistique.

Actuellement, les recherches s'orientent plutôt vers des approches visant à modéliser ou à théoriser la prise en compte de la variabilité dans les mécanismes de production et de perception de la parole. Cette approche n'est pas une orientation scientifique isolée. Elle s'inscrit dans un mouvement plus général dans lequel il est question de rendre compte de la complexité et de la plasticité du fonctionnement cognitif [LAU 02]. D'une certaine façon, la relation entre invariants et variabilité, et, par extension, la nouvelle interaction entre forme et substance dans le courant de la *Phonologie de Laboratoire*, peut être interprétée comme une projection du fondement des sciences cognitives, à savoir la ré-interprétation de la relation entre esprit et cerveau.

13.7. Bibliographie

- [ANT 02] ANTILLA A., « Variation and phonological theory », *The Handbook of Language Variation and Change*, Blackwell, Malden, MA, p. 206-243, 2002.
- [ARN 97] ARNAUD V., KONOPCZYNSKI G., « Un glissement articuloire au sein du système vocalique français : le cas de la variante haut-jurassienne », *Actes des Journées d'Etudes Linguistiques « La voyelle dans tous ses états »*, Nantes, p. 56-61, 1997.
- [AST 99] ASTESANO C., « Level of rhythmicity in French : a comparison of three speaking styles », *Proceedings of the 14th International Congress of Phonetic Sciences*, San Francisco, p. 253-256, 1999.
- [BLA 04] BLACHE P., MEUNIER C., « Domaines et propriétés : une description de la répartition de l'information linguistique », *Journées d'Etudes Linguistiques*, Nantes, p. 197, 2004.
- [BLU 86] BLUMSTEIN S.E., « On Acoustic invariance in speech », in *Invariance and Variability in Speech Processes*, PERKELL J., KLATT D., eds., LEA, Hillsdale, N.J., p. 178-193, 1986.
- [BOE 00] BOË L.J., SCHWARTZ J.-L., VALLÉE N., « Les tendances des structures phonologiques : le poids de la forme sur la substance », *La parole, des modèles cognitifs aux machines communicantes*, ESCUDIER P., SCHWARTZ J.-L., eds., Hermès, Paris, p. 283-323, 2000.
- [BOR 87] BORNSTEIN M.H., « Perceptual categories in vision and audition », *Categorical Perception*, HARNAD S., ed., Cambridge University Press, Cambridge, p. 287-300, 1987.
- [CAR 02] CARRÉ R., HOMBERT J.-M., « Variabilité phonétique en production et perception de la parole : stratégies individuelles », *Invariants et variabilité dans les sciences cognitives*,

sous la direction de LAUTREY J., MAZOYER B., VAN GEERT P., Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, p. 193-206, 2002.

- [CHA 02] CHAMBERS J.K., TRUDGILL P., SCHILLING-ESTES N., *The Handbook of Language Variation and Change*, Blackwell, Malden, MA, , 2002.
- [CON 01] CONTENT A., MEUNIER C., KEARNS R., FRAUENFELDER U.H., « Sequence detection in pseudowords in French : where is the syllable effect ? », *Language and Cognitive Processes*, 16, 5/6, p. 609-636, 2001.
- [DUE 95] DUEZ D., « On spontaneous French speech : Aspects of the reduction and contextual assimilation of voiced stops », *Journal of Phonetics*, vol. 23, 4, p. 407-427, 1995.
- [DUR 03] DURAND J., LAKS B., LYCHE C., « Le projet 'Phonologie du français contemporain' (PFC) », *La Tribune Internationale des Langues Vivantes*, 33, p. 3-9, 2003.
- [ELM 86] ELMAN J., MCCLELLAND J., « Exploiting lawful variability in the speech wave », *Invariance and Variability in Speech Processes*, PERKELL J., KLATT D., eds., LEA, Hillsdale, N.J., p. 360-381, 1986.
- [FAR 97] FARNETANI E., « Coarticulation and connected speech », *The Handbook of Phonetic Sciences*, HARDCASTLE W.J., LAVER J., eds., Blackwell, Oxford, GB, p. 371-404, 1997.
- [FRO 98] FROMKIN V.A., BERNSTEIN RATNER N., « Speech production », *Psycholinguistics*, BERKO GLEASON J., BERNSTEIN RATNER N., eds. (2ème édition), Harcourt Brace College Publishers, Orlando, FL, p. 309-346, 1998.
- [FUC 02] FUCHS C., « Place et rôle de la variabilité dans les sciences cognitives », *Invariants et variabilité dans les sciences cognitives*, LAUTREY J., MAZOYER B., VAN GEERT P., eds., Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, p. 157-173, 2002.
- [GAN 80] GANONG W.F., « Phonetic categorization in auditory word perception », *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 6, p. 110-125, 1980.
- [HAL 98] HALLÉ P., SEGUI J., FRAUENFELDER U., MEUNIER C., « The Processing of illegal consonant clusters : A case of perceptual assimilation », *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, vol. 24, n°. 2, p. 592-608, 1998.
- [HAR 87] HARNAD S., « Psychological and cognitive aspects of categorical perception : A critical overview », *Categorical Perception*, HARNAD S., ed, Cambridge University Press, Cambridge, p. 1-25, 1987.
- [KUH 78] KUHL P.K., MILLER J.D., « Speech perception by the chinchilla : identification functions for synthetic VOT stimuli », *Journal of the Acoustical Society of America*, 63, p. 905-917, 1978.
- [LAB 72] LABOV W., *Sociolinguistics Patterns*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, PS, 1972.
- [LAB 86] LABOV W., « Sources of inherent variation in the speech process », *Invariance and Variability in Speech Processes*, PERKELL J., KLATT D., eds., LEA, Hillsdale, N.J., p. 402-423, 1986.

- [LAD 96] LADEFOGED P., MADDIESON I., *Sounds of the World's Languages*. Oxford, Blackwell, 1996.
- [LAK 87] LAKOFF, G., *Women, Fire and Dangerous Things : What Categories Reveal about the Mind*, University of Chicago Press, Chicago, 1987.
- [LAU 02] LAUTREY J., MAZOYER B., VAN GEERT P., eds., *Invariants et variabilité dans les sciences cognitives*, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 2002.
- [LIB 57] LIBERMAN A.M., HARRIS K.S., HOFFMAN H.S., GRIFFITH B.C., « The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries », *Journal of Experimental Psychology*, 54, p. 358-368, 1957.
- [LIB 67] LIBERMAN A.M., COOPER E.S., SHANKWEILER D.P., STUDDERT-KENNEDY M., « Perception of the speech code », *Psychological Review*, 74, p. 431-461, 1967.
- [LIN 63] LINDBLOM B., « Spectrographic study of vowel reduction », *Journal of the Acoustical Society of America*, 35, p. 1773-1781, 1963.
- [LIN 85] LINDBLOM B., LINDGREN R., « Speaker-listener interaction and phonetic variation », *PERILUS IV*, Department of Linguistics, University of Stockholm, Suède, 1985.
- [LIN 90] LINDBLOM B., « Explaining phonetic variation : a sketch of the hyper- and hypospeech theory », *Speech Production and Speech Modelling*, HARDCASTLE W.J., MARCHAL A., eds., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 403-439, 1990.
- [LUB 82] LUBKER J., GAY T., « Anticipatory labial coarticulation : experimental, biological and linguistic variables », *Journal of the Acoustical Society of America*, 71(2), p. 437-448, 1982.
- [MAC 97] MACKENZIE BECK J., « Organic variation of the vocal apparatus », *The Handbook of Phonetic Sciences*, HARDCASTLE W.J., LAVER J., eds., Blackwell, Oxford, GB, p. 256-297, 1997.
- [MAD 91] MADDIESON I., WRIGHT R., « The vowels and consonants of Amis – a preliminary phonetic report », *UCLA Working Papers in Phonetics*, Phonetics Laboratory, Los Angeles, CA, USA, p. 45-65, 1995.
- [MAN 84] MANUEL S.Y., KRAKOW R.A., « Universal and language particular aspects of vowel-to-vowel coarticulation », *Haskins Lab. Stat. Rep. Speech Res. SR-77/78*, p. 69-78, 1984.
- [MEH 81] MEHLER J., DOMMERGUES J.-Y., FRAUENFELDER U.H., SEGUI J., « The syllable's role in speech segmentation », *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, p. 298-305, 1981.
- [MEU 94] MEUNIER C., « Les facteurs responsables de l'assimilation : Analyse de trois types de groupes de consonnes et de leur miroir », *Actes des 20èmes Journées d'Etude sur la Parole*, Lannion, p. 447-452, 1994.
- [MEU 97] MEUNIER C., « Voicing assimilation as a cue for cluster identification », *Proceedings of the Vth European Conference on Speech Communication and Technology*, Rhodes, 1997.

- [MEU 99a] MEUNIER C., « Recovering missing phonetic information from allophonic variations », *Proceedings of the 14th International Congress of Phonetic Sciences*, San Francisco, p. 845-848, 1999.
- [MEU 99b] MEUNIER C., FLOCCIA C., « Syllabe ou mot : quelle unité permet d'identifier les catégories phonétiques ? », *Actes des 2èmes Journées d'Études Linguistiques « Syllabes »*, Nantes, p. 87-92, 1999.
- [MEU 03] MEUNIER C., FRENCK-MESTRE C., LELEKOV-BOISSARD T., LE BESNERAIS M., « Production and perception of foreign vowels : Does the density of the system play a role ? », *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences*, Barcelone, Espagne, p. 723-726, 2003.
- [MIL 81] MILLER J.D., « Effects of speaking rate on segmental distinctions », *Perspectives on the Study of Speech*, EIMAS P.D., MILLER J.D., eds., LEA, Hillsdale, NJ, p. 39-74, 1981.
- [MIL 94] MILLER J.D., « On the internal structure of phonetic categories : a progress report », *Cognition*, 50, p. 271-285, 1994.
- [NGU 01] NGUYEN N., « Rôle de la coarticulation dans la reconnaissance des mots », *l'Année Psychologique*, 101, p. 125-154, 2001.
- [PER 86] PERKELL J.S., KLATT D.H., eds., *Invariance and Variability in Speech Processes*, LEA, Hillsdale, N.J., 1986.
- [PET 52] PETERSON G.E., BARNEY H.L., « Control methods used in a study of the vowels », *Journal of the Acoustical Society of America*, 24 (2), p. 175-184, 1952.
- [REE 98] REEVES L.M., HIRSH-PASEK K., GOLINKOFF R., « Words and meaning : from primitives to complex organization », *Psycholinguistics*, BERKO GLEASON J., BERNSTEIN RATNER N., eds. (2ème édition), Harcourt Brace College Publishers, Orlando, FL, p. 157-226, 1998.
- [ROS 75] ROSCH E.H., MERVIS C.B., « Family resemblances : studies in the internal structure of categories », *Cognitive Psychology*, 7, p. 573-605, 1975.
- [ROS 89] ROSSI M., « De la quiddité des variables », *Actes du séminaire Variabilité et spécificité du locuteur : Etudes et Applications*, MÉLONI H., ed., Marseille, p. 11-31, 1989.
- [SAN 79] SANKOFF D., LABOV W., « On the use of variables rules », *Language and Society*, 8, p. 189-222, 1979.
- [SAU 16] SAUSSURE F. de, *Cours de linguistique générale*, Payot, Paris (réédition, 1976), 1916.
- [SCH 97] SCHWARTZ J.-L., BOË L.J., VALLÉE N., « Major trends in vowel system inventories », *Journal of Phonetics*, 25, p. 233-253, 1997.
- [SEG 81] SEGUI J., FRAUENFELDER U.H., MEHLER J., « Phoneme monitoring, syllable monitoring and lexical access », *British Journal of Psychology*, 72, p. 471-477, 1981.
- [SHA 49] SHANNON C.E., WEAVER W., *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, University of Illinois Press, 1949.

- [STE 78] STEVENS K.N., BLUMSTEIN S.E., « Invariant cues for place of articulation in stop consonants », *Journal of the Acoustical Society of America*, 64, p. 1358-1368, 1978.
- [TRA 87] TRANEL B., *The Sounds of French. An Introduction*, Cambridge University Press, Cambridge, 232 p., 1987.
- [TRO 39] TROUBETZKOY N.S., « Gründzüge des Phonologie », *Travaux du Cercle Linguistique de Prague*, 7, Traduit par Cantineau J., *Principes de phonologie*, 1970, Klincksieck, Paris, 1939.
- [TUB 89] TUBACH J.P., « Description acoustique », *La parole et son traitement automatique*, Collection Technique et Scientifique du CNET, Masson, Paris, p. 79-130, 1989.
- [VAL 94] VALLÉE N., *Systèmes vocaliques : De la typologie aux prédictions*, Thèse de Doctorat en Sciences du Langage, Université de Grenoble, 1994.
- [VIG 99] VIGNAUX G., *Le démon du classement*, Seuil, Paris, 1999.