

Les effets de compétition lors de la reconnaissance des mots parlés: quand l'inhibition bottom-up joue un rôle.

Sophie Dufour¹, Ronald Peereman²

1 Laboratoire de psycholinguistique expérimentale – Université de Genève – 40 Bd du Pont d'Arve, CH-1205 Genève.

2 Laboratoire d'étude de l'apprentissage et du développement – CNRS/Université de Bourgogne – Esplanade Erasme, 21065 Dijon.

sophie.dufour@pse.unige.ch; Ronald.Peereman@u-bourgogne.fr

ABSTRACT

In two experiments, we examined lexical competition effects using the phonological priming paradigm in a repetition task. Experiment 1 showed that inhibitory priming effect occurs when the primes mismatched the targets on the last phoneme (/bagaR-/bagaʒ). In contrast, a facilitatory priming effect was observed when the primes mismatched the targets on the medial phoneme (/viRaʒ-/vilaʒ). Experiment 2 replicated these findings with primes presented visually rather than auditorily. The data thus indicate that the position of the mismatching phoneme is a critical factor in determining the competition effect in phonological priming. Such an observation suggests that both bottom-up inhibition and lexical competition are involved in the word recognition process.

1. INTRODUCTION

L'identification des mots présents dans le signal de parole est une étape fondamentale du processus global de compréhension du langage parlé. Il est désormais admis qu'à l'écoute d'un mot, des mots phonologiquement proches du mot entendu sont activés et qu'ils affectent son temps de reconnaissance. Cette influence des compétiteurs est exprimée dans la plupart des modèles actuels de la reconnaissance des mots parlés.

Une façon d'étudier le processus de compétition consiste à mesurer les performances sur un mot cible après la présentation d'un autre mot qui lui est phonologiquement similaire. Le paradigme d'amorçage phonologique s'avère ainsi être un outil intéressant pour étudier la compétition lexicale puisqu'un compétiteur est explicitement présenté et son effet sur le traitement subséquent du mot cible peut être mesuré. Bien que les premières études en amorçage phonologique aient rapporté des résultats contradictoires (cf. [1], pour une revue), des études plus récentes contrôlant le degré de recouvrement entre les amorces et les cibles ainsi que la contribution de facteurs stratégiques ont montré que le temps de reconnaissance d'un mot est ralenti par la présentation préalable d'une amorce qui débute par les mêmes phonèmes (*bouche* – *BOULE*) [1, 2, 3]. Cette observation est compatible avec la plupart des modèles actuels de la reconnaissance des mots parlés qui prédisent que la présentation préalable d'un compétiteur devrait de part l'activation résiduelle qui lui est associée,

augmenter son pouvoir de compétition durant le traitement du mot cible. Notons que l'amorce exerce une influence inhibitrice que lorsqu'elle partage ses premiers phonèmes avec le mot cible.

Dans une étude récente, nous avons montré [3] que le degré de désappariement entre les amorces et les cibles est un facteur déterminant pour l'observation d'un effet de compétition en situation d'amorçage phonologique. Plus particulièrement, une inhibition de traitement a été observée lorsque les amorces et les cibles divergent sur le dernier phonème (*bagarre-BAGAGE*) mais pas lorsqu'elles divergent sur les deux derniers phonèmes (*baguette-BAGAGE*). Cette observation est compatible avec le modèle Trace [4] qui postule que le degré de compétition entre deux mots est fonction de leur degré de recouvrement.

Les données que nous venons de présenter indiquent que des inhibitions de traitement sont susceptibles d'être observées à la condition que les amorces et les cibles divergent sur un seul phonème. La présente recherche se situe directement dans le prolongement de notre première étude [3] et examine dans deux expériences si la position du phonème divergent a un impact sur l'amplitude des effets d'amorçage inhibiteurs. La position du phonème divergent peut en effet être déterminante si l'on considère le modèle Shortlist [5] qui intègre des inhibitions bottom-up, en plus d'un mécanisme de compétition entre les mots. Dans le cas d'une divergence précoce entre les amorces et les cibles (*virage-VILLAGE*), l'amorce *virage* devrait décroître très rapidement en activation via une inhibition bottom-up et ceci dès le traitement du phonème /l/ de la cible *VILLAGE*. L'amorce étant rapidement inhibée, elle ne devrait pas agir comme un fort compétiteur du mot cible. Au contraire, dans le cas d'une divergence tardive entre les amorces et les cibles (*bagarre-BAGAGE*), l'amorce *bagarre* devrait continuer de croître en activation jusqu'à ce que le dernier phonème de la cible *BAGAGE* soit traité. Dans une telle condition, l'amorce étant plus fortement réactivée, elle devrait agir comme un plus fort compétiteur du mot cible.

L'effet engendré par la présentation préalable d'une amorce divergeant du mot cible sur le phonème médian (*virage-VILLAGE*) a été comparé à celui obtenu dans le cas d'une divergence sur le dernier phonème (*bagarre-BAGAGE*). Afin de minimiser l'influence de facteurs stratégiques pouvant neutraliser les effets d'amorçage

inhibiteurs [2], les listes expérimentales incluaient une faible proportion d'items reliés (25%). Pour éviter que l'activation résiduelle associée aux amorces se dissipe avant la présentation des mots cibles, un court ISI (50 ms) entre les amorces et les cibles a été utilisé. Certaines études ayant rapporté des effets inhibiteurs de plus grande amplitude lorsque les amorces sont de plus basse fréquence que les mots cibles [1], le mot le moins fréquent des paires amorces et cibles a systématiquement été utilisé en amorce. Dans l'Expérience 1, les amorces et les cibles étaient présentées auditivement. Dans l'Expérience 2, les amorces étaient présentées visuellement et les cibles auditivement. Une tâche de répétition de mots a été utilisée dans chaque expérience.

2. EXPERIENCE 1

2.1. Méthode

2.1.1. Participants

40 sujets de l'Université de Bourgogne ont participé à l'expérience en échange d'un crédit de cours. Tous étaient de langue maternelle française et n'ont rapporté aucun trouble de l'audition ou de la parole.

2.1.2. Matériel

Deux groupes de 28 mots bisyllabiques ont été sélectionnés à partir de Brulex [6]. Dans le premier groupe, les amorces reliées divergeaient des mots cibles sur le dernier phonème (*bagarre-BAGAGE*). Dans le second groupe, les amorces reliées divergeaient des mots cibles sur le phonème médian (*virage-VILLAGE*). Pour chacun des mots, une amorce contrôle n'ayant aucune relation avec le mot cible a été sélectionnée. Les caractéristiques des amorces et des cibles sont présentées dans le Tableau 1. Afin que chaque mot cible soit précédé des deux types d'amorces (reliée, contrôle) et qu'un même sujet ne voie pas deux fois le même mot cible, deux listes expérimentales ont été créées. Chaque liste incluait les 56 mots cibles. La moitié d'entre eux étaient précédés d'une amorce reliée et l'autre moitié d'une amorce contrôle. Les listes ont été contrebalancées de sorte à ce que chaque mot cible soit précédé des deux types d'amorces. Pour atteindre une proportion de paires amorces et cibles reliées de 25%, 56 essais de remplissage sans aucune relation entre les amorces et les cibles ont été rajoutés dans chaque liste.

2.1.3. Procédure

Les stimuli ont été enregistrés par une locutrice de langue maternelle française à l'aide d'un DAT et ont été digitalisés à un taux d'échantillonnage de 44 kHz avec une résolution de 16 bits. Les participants ont été testés individuellement dans une chambre insonorisée. La présentation des items était contrôlée par un Macintosh et les temps de réaction (TRs) ont été récoltés à l'aide d'une clé vocale connectée à l'ordinateur. Les amorces et les cibles étaient présentées dans des écouteurs à un niveau sonore confortable. Un intervalle de 50 ms (ISI) séparait la

fin de présentation de l'amorce et le début de présentation du mot cible. Il était demandé aux participants de répéter le plus rapidement et le plus précisément possible le mot cible. La réponse du sujet et le début de présentation de l'amorce de l'essai suivant étaient séparés par un délai de deux secondes. Les latences de répétition étaient mesurées à partir du début de présentation du mot cible jusqu'à la réponse du sujet. Les participants ont été testés sur une seule liste expérimentale et ont commencé l'expérience avec un bloc de 16 essais d'entraînement.

Table 1 : Caractéristiques des amorces et des cibles.

Divergence Finale	Amorce		
	Cible	Reliée	Contrôle
Fréquence ¹	3.47	2.28	2.46
Nb Phon ²	5	5	5
PU ³	5.54	5.50	5.50
Durée ⁴	618	633	593
Divergence Médiane	Cible	Reliée	Contrôle
Fréquence	3.45	2.35	2.61
Nb Phon	5	5	5
PU	5.61	5.54	5.54
Durée	623	625	612

Notes: ¹ en logarithme ; ² Nombre de Phonèmes ; ³ Point d'Unicité Phonologique ; ⁴ en millisecondes

2.2. Résultats et Discussion

Pour chaque sujet, les temps de réaction plus grands que 1200 ms et ceux plus grands que 2,5 écart-types au-dessus et en-dessous de leurs temps moyens dans chaque condition ont été exclus des analyses (2.05%). Les temps de réaction obtenus dans chaque condition sont présentés dans le Tableau 2. Les erreurs ayant été peu nombreuses (moins de 1%), les analyses ont été effectuées seulement sur les temps de réaction. Des analyses de variance (ANOVAs) par sujets (F_1) et par items (F_2) ont été conduites avec le type d'amorces (reliée, contrôle) et la position du phonème divergent (médiane, finale) comme variables.

L'effet de la position était significatif seulement par sujets [$F_1(1,39) = 6.87, p < .05; F_2(1,54) = 0.59, p > .20$]. L'effet du type d'amorces était significatif par sujets ($F_1(1,39) = 4.94, p < .05$) et approchait la significativité par items ($F_2(1,54) = 3.75, p = .06$). L'interaction entre la position et le type d'amorces était significative [$F_1(1,39) = 43.24, p < .001; F_2(1,54) = 29.97, p < .001$].

Des comparaisons planifiées ont été conduites afin de tester l'effet d'amorçage à l'intérieur de chaque position. Un effet d'amorçage inhibiteur a été observé dans le cas d'une divergence finale entre les amorces et les cibles. Les temps de réponse sur les mots cibles étaient en moyenne plus lents de 29 ms lorsqu'ils étaient précédés d'une amorce reliée que lorsqu'ils étaient précédés d'une amorce contrôle [$F_1(1,39) = 45.28, p < .001; F_2(1,54) = 27.46, p < .001$]. Au contraire, un effet d'amorçage facilitateur a été observé dans le cas d'une divergence médiane entre les amorces et les cibles. Les temps de réponse sur les mots cibles étaient en moyenne plus rapides de 17 ms lorsqu'ils

étaient précédés d'une amorce reliée que lorsqu'ils étaient précédés d'une amorce contrôle [$F_1(1,39) = 13.30, p < .001; F_2(1,54) = 6.26, p < .05$].

Table 2 : Temps de réaction moyens (en millisecondes) obtenus dans l'Expérience 1 en fonction de la position du phonème divergent et du type d'amorces (les écart-types sont donnés entre parenthèses)

Position	Amorce	
	Contrôle	Reliée
Finale	812 (102)	841 (96)
Médiane	825 (96)	808 (103)

Comme dans l'étude de Dufour et Peereman [3], un effet de compétition a été observé dans le cas d'une divergence finale entre les amorces et les cibles (*bagarre-BAGAGE*). Par contre, aucun effet de compétition n'a été rapporté lorsque les amorces et les cibles divergent sur le phonème médian (*virage-VILLAGE*). Au contraire, la présentation préalable d'une amorce divergeant du mot cible sur le phonème médian facilite le traitement subséquent du mot cible. Les amorces et les cibles dans le cas d'une divergence médiane se recouvrent sur les phonèmes finaux, l'effet facilitateur pourrait simplement résulter d'un partage de la rime (*virage-VILLAGE*). En effet, plusieurs études montrent un effet facilitateur lorsque les amorces et les cibles diffèrent par les phonèmes initiaux mais partagent les phonèmes finaux (cf. [7] pour une revue). Cet effet disparaissant dans une situation d'inter-modalité, celui-ci a été attribué à des processus qui opèreraient avant l'accès lexical et reflèterait plus particulièrement l'activation de codes pré-lexicaux. Dans le cas où les amorces et les cibles partagent les phonèmes finaux, les mêmes unités en l'occurrence la rime, qui bénéficient d'une activation résiduelle vont être réutilisées ce qui a pour conséquence de faciliter le traitement pré-lexical de la cible. Une possibilité alors est que l'effet inhibiteur dans le cas d'une divergence médiane ait été masqué par une facilitation de nature pré-lexicale.

3. EXPERIENCE 2

Les effets facilitateurs lors d'un recouvrement final disparaissant dans une situation d'inter-modalité, nous avons testé à nouveau l'effet engendré par une divergence sur le phonème médian mais avec une présentation visuelle plutôt qu'auditive des amorces. Une telle manipulation permet en effet, au vu des résultats obtenus dans la littérature, de neutraliser l'effet facilitateur lié au partage d'unités pré-lexicales.

3.1. Méthode

3.1.1. Participants

38 sujets de l'Université de Bourgogne ont participé à l'expérience. Ils ont été recrutés selon les mêmes critères que dans l'Expérience 1.

3.1.2. Matériel

Le matériel était le même que celui utilisé dans l'Expérience 1.

3.1.3. Procédure

La procédure était la même que celle de l'Expérience 1 sauf que les amorces étaient présentées visuellement pendant 350 ms et étaient précédées d'un point de fixation apparaissant au centre de l'écran pendant 500 ms. 50 ms après la fin de présentation de l'amorce, la cible auditive était présentée, conduisant ainsi à un SOA de 400 ms.

3.2. Résultats et Discussion

Les temps de réaction ont été analysés selon les mêmes critères que dans l'Expérience 1. Adoptant ce critère, 0.89 % des données ont été exclues. Les temps de réaction moyens obtenus dans chaque condition sont présentés dans le Tableau 3. Les erreurs ayant été peu nombreuses (moins de 1%), les analyses ont été effectuées seulement sur les temps de réaction. Des ANOVAs ont été conduites avec la position du phonème divergent et le type d'amorces comme facteurs.

Table 3 : Temps de réaction moyens (en millisecondes) obtenus dans l'Expérience 2 en fonction de la position du phonème divergent et du type d'amorces (les écart-types sont donnés entre parenthèses)

Position	Amorce	
	Contrôle	Reliée
Finale	866 (106)	886 (97)
Médiane	859 (94)	849 (95)

L'effet de la position était significatif par sujets ($F_1(1,37) = 36.18, p < .001$) mais pas par items ($F_2(1,54) = 2.39, p = .13$). L'effet du type d'amorces n'était pas significatif [$F_1(1,37) = 1.77, p = .19; F_2(1,54) = 1.14, p > .20$]. L'interaction entre la position et le type d'amorces était significative [$F_1(1,37) = 10.33, p < .01; F_2(1,54) = 18.46, p < .001$].

Des comparaisons planifiées ont été conduites afin de tester l'effet d'amorçage à l'intérieur de chaque position. Un effet d'amorçage inhibiteur a été observé dans le cas d'une divergence finale entre les amorces et les cibles. Les temps de réponse sur les mots cibles étaient en moyenne plus lents de 20 ms lorsqu'ils étaient précédés d'une amorce reliée que lorsqu'ils étaient précédés d'une amorce contrôle [$F_1(1,37) = 8.18, p < .01; F_2(1,54) = 14.38, p < .001$]. A nouveau, un effet d'amorçage facilitateur a été

observé dans le cas d'une divergence médiane entre les amorces et les cibles. Les temps de réponse sur les mots cibles étaient en moyenne plus rapides de 10 ms lorsqu'ils étaient précédés d'une amorce reliée que lorsqu'ils étaient précédés d'une amorce contrôle [$F_1(1,37) = 4.30, p < .05$; $F_2(1,54) = 5.21, p < .05$].

En résumé, l'Expérience 2 réplique parfaitement les résultats obtenus dans l'Expérience 1 et indique qu'un effet de compétition n'est observé que dans le cas d'une divergence finale entre les amorces et les cibles.

4. DISCUSSION

Cette étude a été conduite dans le but d'examiner si la position du phonème divergent entre des amorces et des cibles est un facteur déterminant dans l'obtention d'un effet de compétition en amorçage phonologique. Dans l'Expérience 1 comme dans l'Expérience 2, une inhibition de traitement n'a été rapportée que dans le cas d'une divergence finale entre les amorces et les cibles (*bagarre-BAGAGE*). Aucune inhibition n'a été mise en évidence lors d'une divergence médiane (*virage-VILLAGE*).

L'observation d'un effet inhibiteur est compatible avec le modèle Trace [4] qui intègre un mécanisme d'inhibition entre les mots. Or dans Trace, les mots sont activés en fonction de leur degré d'appariement avec le signal de parole. Il en résulte qu'un même degré d'évidences perceptives entre le signal de parole et un mot devrait donner lieu à un même degré d'activation. La similarité entre les amorces et les cibles étant de quatre phonèmes sur cinq dans les deux conditions d'amorçage utilisées, des effets inhibiteurs semblent prédits quelle que soit la position du phonème divergent. Toutefois, Trace intégrant la temporalité du signal de parole, un désappariement médian est nécessairement plus pénalisant qu'un désappariement final sur le niveau d'activation. L'amorce étant moins réactivée lors d'une divergence médiane, son influence inhibitrice devrait néanmoins être moindre. Des simulations sont nécessaires pour confirmer cette prédiction.

Le fait qu'aucune inhibition de traitement n'ait été observée lors d'une divergence médiane suggère que les mots sont rapidement désactivés lorsqu'ils deviennent incompatibles avec l'information reçue. Cette observation est compatible avec le modèle Shortlist [5] qui intègre de l'inhibition bottom-up, en plus d'un mécanisme de compétition entre les mots. Dans le cas d'une divergence médiane, l'amorce *virage* décroît rapidement en activation via une inhibition bottom-up et ceci dès le traitement du phonème /v/ de la cible *VILLAGE*. L'amorce étant rapidement inhibée, elle n'agit pas comme un fort compétiteur du mot cible. Par contre dans le cas d'une divergence finale, l'amorce *bagarre* continue de croître en activation jusqu'à ce que le dernier phonème du mot cible *BAGAGE* soit traité. Celle-ci étant plus fortement réactivée, elle peut agir comme un fort compétiteur du mot cible en ralentissant son temps de reconnaissance.

L'ensemble de nos résultats indique qu'une amorce est susceptible d'agir comme un fort compétiteur à la condition qu'elle diverge du mot cible sur le phonème final. Au contraire, dans le cas d'une divergence sur le phonème médian, un effet facilitateur de l'amorçage a été observé. Cet effet s'est avéré être répliqué dans une situation d'inter-modalité avec des amorces présentées visuellement. Les sujets ayant été conscients des amorces, celles-ci ont pu être codées phonologiquement engendrant ainsi l'effet facilitateur lié au partage de la rime. Cette observation entre en conflit avec les études montrant que l'effet facilitateur lors d'un partage de la rime disparaît dans une situation d'inter-modalité [7]. Toutefois, dans ces études les amorces visuelles étant généralement plus longues de l'ordre de 600ms, les activations pourraient s'être dissipées en raison d'un plus grand délai (SOA) entre les débuts de présentation de l'amorce et de la cible. Les amorces et les cibles étant fortement similaires sur le plan orthographique, une autre possibilité est que l'effet facilitateur résulte de la pré-activation du mot cible durant le traitement des amorces. Le mot cible ayant été préactivé, son traitement ultérieur est facilité. Davantage d'études sont nécessaires pour déterminer l'origine de la facilitation dans le cas d'une divergence médiane entre les amorces et les cibles.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] M. Radeau, J. Morais and J. Segui. Phonological priming between monosyllabic spoken words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21 :1297-1311, 1995.
- [2] M. B. Hamburger and L. M. Slowiaczek. Phonological priming reflects lexical competition. *Psychonomic Bulletin and Review*, 3 :520-525, 1996.
- [3] S. Dufour and R. Peereman. Lexical Competition in phonological priming: Assessing the role of phonological match and mismatch lengths between primes and targets. *Memory and Cognition*, 31 :1271-1283, 2003.
- [4] J.L. McClelland and J.L. Elman. The TRACE model of speech perception, *Cognitive Psychology*, 18 :1-86, 1986.
- [5] D. Norris. SHORTLIST: a connectionist model of continuous speech recognition, *Cognition*, 52 :189-234, 1994.
- [6] A. Content, P. Mousty and M. Radeau. Brulex : une base de données lexicales informatisée pour le français écrit et parlé, *L'Année Psychologique*, 90 : 551-566, 1990.
- [7] N. Dumay, A. Benraïss, B. Barriol, C. Colin, M. Radeau and M. Besson. Behavioral and electrophysiological study of phonological priming between bisyllabic spoken words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13 :121-143, 2001.