

Conséquences d'un cas de réparation phonologique en espagnol : *special* est un mot, *scuro* est un non-mot

Pierre Hallé^{ac}, Fernando Cuetos^b, Juan Segui^c et Alberto Dominguez^d

^aLaboratoire de Phonétique et Phonologie (CNRS-Paris 3), ^bUniversidad de Oviedo

^cLaboratoire de Psychologie et des Neurosciences Cognitives, ^dUniversidad de La Laguna

^a 19 rue des Bernardins, 75005 Paris

pierre.halle@univ-paris5.fr, fcuetos@uniovi.es, Juan.Segui@univ-paris5.fr, adomin@ull.es

<http://phalle.free.fr>

ABSTRACT

Cross-linguistic studies of speech perception have shown that speech perception is strongly dependent on the listener's native phonological system. In particular, nonnative illegal sound sequences are reinterpreted as permissible sequences in the native language. The present study addresses the case of /e/ prosthesis in Spanish, in which word-initial /s/+consonant clusters are banned. To this date, there is only scarce experimental evidence that such clusters be repaired in perception by /e/ prosthesis. In this study, we use auditory lexical decision to indirectly show that Spanish listeners hear an initial /e/ in either *special* (from *especial*) or *scuro* (from *oscuro*). A parallel is drawn with cases of phonological repair in Japanese and French.

Keywords: speech, phonotactics, prosthesis, Spanish, auditory lexical decision.

1. INTRODUCTION

En espagnol standard, et aussi dans la plupart de ses variétés régionales [2], les séquences /s/+consonne sont interdites en début de mot. L'origine de cette contrainte phonotactique remonte à l'apparition en bas-latin d'une "voyelle d'appui" pour le /s/ des mots en /s/+C dans le contexte d'une consonne précédente. Cette voyelle, "prononcée au plus près de s" (Zink [9]) ne pouvait être que le *ī* du latin (/i/ court). Son ajout s'est systématisé à tous les contextes dans les langues de la péninsule ibérique jusqu'à être obligatoire: /e/ en castillan, /ə/ en catalan, /i/ en portugais, etc. Ainsi, le mot espagnol pour "spécial" est *especial*.

Les conséquences de cette contrainte sont multiples. Les mots anglais ou français commençant par /s/+C sont empruntés avec l'ajout d'un /e/ prothétique (*esport*, *esteak*, *esnob*). Les hispanophones ont tendance à produire un /e/ au début des mots anglais ou français en /s/+C. Bref, ce /e/ prothétique semble un cousin du /u/ épenthétique que les japonais *perçoivent* dans [ebzo]: un phénomène abondamment documenté [3, 4]. Par contre, les données de perception sont maigres pour le /e/ de l'espagnol. Selon Theodore et Schmidt [8], utilisant une procédure analogue à celle de Dupoux et al. [3], les hispanophones entendent un /e/ initial dans les items de continuums tels que *stib-estib*, même pour l'extrémité *stib* (75% de réponses '/e/ présent'). Mais, en [8] le [s] de *stib* pourrait garder une trace de [e], car seules les périodes voisées de la voyelle

ont été supprimées. Dans une tâche de transcription, Hallé et Segui [6] ont comparé des pseudo-mots tels que *special* et *scuro*, dérivés de *especial* et *oscuro*, respectivement, en retirant la voyelle initiale et le début du [s] jusqu'à la partie stable. La plupart des transcriptions (~60%) étaient "fidèles", commençant par 's', les autres commençant par 'e' pour *special* (~37%) aussi bien que *scuro* (~29%) ou encore par 'o' pour *scuro* (~13%). Ceci suggère la coexistence d'un mécanisme de réparation phonologique "aveugle" au mot sous-jacent, qui ajoute un /e/ aussi bien à *special* qu'à *scuro* (*escuro* n'est pas un mot de l'espagnol) et d'un mécanisme de réparation lexicale capable de restaurer *scuro* en le mot sous-jacent *oscuro*. Mais les effets sont bien moins forts que dans [8]. Ceci pourrait être dû à la nature de la tâche: la transcription encourage peut-être davantage une réponse phonétique. Il est aussi possible que des traces de /e/ subsistent dans les *stib* de [8] mais pas dans les *special* et *scuro* de [6].

Pour tenter d'élucider ces questions, et réexaminer la question des effets phonologiques versus lexicaux, nous utilisons ici (1) une tâche de décision lexicale au lieu d'un jugement phonétique direct et (2) des stimuli sans trace de voyelle, pour minimiser les biais indésirables dus à la tâche ou dus aux stimuli. Nous reprenons l'opposition *especial* vs. *oscuro*, dont est dérivée *special* vs. *scuro*. Dans une tâche de décision lexicale, il est possible que *special* et *scuro* soient tous deux jugés comme des mots. Dans ce cas, les deux formes seraient restaurées au niveau lexical par ajout de la voyelle du mot sous-jacent. Il est aussi possible que seul *special* soit jugé comme un mot. Ceci suggérerait une réparation au niveau phonologique : */s/+C serait automatiquement interprété comme /es/+C, tant pour la séquence *special* que pour *scuro*, quel que puisse être le mot sous-jacent. Enfin, il est encore possible que ni *special* ni *scuro* ne soient jugés être des mots, ce qui suggérerait que les sujets peuvent consciemment accéder à la structure phonétique des items en */s/+C, tout au moins dans le cadre de la tâche de décision lexicale.

2. EXPÉRIENCE

2.1. Méthode

Participants

Quarante et un sujets, locuteurs natifs de l'espagnol standard, étudiants à l'Université d'Oviedo, ont été testés. Tous étaient soit monolingues, soit familiers avec une ou

plusieurs autres langues espagnoles (e.g., le catalan) ; aucun n'avait une expérience autre que purement scolaire du français, de l'anglais, ou d'autres langues acceptant des séquences initiales du type /s/+consonne. Enfin, aucun sujet ne souffrait de trouble connu de la parole ou de l'audition.

Matériel et plan expérimental

Les items test consistent en 40 mots du type *especial*, 40 du type *oscuro*, et les 80 pseudo-mots correspondants obtenus par suppression de la voyelle et du début du [s] jusqu'au point de stabilité spectrale maximale, puis par application d'une rampe linéaire d'amplitude de 20 ms en début du [s] résiduel. Les [s] passent en moyenne, de 110 à 70 ms. La consonne suivant /e/ est /p/, /t/, ou /k/. Les items test sont complétés par 80 mots et 80 non-mots de remplissage, dont 40 non-mots obtenus à partir d'un mot par suppression de la première syllabe (e.g., *trampolin* > *polin*). Les mots de type *especial* et *oscuro* sont équilibrés en fréquence (11.0 o.p.m), nombre de syllabes (3.8 et 3.7) ou de phonèmes (8.4 et 8.3), ainsi qu'en durée physique (791 et 761 ms). Les 80 pseudo-mots et les 80 mots test sont répartis en deux listes équilibrées pour les fréquences et les durées physiques. Une moitié des sujets reçoit une liste, l'autre moitié l'autre liste de sorte que chaque sujet ne reçoive jamais les deux versions d'un item test (mot en VsC- et pseudo-mot dérivé) : par exemple, si un groupe de sujets reçoit *special* et *espina*, l'autre reçoit *especial* et *spina*. La phase expérimentale proprement dite est précédée d'un entraînement de 10 essais.

Le matériel a été enregistré par une locutrice native du castillan à Oviedo, puis digitalisé (20 kHz, 16 bits) et traité (suppression des [s]). Les items ont été égalisés en énergie moyenne. Les temps de réponse (TR) sont mesurés pour chaque item test à partir du relâchement du stop dans /s/+C (ce qui permet une comparaison directe entre par exemple *especial* et *special*).

Procédure

Pour chaque item, les sujets doivent décider "aussi rapidement que possible" s'il s'agit ou non d'un mot (time-out de 3 s). Ils donnent leur réponse à l'aide d'une manette de jeux (précision 1 ms) : pour une moitié des sujets, la réponse 'mot' est associée à la main droite, pour l'autre moitié à la main gauche.

2.2. Résultats

Aucun sujet n'a été rejeté. Six mots de type *oscuro* et un de type *especial* ont produit plus de 50% d'erreurs et ont été écartés (avec les pseudo-mots associés) des analyses. Il y a eu 1.3% d'essais non répondus (ou répondus après 3 s). Les TRs étaient compris entre 0.4 et 2 s et n'ont pas été "filtrés". Par souci de clarté, les réponses ont été analysées en termes de réponses 'mot' vs. 'non-mot'.

Pourcentages de réponses 'mot'

La Figure 1 montre les taux de réponses 'mot' pour les items test : mots de type *especial* et *oscuro*, pseudo-mots de type *special* et *oscuro*. Ces réponses sont correctes

pour les mots et incorrectes pour les pseudo-mots (fausses alarmes, ou FAs).

Des analyses de variance ont été conduites par sujet ($F1$) et par item ($F2$) avec les variables inter-sujet Liste (1 vs. 2) et Main (droite vs. gauche), et intra-sujet Lexicalité (mot vs. pseudo-mot) et Voyelle ($V = /e/$ pour *especial* vs. $V \neq /e/$ pour *oscuro*). Les facteurs Liste et Main ne sont pas significatifs ($F_s < 1$). Les deux facteurs Lexicalité et Voyelle ainsi que l'interaction entre ces deux facteurs sont très significatifs ($p_s < .0001$) : le taux de réponses 'mot' est en effet plus élevé pour les mots que les pseudo-mots (92% > 52%) et, pour les pseudo-mots, il y a davantage de réponses 'mot' pour *special* que pour *scuro* (73.4% > 29.7%). A titre de comparaison, le pourcentage de réponses 'mot' est de 94.2% pour les mots de remplissage et de 9.6% pour les non-mots de remplissage. Ce dernier chiffre est significativement inférieur au taux de réponses 'mot' pour les pseudo-mots de type *oscuro* ($p_s < .001$), ce qui indique une tendance non négligeable pour les items de type *scuro* à être pris pour des mots : *scuro* est alors probablement restauré lexicalement en *oscuro*. On peut évaluer numériquement cette tendance par la différence de taux de FAs entre les pseudo-mots de type *scuro* et les non-mots de remplissage, soit environ 20%. Cependant, l'effet de restauration est bien plus massif pour les pseudo-mots comme *special* (cf. l'interaction significative Lexicalité x Voyelle).

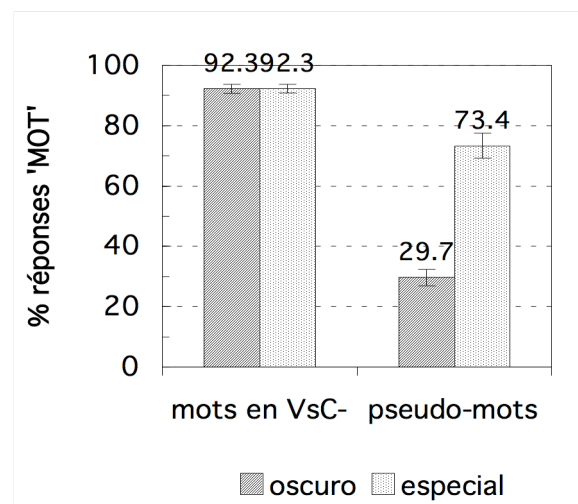


Figure 1 : Taux de réponses 'mot' pour les mots comme *oscuro* et *especial* et les pseudo-mots dérivés.

Temps de réponses 'mot'

La Figure 2 montre les temps de réponse pour les mots de type *especial* et les pseudo-mots dérivés de type *special*, selon la main affectée à la réponse 'mot'. Des analyses de variance ont été conduites (par sujet et par item) sur ces données, avec les mêmes facteurs que pour les taux de réponse, moins le facteur Voyelle. En effet, il y a trop peu de réponses 'mot' pour les items de type *scuro* pour les intégrer dans une analyse statistique complète. Les analyses se limitent donc à *especial* vs. *special*. Le facteur Liste n'est pas significatif ($F_s < 1$). Le facteur Main est marginalement significatif par sujet, $F1(1,37) = 3.38$, $p =$

.074, et significatif par item, $F(1,38) = 28.37, p < .0001$, reflétant des TRs plus longs avec la main gauche qu'avec la main droite (829 vs. 760 ms). Le facteur Lexicalité est très significatif par sujet et par item, au moins au seuil $p < .001$, reflétant des TRs plus courts de 77 ms pour *especial* que pour *special* (756 vs. 833 ms).

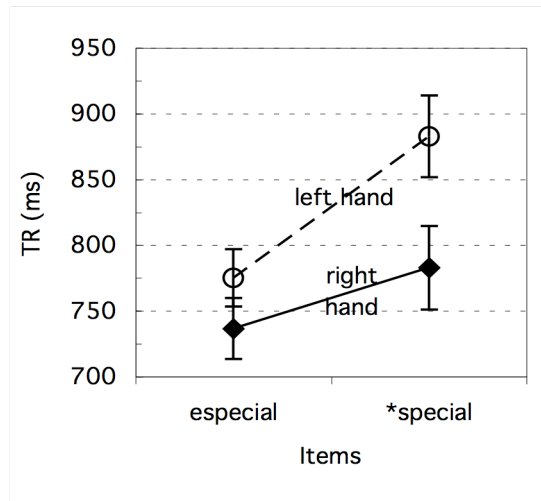


Figure 2 : Temps de réponse 'mot' (*especial* vs. *special*).

La Figure 3 montre les TRs des réponses 'mot' pour *oscuro* vs. *scuro*, à prendre avec précaution pour les *scuro* étant donné le peu de réponses 'mot' pour ces items. Les données vont cependant dans le même sens que pour *especial* vs. *special*, avec des TRs plus courts pour la main droite que la main gauche et bien plus courts (d'environ 195 ms) pour les *oscuro* que les pseudo-mots dérivés *scuro* (724 vs. 919 ms).

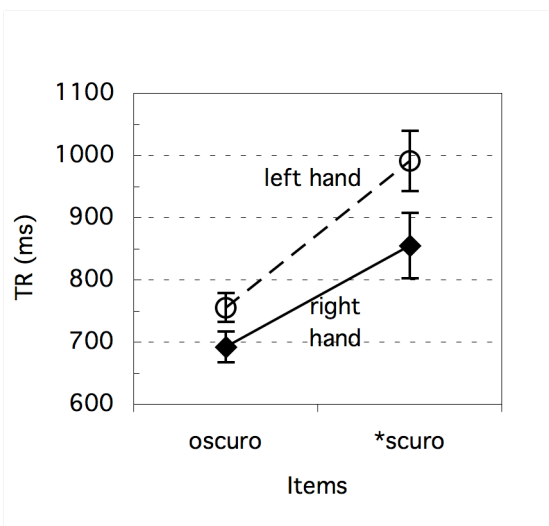


Figure 3 : Temps de réponse 'mot' (*oscuro* vs. *scuro*) (l'échelle verticale est doublée par rapport à la Fig.1).

Enfin, si l'on compare les TRs pour les mots intacts *especial* et *oscuro* (ce qui est légitime, puisqu'il y a plus de 92% de réponses correctes 'mot' pour ces items), on trouve qu'ils sont un peu plus rapides pour *oscuro* que pour *especial* (724 vs. 756 ms), $t(40) = 3.17, p < .005$; mais $t(71) = 1.24, p = .22$.

2.3. Discussion

Les résultats montrent clairement que *special* est réparé en *especial* bien plus souvent que *scuro* n'est réparé en *oscuro*. Ce pattern de résultat appuie donc l'hypothèse d'une réparation phonologique des séquences */s/+C en /es/+C. Les séquences du type *scuro* seraient, tout au moins dans une première étape, perçues comme commençant par /e/, ce qui expliquerait qu'elles sont le plus souvent jugées comme des non-mots. On peut sans doute parler d'illusion perceptive. Cette illusion est si robuste qu'elle bloque en partie une révision consciente des décisions lexicales.

Cependant, dans environ 27% des cas, les séquences comme *special* sont jugées correctement comme non-mots. La réparation phonologique qui transforme */s/+C en /es/+C ne s'applique donc pas toujours. De plus, on ne peut pas affirmer que seule la réparation phonologique est susceptible d'opérer puisque ~30% des séquences *scuro* sont jugées comme mots (20% de plus que pour les non-mots de remplissage). On peut donc estimer, en première approximation, qu'au moins 20% des *scuro* sont réparés en *oscuro*, c'est à dire font l'objet d'une réparation au niveau lexical. Il est donc possible que, parmi les réponses 'mot' aux séquences comme *special*, certaines soient dues à une réparation lexicale, représentant logiquement environ 20% des réponses. Mais ceci est loin d'expliquer les 73% de réponses 'mot' à ces items. Il est donc probable que la plupart des réponses 'mot' à *special* soient dues à une réparation phonologique prélexicale.

Ces résultats sont donc parallèles à ceux obtenus pour les transcriptions avec voyelle prothétique ([6]) : une majorité de réparations phonologiques en /e/ mais aussi des réparations lexicales (par $V \neq /e/$). Cependant, l'amplitude des effets est bien plus grande dans la présente étude. La différence est sans doute due à la nature de la tâche, car les stimuli étaient dans les deux cas construits de la même façon. Lorsque les sujets doivent donner une réponse "aussi rapidement que possible", il est concevable que leurs réponses reflètent plus souvent un niveau de perception automatique. Enfin, en ce qui concerne une comparaison possible avec les données de Theodore et Schmidt [8], le taux de réponses 'mot' de 73% pour *special* est comparable aux 75% de réponses '/e/ présent' dans les stimuli /stib/ utilisés dans [8]. Dans la mesure où ces taux peuvent être comparés, cela suggère que la réparation phonologique trouvée par [8] n'est pas exagérée par des traces de /e/ dans le /s/ de /stib/.

Nous proposons que nos données reflètent d'une part un phénomène massif de réparation phonologique, opérant prélexicalement et transformant de manière "aveugle" toute séquence */s/+C en /es/+C, et d'autre part, dans une moindre mesure mais de façon tangible, un mécanisme plus général de réparation lexicale, peut-être par feedback lexical.

Une explication alternative à cette proposition est que le mécanisme de "réparation" est, dans tous les cas, de nature lexicale. Les mots de type VsC- amputés de leur voyelle initiale V seraient plus facilement réparés lorsque

V est /e/ parce que les mots VsC- avec V = /e/ sont plus fréquents – individuellement – que ceux avec V ≠ /e/. Or tel n'est pas le cas ni dans le lexique de l'espagnol en général ni dans le matériel utilisé dans cette étude en particulier. En revanche, il est exact qu'il y a en espagnol davantage de mots VsC- avec V = /e/ qu'avec V ≠ /e/ (2070 vs. 401 mots selon Alameda & Cuetos [1]). Ceci expliquerait la réparation phonologique des séquences initiales */s/+C par prothèse de /e/ – plutôt que toute autre voyelle –, par des considérations statistiques de cooccurrence dans la langue espagnole. La même explication vaudrait pour le choix de /e/ dans les mots d'emprunt. Mais d'autres considérations que les fréquences de cooccurrence semblent régir les phénomènes de réparation phonologique observés pour d'autres langues. Par exemple, la substitution de /t/ par /k/ dans */t/ en position initiale n'est pas motivée par une plus grande fréquence dans la langue (française ou anglaise) de /k/ que /p/, /t/ ou toute autre séquence stop-non-voisé+liquide qui serait légale en position initiale (cf. Hallé et al. [7], Hallé & Best [5]). Dans le cas des voyelles épenthétiques permettant une réparation phonologique, les nombreuses études en phonologie des mots d'emprunts suggèrent que le choix d'une voyelle épenthétique est motivée par des considérations de marque (voyelle la moins "marquée", en particulier la plus sujette à disparition) et de substance phonétique (voyelle la plus courte, la plus centrale). Ce qui explique par exemple que la voyelle épenthétique "par défaut" dans les mots d'emprunt en japonais soit /u/ ou parfois /i/, les deux voyelles les plus sujettes à dévoisement voire disparition. Le cas de /o/ après /d/ et /t/ est motivé par un trou dans la distribution des mores CV du japonais standard : */tu/ et */du/ sont "remplacés" par /tsu/ et /ɖu/.

La réparation phonologique par prothèse de /e/ en espagnol qu'illustrent nos données est assez semblable à celle par épenthèse de /u/ observée en japonais ([4]). Les deux réparations s'appliquent aussi bien à la perception de parole qu'aux emprunts établis dans le lexique natif. Pour ce qui est des données expérimentales de perception, nos données sont quantitativement proches de celles de [4] pour les pseudo-mots réparés en mot par prothèse de /e/ (espagnol) ou épenthèse de /u/ (japonais) : environ 70% de réponses 'mot' pour *special* (< *especial*) ou pour *sokdo* (< *sokudo* 'vitesse'). Nos résultats diffèrent pour les pseudo-mots non réparés par prothèse de /e/ (espagnol) ou épenthèse de /u/ (japonais) : nous trouvons un effet (modeste) de réparation lexicale pour *scuro* alors qu'aucun effet de ce genre n'est trouvé pour *mikdo* (< *mikado* 'empereur') par [4].

Un aspect intéressant de nos données est la différence de temps de réponse entre mots intacts et pseudo-mots. Les TRs (des réponses 'mot') sont plus longs pour *special* que *especial* d'environ 75 ms. Ceci représenterait le coût de la réparation phonologique. Celui de la réparation lexicale observée pour *scuro*, semble bien plus important. Les TRs des réponses 'mot' pour *scuro* sont plus longs que ceux pour *oscuro* d'environ 195 ms. Certes, cette différence numérique est à considérer avec précaution puisqu'elle est

basée sur relativement peu de réponses 'mot' pour *scuro*. Le pattern semble cependant plausible : les réparations phonologiques sont logiquement effectuées à un niveau de traitement moins intégré que les réparations lexicales.

D'autres techniques expérimentales (par exemple utilisant les potentiels évoqués) seraient nécessaires pour préciser la nature et le locus des traitements de réparation mis en évidence dans cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] J. Alameda and F. Cuetos. *Diccionario de Frecuencias de las Unidades Lingüísticas del Castellano*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo, Oviedo, 1995.
- [2] E. Bonnet and M-R. Lloret. *Fonologia catalana*. Editorial Ariel, Barcelona, 1998.
- [3] E. Dupoux, Y. Takehi, C. Hirose, C. Pallier, and J. Mehler. Epenthetic vowels in Japanese: a perceptual illusion? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 1568-1578, 1999.
- [4] E. Dupoux, C. Pallier, Y. Takehi, and J. Mehler. New evidence for prelexical phonological processing in word recognition. *Language and Cognitive Processes*, 16:491-505, 2001.
- [5] P. Hallé and C. Best. Dental-to-velar perceptual assimilation: A cross-linguistic study of the perception of dental stop+/l/ clusters. *Journal of the Acoustical Society of America*, 121: 2899-2914, 2007.
- [6] P. Hallé and J. Segui. *Special is especial: Perception and production of the /sp, st, sk/ clusters by native speakers of Spanish*. Communication au 13ème ESCOP, Granada, Espagne, Septembre 2003.
- [7] P. Hallé, J. Segui, U. Frauenfelder, and C. Meunier. The processing of illegal consonant clusters: A case of perceptual assimilation? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 24:592-608, 1998.
- [8] R. Theodore and A. Schmidt. Perceptual prosthesis in native Spanish speakers [Abstract]. *Journal of the Acoustical Society of America*, 113:2256, 2003.
- [9] G. Zink. *Phonétique historique du français*. Presses Universitaires de France, Paris, 1986.