HAL open science

Accès lexical et reconnaissance du voisement en voix chuchotée

Yohann Meynadier, Sophie Dufour

To cite this version:

Yohann Meynadier, Sophie Dufour. Accès lexical et reconnaissance du voisement en voix chuchotée. Actes des 31èmes Journées d'Etude sur la Parole, Jul 2016, Paris, France. hal-01319897v1

HAL Id: hal-01319897

https://hal.science/hal-01319897v1

Submitted on 23 May 2016 (v1), last revised 12 Jul 2016 (v2)

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.

Accès lexical et reconnaissance du voisement en voix chuchotée

Yohann Meynadier, Sophie Dufour
Aix Marseille Université, CNRS, LPL UMR 7309, 13100, Aix-en-Provence, France
yohann.meynadier@lpl-aix.fr, sophie.dufour@lpl-aix.fr

RÉSUMÉ

La reconnaissance du trait de voisement de consonnes obstruantes chuchotées en français a été examinée via un paradigme d'amorçage sémantique auditif-visuel. Un effet d'amorçage d'amplitude similaire à celui mesuré en voix modale a été observé uniquement lorsque l'obstruante du mot amorce chuchoté est sourde (*dessert*-CHOCOLAT). Aucun effet d'amorçage n'a été noté quand l'obstruante du mot amorce est voisée (*désert*) que ce soit sur le mot cible SABLE associé sémantique de *désert* ou sur le mot cible CHOCOLAT associé sémantique de *dessert*. Ainsi, même si certaines travaux ont mis en évidence qu'en voix chuchotée les consonnes obstruantes voisées maintiennent des traces phonétiques de leur identité sous-jacente, notre étude montre que ces consonnes sont ambigües pour l'auditeur et que leur reconnaissance n'est pas immédiate.

ABSTRACT

Lexical acces and recognition of voicing in whisper

The recognition of the voicing feature of whispered obstruant consonants was examined in a cross modal semantic priming paradigm. A priming effect of similar magnitude to that observed in modal voice was found only when the whispered prime includes a voiceless obstruant (e.g. *dessert* primes CHOCOLAT). No priming effect was found when the whispered prime includes a voiced obstruant (*désert*) neither on the target word SABLE semantically related to *desert*, nor on the target word CHOCOLAT semantically related to *dessert*. Hence, although a few studies have shown that whispered voiced obstruent consonants retain phonetic traces of their underlying identity, our study shows that these consonants are ambiguous for the listeners, and that their recognition is not immediate.

MOTS-CLÉS : perception du voisement, dévoisement, voix chuchotée, accès lexical
KEYWORDS: voicing perception, devoicing, whisper, lexical access

1 Introduction

Cette étude porte sur la perception du trait de voisement en parole chuchotée en français. Une consonne voisée en voix chuchotée est produite sans vibration des cordes vocales, constituant en voix modale la propriété principale du trait [+voisé]. On peut donc penser qu'une consonne voisée chuchotée est ambiguë avec la consonne sourde de mêmes lieu et mode d'articulation.

Or, des études de production en français montrent qu'en voix chuchotée les consonnes obstruantes voisées maintiendraient des traces phonétiques de leur identité sous-jacente : durée consonantique (Vercherand, 2010 ; Meynadier, Gaydina, 2013), durée de la voyelle préconsonantique (Meynadier, Gaydina, 2013), pression intraorale (Meynadier, Gaydina, 2013 ; Garnier et al., 2014 ; Meynadier 2015), pression de contact (Garnier et al., 2004) ou aire glottique (Malécot, Peebles, 1965 ; Crevier-

Buchman et al., 2009 ; Meynadier, 2015). Ces observations rejoignent les faits d'assimilation de voisement en français. Snoeren et al. (2008) et Hallé et al. (2012) relèvent en effet que les obstruantes sourdes et voisées assimilées, et les voyelles pré-consonantiques, conservent la durée caractéristique liée à leur voisement sous-jacent.

Les quelques études sur la perception du contraste de voisement en voix chuchotée en français sont peu comparables et montrent des résultats contradictoires. Vercherand (2010) observe un taux de reconnaissance des obstruantes chuchotées de plus de 80 %, dans un test d'identification de mots à choix multiple (2-4 choix). Dans une tâche d'identification libre de syllabes CV, Fux (2012) relève, selon le lieu d'articulation de l'obstruante, des taux variant de 15,6 à 46,7 % pour les voisées et de 80 à 97,8 % pour les sourdes. Inversement, dans un test d'identification à 2 choix forcés sur des non-mots en paire minimale, Meynadier et al. (2013) trouvent de façon inattendue que les obstruantes sourdes ne sont pas reconnues (56,7 %, choix au hasard), alors que les voisées très bien (89,2 %). Par contre, ils observent aussi que des modifications de la durée consonantique et/ou des voyelles précédentes affectent le taux de reconnaissance des obstruantes chuchotées.

Nous proposons ici de reprendre cette question via un paradigme expérimental d'amorçage sémantique auditif-visuel, fréquemment utilisé pour tester la reconnaissance de mots ambigus (Tabossi, 1996). Avec ce paradigme, Snoeren et al. (2008) ont pu montré que les auditeurs français peuvent de reconnaître le trait de voisement d'une obstruante sourde phonétiquement voisée par une assimilation totale. Cette reconnaissance du voisement sous-jacent s'appuierait sur un traitement des détails phonétiques présents dans la consonne pour accéder à la forme abstraite du mot.

Dans notre étude, des paires minimales basées sur un contraste de voisement (e.g. *dé*s*ert/de*ss*ert*) ont été présentées dans un paradigme d'amorçage sémantique auditif-visuel. Les participants entendaient d'abord un mot amorce en voix chuchotée ; puis immédiatement après, ils recevaient une cible présentée visuellement sur laquelle ils devaient réaliser une tâche de décision lexicale, consistant à décider le plus rapidement possible si une séquence de lettres constitue ou non un mot du lexique du français. Dans les conditions critiques, la cible (e.g. SABLE) pouvait être précédée du membre de la paire minimale qui lui était sémantiquement reliée (e.g. *désert*) ou de l'autre membre de la paire minimale (e.g. *dessert*). Les temps de réponse dans ces conditions ont été comparés à ceux d'une condition contrôle où l'amorce et la cible n'avaient aucun lien sémantique entre elles (e.g. *jumelle*–SABLE).

Dans l'hypothèse où le trait de voisement [+voisé] est automatiquement récupéré en parole chuchotée, on dervrait observer dans la condition d'appariement de voisement entre la cible et l'amorce (e.g. *désert*–SABLE) que l'amorce *désert* facilite le traitement subséquent de la cible SABLE, en comparaison à la condition contrôle (e.g. *jumelle*–SABLE). Par contre, dans la condition de non appariement (e.g. *désert*–CHOCOLAT), l'amorce chuchotée *désert* ne devrait pas faciliter le traitement de l'associé sémantique CHOCOLAT de l'autre membre de la paire minimale (i.e. *dessert*). Similairement, si le trait [-voisé] est automatiquement reconnu, *dessert* amorcerait CHOCOLAT, mais pas SABLE. Cependant, si en parole chuchotée la consonne voisée n'est pas reconnue et est perçue comme sourde, l'amorce *désert* ne faciliterait par la reconnaissance de la cible SABLE ; mais également, dans la condition de non appariement de voisement entre amorce et cible (e.g. *désert*–CHOCOLAT), on devrait observer que *désert* peut amorcer CHOCOLAT, mot cible associé sémantiquement au membre à consonne sourde de la même paire minimale (i.e. *dessert*).

2 Méthode

Nous présentons ici la sélection des couples de mots amorce et cible, leur validation pour le paradigme d'amorçage sémantique en voix modale et les tests expérimentaux en voix chuchotée.

2.1 Matériel linguistique

L'élaboration des couples de mots amorce-cible a nécessité un pré-test d'association sémantique libre pour les mots amorces. Les amorces ont été sélectionnées parmi 173 mots (dont un homophone non homographique) du lexique français faisant partie d'une paire minimale opposant en position intervocalique une obstruante voisée, parmi /b d g v z ʒ/, à son pendant sourd /p t k f s ʃ/ (e.g. *cousin/coussin*, *envie/amphi*). Cette liste de mots amorces a été soumise, dans cinq ordres aléatoires différents, à 38 sujets (8 hommes, 30 femmes, de 20 à 47 ans). Les sujets devaient fournir par écrit et le plus rapidement possible le premier mot leur venant à l'esprit à la lecture de chaque mot amorce. Seules ont été retenues 20 paires minimales de mots amorces dont l'associé sémantique le plus fréquent (i.e. le mot cible) de chaque membre de la paire a été donné par au moins 20% des sujets (e.g. *désert*–SABLE *vs dessert*–CHOCOLAT). Les taux d'association des cibles reliées à une amorce avec consonne voisée (abrégé en A*v*C*v*, comme *désert*–SABLE) et à une amorce avec consonne sourde (abrégé en A*s*C*s*, comme *dessert*–CHOCOLAT) ne différaient pas significativement (Table 1, %asso).

	%asso	Nph	Ngr	Nsy	PU	FreCum	Durée mot		Durée obstruante	
							modal	chuch.	modal	chuch.
Amorce voisée (A*v*)		4,35		2,20	4,95	21,45	554	703	93	88
Amorce sourde (A*s*)		4,35		2,20	4,80	13,90	541	698	144	156
Amorce contrôle		4,35		2,20	4,85	15,95				
Cible voisée (C*v*)	41,20		5,50	1,75		44,05				
Cible sourde (C*s*)	40,30		5,90	1,80		105,79				

TABLE 1 : Caractéristiques des amorces et des cibles. Taux d'association sémantique (%asso) ; nombre de phonèmes (Nphon) ; nombre de lettres (Ngraph) ; nombre de syllabes (Nsyll) ; point d'unicité (PU) ; fréquence cumulée (FreCum) ; durée moyenne (ms) des mots et des obstruantes en opposition distinctive

Ainsi, 40 couples amorce-cible, dont 20 A*v* et 20 A*s*, ont été élaborés. 20 mots amorces servant de contrôle, aussi bien dans la condition A*v*C*v* (e.g. *jumelle*–SABLE) que dans la condition A*s*C*s* (e.g. *jumelle*–CHOCOLAT), appariés aux amorces testées A*v* et A*s* en nombre de phonèmes, en nombre de syllabes, en point d'unicité phonologique et en fréquence, ont été sélectionnés. Les caractéristiques des amorces et des cibles sont présentées dans la Table 1. A noter que les mots cibles voisés (C*v*) et sourds (C*s*) différaient en terme de fréquence.

6 expériences, détaillées dans la Table 2, ont été construites : (i) 4 testaient les conditions avec appariement de voisement entre amorce et cible : A*v*C*v* et A*s*C*s* en voix modale et en voix chuchotée ; (ii) les 2 autres testaient les conditions de non appariement de voisement entre amorce et cible en voix chuchotée : A*v*C*s* et A*s*C*v*. Pour chacune des 4 conditions (A*v*C*v*, A*s*C*s*, A*v*C*s* et A*s*C*v*), 2 listes ont été crées afin que chaque mot cible (SABLE ou CHOCOLAT) soit précédé des deux types d'amorce : contrôle (*jumelle*) *vs* A*v* (*désert*) ou A*s* (*dessert*), et qu'un même participant ne voit pas deux fois le même mot cible. Chaque liste expérimentale incluait ainsi 10 mots cibles précédés d'une amorce A*v* ou As et 10 mots cibles d'une amorce contrôle. De façon à réduire la proportion d'essais reliés à 20%, les listes expérimentales incluaient également 30 couples de mots non reliés (*légume*–GRIFFE) servant ainsi de remplisseurs. Enfin, pour les besoins de la tâche, 50 non-mots ont été créés en changeant une lettre de mots existants et non utilisés dans le matériel expérimental (e.g. VALADE, issu de 'salade'). Parmi les 50 non-mots, 10 étaient précédés d'une amorce « pseudo » reliée (*laitue*–VALADE*)* et les 40 autres d'une amorce sémantiquement non reliée (*bouteille*–FUDUR,

issu de ‘futur’). Les couples amorce-cible de non-mots « pseudo » reliés ont été obtenus à partir des normes d’associations verbales de Ferrand et Alario (1998).

Expérience	Condition	**A**morce audio *(ex.)*	**C**ible visuelle *(ex.)*
n° 1a et 2a	appariée **A*v*C*v***	consonne **v**oisée *(déSert)*	associé **v**oisé *(sable)*
n° 1b et 2b	appariée **A*s*C*s***	consonne **s**ourde *(deSSert)*	associé **s**ourd *(chocolat)*
n° 3a	non appariée **A*v*C*s***	consonne **v**oisée *(déSert)*	associé **s**ourd *(chocolat)*
n° 3b	non appariée **A*s*C*v***	consonne **s**ourde *(deSert)*	associé **v**oisé *(sable)*

TABLE 2 : Conditions expérimentales d’appariement selon le voisement entre amorce et cible

Les amorces ont été enregistrées en chambre sourde et ont été lues trois fois en voix modale et en voix chuchotée par un locuteur masculin (le 1er auteur). Le signal acoustique a été enregistré avec EVA2® (Ghio et Teston, 2004). L’item le plus intelligible et sans bruits de bouche a été retenu. Segmentés manuellement sous Phonedit® [http://www.lpl-aix.fr/~lpldev/phonedit], le début et la fin du mot ont été identifiés au début des premières et à la fin des dernières modulations visibles sur l’oscillogramme. Le début des occlusives sourdes initiales de mot étant acoustiquement invisible, la durée de leur occlusion (avant la barre d’explosion) a été fixée à 70 ms pour les sourdes en voix modale, et en voix chuchotée à 85 ms pour les sourdes et 65 ms pour les voisées. Ces valeurs correspondent aux durées moyennes d’occlusion mesurées par Meynadier et Gaydina (2013) sur le même locuteur. Les durées moyennes des amorces auditives A*v* et A*s* en voix modale et chuchotée sont fournies dans la Table 1. L’intensité de chaque stimulus audio a été normalisée à l’intensité moyenne de l’ensemble des stimuli dans chaque modalité vocale.
L’absence de vibration des cordes vocales en voix chuchotée a été confirmée par l’absence totale de périodicité de l’onde acoustique dans les mots amorce. La durée plus courte des obstruantes voisées comparée aux sourdes (Tableau 1) observée en voix chuchotée comme en voix modale valide que les paires minimales chuchotées utilisées comme stimuli présentent bien le contraste de voisement attendu malgré l’absence de vibration laryngée (cf. Introduction).

2.2 Expériences 1a et 1b : amorçage en voix modale

Les expériences en voix modale avaient pour but de valider les couples amorce-cible sémantiquement reliés, correspondant aux seules conditions appariées en voisement A*v*C*v* et A*s*C*s*.

Les sujets ont passé ces tests dans une pièce calme. L’amorce auditive était écoutée dans un casque Sennheiser HD415 et le volume de sortie de l’ordinateur portable toujours réglé à un niveau sonore fixe, maintenant constante entre sujets la différence d’intensité entre voix chuchotée et voix modale. La cible était présentée immédiatement à la fin de la présentation de l’amorce et les participants avaient pour tâche de décider le plus rapidement et le plus précisément possible si la cible constituait un mot ou un non-mot. Les réponses ont été enregistrées à l’aide d’un boitier à deux boutons-poussoirs ; la réponse « mot » étant placée du côté de la main dominante du sujet. Le test de perception a été élaboré avec le logiciel Perceval® (André et al., 2003). Un entrainement sans feedback aux réponses sur 10 items non utilisés ultérieurement précédait le test d’une durée d’environ 15 mn. Les participants bénévoles ont signé une fiche de consentement éclairé.

24 sujets ont passé l’Expérience 1a et 24 autres l’Expérience 1b (Table 2). Aucun n’avait pris par au pré-test d’association libre entre amorce et cible. Ces 16 hommes et 32 femmes, dont 5 gauchers et 43 droitiers, de 18 à 45 ans (μ = 27,6 ; σ = 7,3), étaient des étudiants de langue maternelle française sans trouble du langage, de l’audition ou visuel non corrigé.

2.3 Expérience 2a, 2b, 3a et 3b : amorçage en voix chuchotée

Les 4 expériences (2a, 2b, 3a et 3b, Table 2) en voix chuchotée étaient destinées à tester la capacité de reconnaissance du trait de voisement en l'absence de vibration des cordes vocales.

Ont participés à ces tests, 96 sujets de même profil que ceux des deux expériences en voix modale : étudiants, 18-45 ans (μ = 27,9 ; σ = 7,6), français maternel, sans troubles. Aucun n'avaient participés ni au pré-test d'association ni à l'Expérience 1a ou 1b. Ces tests ont été passés avec le même matériel technique et la même procédure que les Expériences 1a et 1b. Seuls les mots d'amorce auditive différaient, étant ici produits en voix chuchotée. Les 4 groupes de 24 participants ont été répartis dans chacune des 4 expériences correspondant à chaque condition expérimentale.

3 Résultats

Les analyses statistiques ont été effectuées sur les temps de réaction des réponses correctes. Des taux de réponse correcte (« mot » *vs* « non-mot ») supérieurs à 90 % pour chaque test montrent que la tâche a bien été réalisée par les sujets. Les temps de réaction ont été mesurés à partir du début de l'affichage de la cible. Les réponses ayant un temps de réaction supérieur à 1300 ms ont été exclues. Les effets d'amorçage ont été évalués au moyen de t-tests par sujets (t_s) et par items (t_i). Le seuil de significativité statistique de p est fixé à .05.

3.1 Effet d'amorçage en voix modale : Expériences 1a et 1b

Les résultats de l'Expérience 1a et 1b sont présentés dans la Table 3. 5,63 % des réponses ayant un temps de réaction trop long dans la condition A*v*C*v* et 4,38 % dans la condition A*s*C*s* ont été exclues de l'analyse.

Expé.	Condition	Amorce contrôle	Amorce reliée sémantiquement	Différence (contrôle – relié)
n° 1a	A*v*C*v* (*désert*-SABLE)	680 (71) *2 %*	648 (71) *2 %*	+31 *
n° 1b	A*s*C*s* (*dessert*-CHOCOLAT)	682 (67) *2 %*	653 (66) *2 %*	+29 *

TABLE 3 : Temps de réaction moyens en ms (écart type) et pourcentage moyen d'erreurs par sujets en voix modale. Ecart type entre parenthèses ; taux d'erreurs en italique ; différence statistique : * significative ; *ns* non significative

Que l'amorce comporte une consonne voisée (A*v*C*v*) ou sourde (A*s*C*s*), le temps de décision lexicale sur le mot cible est similaire (648-653 ms). Mais surtout, les analyses révèlent un effet d'amorçage significatif aussi bien pour la condition A*v*C*v* [$t_s(23) = 2.88$, $p < .05$; $t_i(19) = 3.18$, $p < .05$] que pour la condition A*s*C*s* [$t_s(23) = 2.72$, $p < .05$; $t_i(19) = 2.53$, $p < .05$]. Le mot cible est plus rapidement reconnu s'il est précédé de son amorce sémantiquement reliée que d'une amorce non reliée (contrôle). Ainsi, *désert* facilite la décision lexicale sur le mot SABLE, de même que *dessert*accélère la décision sur CHOCOLAT. Cet effet d'amorçage a une amplitude similaire dans les deux cas, se situant autour de 30 ms.

L'amorçage sémantique en voix modale est donc bien observé. Ces résultats valident les couples de mots amorce-cible utilisés pour les tests de reconnaissance du trait de voisement en voix chuchotée.

3.2 Effet d'amorçage en voix chuchotée : Expériences 2a, 2b, 3a et 3b

Les résultats ont été analysés selon les mêmes critères que dans les Expériences 1a et 1b. Les temps de réaction moyens des bonnes réponses en voix chuchotée sont présentés dans la Table 4. Le pourcentage de données rejetées est de 4,79 % pour la condition A*v*C*v*, 1,46 % pour A*s*C*s*, 2,08 % pour A*v*C*s*, 5,21 % pour A*s*C*v*.

Expé.	Condition	Amorce contrôle	Amorce reliée sémantiquement	Différence (contrôle – relié)
n° 2a	A*v*C*v* (*désert*-SABLE)	715 (97) *2 %*	718 (111) *1 %*	-3 *ns*
n° 2b	A*s*C*s* (*dessert*-CHOCOLAT)	694 (85) *4 %*	666 (81) *4 %*	+28 *
n° 3a	A*v*C*s* (*désert*-CHOCOLAT)	673 (97) *2 %*	696 (123) *2 %*	-23 *ns*
n° 3b	A*s*C*v* (*dessert*-SABLE)	723 (95) *2 %*	722 (118) *3 %*	-1 *ns*

TABLE 4 : Temps de réaction moyens en ms (écart type) et pourcentage moyen d'erreurs par sujets en voix chuchotée

Les analyses montrent un effet d'amorçage significatif uniquement dans la condition appariée A*s*C*s* [$t_s(23) = 2.43$, $p < .05$; $t_i(19) = 2.42$, $p < .05$]. Comme en voix modale, entendre *dessert* en voix chuchotée accélère la décision lexicale sur la cible visuelle CHOCOLAT. L'amplitude de l'effet facilitateur est proche de 30 ms, ce qui est similaire à celui obtenu en voix modale.

Dans la condition appariée A*v*C*v*, aucun effet d'amorçage n'est observé [$t_s(23) = 0.27$, $p > .20$; $t_i(19) = 0.34$, $p > .20$]. Contrairement à la voix modale, quand l'amorce chuchotée comporte une consonne voisée (*désert*) la décision sur la cible reliée sémantiquement (SABLE) n'est pas accélérée.

Également, dans les conditions non appariées A*v*C*s* [$t_s(23) = 1.58$, $p = 0.13$; $t_i(19) = 1.37$, $p = 0.18$] et A*s*C*v* [$t_s(23) = 0.02$, $p > .20$; $t_i(19) = 0.16$, $p > .20$], aucun effet d amorçage n'est observé. Ainsi de la même manière que *dessert* chuchoté n'influence pas la vitesse de décision sur SABLE (associé sémantique de *désert*), *désert* chuchoté n'a eu aucun impact sur le temps de traitement du mot cible CHOCOLAT (associé sémantique de *dessert*).

3.3 Effet de la modalité vocale : voix modale *vs* chuchotée

Des analyses additionnelles comparant voix modale et voix chuchotée ont été conduites de façon à examiner l'impact de la modalité vocale sur les temps de réaction. Deux analyses de variance, l'une sur les amorces à obstruante voisée (A*v*C*v*) et l'autre sur les amorces à obstruante sourde (A*s*C*s*) ont été conduites avec la modalité vocale (modale *vs* chuchotée) et le type d'amorce (reliée *vs* contrôle, c'est-à-dire non reliée) comme facteurs (Figure 1).

Les résultats obtenus pour les amorces voisées (A*v*C*v*) montrent un effet significatif de la modalité vocale par sujets et par items [$F_s(1,46) = 4.49$, $p < .05$; $F_i(1,19) = 40$, $p < .0001$]. Les temps de réaction sont en moyenne plus longs en voix chuchotée qu'en voix modale. De façon critique, l'interaction entre les facteurs modalité et type d'amorce est significative dans les analyses par sujets

[$F_s(1,46) = 5.43$, $p < .03$] et approche la significativité dans les analyses par items [$F_i(1,19) = 3.72$, $p = .07$]. Comme nous l'avons vu au préalable, cette interaction résulte d'un effet d'amorçage significatif uniquement pour la voix modale, mais aussi d'un effet plus important de la modalité vocale pour les amorces reliées [$F_s(1,46) = 6.63$, $p < .02$; $F_i(1,19) = 29.85$, $p < .0001$], que pour les amorces contrôle [$F_s(1,46) = 2.09$, $p = .15$; $F_i(1,19) = 6.28$, $p < .03$].

Les résultats relatifs aux amorces sourdes (A*s*C*s*) montrent un effet de la modalité vocale proche de la significativité uniquement dans les analyses par items [$F_s(1,46) = 0.33$, $p > .20$; $F_i(1,19) = 4.24$, $p = .053$]. Aucune interaction entre les facteurs modalité et type d'amorce n'est observée [$F_s(1,46) = 0.006$, $p > .20$; $F_i(1,19) = 0.07$, $p > .20$].

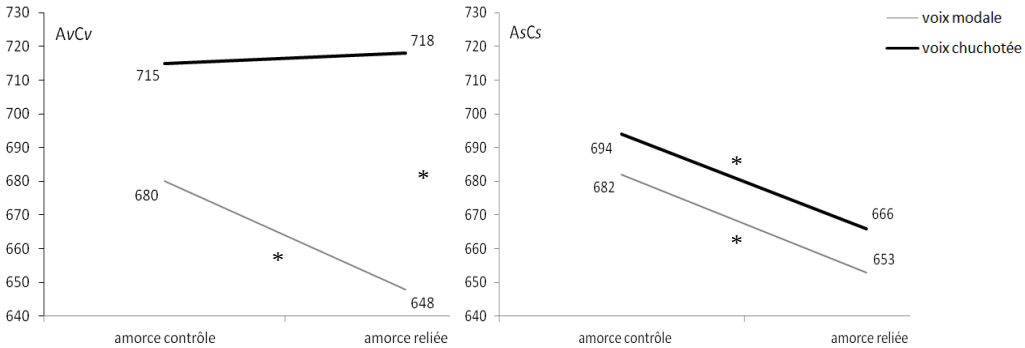

FIGURE 1 : Temps de réaction moyens (ms) par sujets en voix modale *vs* chuchotée selon l'amorce ; * différence significative par sujets et par items

4 Discussion

Chuchoter est un comportement vocal assez habituel (Cirillo, 2004), dont tout un chacun fait l'expérience quasi quotidiennement. Les modifications phonétiques des phonèmes issues de cette phonation sont très régulières, notamment sur le plan acoustique : ralentissement, perte d'énergie, balance spectrale plus aigüe, changement formantique, et bien sûr dévoisement (pour le français, Vercherand, 2010 ; Fux, 2012). Face à la voix modale, le chuchotement affecte de manière beaucoup plus critique les phonèmes voisés que les sourds et tout aussi systématiquement qu'une règle d'assimilation. Ainsi, même si elles ne relèvent pas d'une allophonie phonologique, les variantes chuchotées 'pragmatiques' (liées au contexte et à l'intension de communication) des phonèmes voisés sont tout autant déterminées.

Comme souligné dans l'Introduction, les obstruantes chuchotées, bien que modifiées phonétiquement, conserveraient des traces acoustiques de leur statut phonologique [±voisé]. Si l'auditeur se sert effectivement de ces traces pour reconnaître un mot chuchoté isolé, il peut le faire de façons très différentes selon la nature des représentations phonologiques lexicales. Dans une vision exemplariste où un même mot est représenté par une liste d'exemplaires construite par toutes les expériences auditives de ce mot, un auditeur pourrait donc aussi stocker des variantes chuchotées de mots. L'auditeur devrait ainsi pouvoir récupérer automatiquement les formes chuchotées des mots à consonne voisée (*désert*) tout aussi rapidement que celles à consonne sourde (*dessert*). Or, aucun effet d'amorçage sur la cible SABLE n'est observé si l'amorce est *désert*. L'auditeur n'accèderait donc pas immédiatement et automatiquement à un exemplaire stocké des mots chuchotés à consonne voisée.

Nos résultats sont par contre en accord avec une vision exemplariste moins stricte dans laquelle des prototypes de mots seraient stockés, le prototype d'un mot évoluant et s'alimentant au fur et à mesure de nos expériences avec celui-ci (Pierrehumbert, 2001). S'éloignant plus de sa forme modale qu'un mot chuchoté à consonne sourde, un mot chuchoté à consonne voisée constitue probablement un moins bon exemplaire du prototype, ce qui rendrait ainsi compte de l'absence d'effet d'amorçage dans le cas d'une amorce chuchotée à consonne voisée.

Nos résultats semblent aussi être en accord avec des modèles abstractionnistes de la reconnaissance des mots parlés, où les mots sont stockés sous la forme de séquences de segments discrets en termes de traits (Marslen-Wilson, Warren, 1994) ou de phonèmes (McClelland, Elman, 1986). Le signal de parole serait dans un premier temps converti en une séquence de segments discrets, écartant ainsi tous les détails acoustiques non pertinents pour l'identification. Le résultat de ce traitement serait ensuite projeté sur les représentations symboliques abstraites stockées en mémoire. Dans ces modèles, le caractère voisé/non voisé est alors extrait et/ou reconstruit à un niveau pré-lexical de traitement, avant le contact avec le lexique mental. La réalisation chuchotée des obstruantes sourdes étant assez proche de leur réalisation modale, la reconnaissance du trait [-vois] est probablement immédiate, ce qui expliquerait un accès rapide à la forme abstraite de *dessert*, facilitant le traitement subséquent du mot cible CHOCOLAT qui lui est sémantiquement relié. L'absence d'effet d'amorçage d'un mot chuchoté à obstruante voisée (*désert*) va quant à lui dans le sens d'un défaut de reconnaissance immédiate ou d'une reconstruction plus difficile du trait [+voisé] en parole chuchotée. Les mots chuchotés à obstruante voisée resteraient ambigus au moment où le mot cible est présenté, et aucun effet d'amorçage n'est alors observé.

Des analyses additionnelles semblent également montrer que la présentation d'amorces chuchotées, en comparaison à des amorces non chuchotées, a eu comme conséquence globale d'augmenter les temps de réaction sur les mots cibles. Cette augmentation des temps de réaction, lorsque les amorces sont chuchotées en comparaison à des amorces non chuchotées, s'est révélée n'être pleinement significative que pour les amorces reliées comportant une obstruante voisée. Un tel résultat semble également soutenir l'argument qu'au moment de l'écoute des mots cibles l'ambiguïté liée à la spécification [+voisé] de l'obstruante chuchotée n'est pas résolue, ce qui a pour conséquence d'augmenter plus spécifiquement les temps de réaction (70 ms) sur les mots cibles reliés à un mot amorce à obstruante voisée (i.e. *désert*–SABLE).

5 Conclusion

En ligne avec les observations de Fux (2012), nos résultats infirment une reconnaissance automatique et immédiate des obstruantes voisées chuchotées en français, comme cela a pu être suggéré par Vercherand (2010) et par Meynadier et al. (2013). Ainsi, même si des études montrent que les obstruantes voisées totalement assourdies, soit par chuchotement soit par assimilation, maintiendraient des traces phonétiques de leur identité sous-jacente, en phonation chuchotée ces consonnes resteraient malgré tout ambiguës au moins un temps pour l'auditeur.

Dans la mesure où, dans notre étude, les mots cibles étaient présentés dès la fin des amorces chuchotées, une hypothèse alternative est que la reconstruction du trait de voisement en parole chuchotée prend un certain temps. Des analyses complémentaires du délai entre la fin de présentation des amorces et le début d'affichage des cibles sont nécessaires de façon à obtenir de plus amples informations quant au décours temporel des processus impliqués dans la reconnaissance du trait de voisement en parole chuchotée.

Références

ANDRÉ C., GHIO A., CAVÉ C., TESTON B. (2003). PERCEVAL: a Computer-Driven System for Experimentation on Auditory and Visual Perception. *Proceedings of the 15th International Conference on Phonetic Sciences*, 1421-1424. Barcelona.

CIRILLO J. (2004). Communication by unvoiced speech: the role of whispering. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências* 76(2), 413-423.

CREVIER-BUCHMAN L., VAISSIÈRE J., HENRICH N., VINCENT C., HANS S., BRASNU D. (2009). Laryngeal behavior in whispered voice: a study using high speed imaging. *The Voice Foundation's 38th Annual Symposium: Care of the Professional Voice*. Philadelphia.

FERRAND L., ALARIO F.-X. (1998). Normes d'association verbales pour 366 noms d'objets concrets. *L'Année Psychologique* 98, 659-709.

FUX T. (2012). *Vers un système indiquant la distance d'un locuteur par transformation de sa voix*. Thèse de doctorat. Université de Grenoble.

GARNIER M., BOUHAKE S., JEANNIN C. (2014). Efforts and coordination in the production of bilabial consonants. *Proceedings of the 10th Int. Seminar on Speech Production*, 138-141. Cologne.

GHIO A., TESTON B. (2004). Evaluation of the acoustic and aerodynamic constraints of a pneumotachograph for speech and voice studies. *Proceedings of the. 4th International Conference on Voice Physiology and Biomechanics*, 55-58. Marseille

HALLÉ P., ANDROJNA K., SEGUÍ J. (2012). L'assimilation de voisement en français : elle vaut pour les non-mots autant que les mots. *Actes des 29è Journées d'Etude sur la Parole*, 441–448. Grenoble.

MEYNADIER Y. (2015). Aerodynamic tool for phonology of voicing. *USB Proceedings of the 18th International Conference on Phonetic Sciences*, paper#0497. Glasgow.

MEYNADIER Y., DUFOUR S., GAYDINA, Y. (2013). Duration as perceptual voicing cue in whisper. *Proceedings of the 6th Phonetics and Phonology in Iberia Conference*, poster. Lisbon.

MEYNADIER Y., GAYDINA, Y. (2013). Aerodynamic and durational cues of phonological voicing in whisper. *Proceedings of the 14th Interspeech*, 335-339. Lyon.

MALÉCOT A., PEEBLES K. (1965). An optical device for recording glottal adduction-abduction during normal speech. *Zeitschrift Für Phonetik, Sprachw. Und Kommunikationsf.* 18, 545-550.

MARSLEN-WILSON W. D., WARREN P. (1994). Levels of perceptual representation and process in lexical access: Words, phonemes, and features. *Psychological Review* 101, 653-675.

MCCLELLAND J. L., ELMAN J. L. (1986). The TRACE model of speech perception. *Cognitive Psychology* 18, 1– 86.

PIERREHUMBERT J. (2001). Exemplar dynamics: Word frequency, lenition, and contrast. In J. Bybee and P. Hopper (eds.) *Frequency effects and the emergence of lexical structure*. John Benjamins, Amsterdam, 137-157.

SNOEREN N., SEGUÍ J., HALLÉ P. (2008). On the role of regular phonological variation in lexical access: Evidence from voice assimilation in French. *Cognition* 108(2), 512–521.

TABOSSI P. (1996). Cross-Modal Semantic Priming. *Lang. and Cognitive Processes* 11(6), 569-576.

VERCHERAND G. (2010). *Production et perception de la parole chuchotée en français : analyse segmentale et prosodique*. Thèse de doctorat. Université Paris VII.