

## PREPARATION MOTRICE ET SELECTION DE CIBLES ARTICULATOIRES ACCENTUEES

L. Crevier-Buchmann, J.F. Bonnot\*  
C. Chevrie-Muller et C. Arabia-Guidet

INSERM, Laboratoire de Recherche sur le Langage  
Paris, France.

\*Département de Linguistique Générale et URA CNRS 668, Strasbourg - France

**ABSTRACT** - The influence of preparatory mechanisms on reaction time (TR) was measured in two different situations: one with simple choice (TRS) and one with random choice (TRC). The different signals measured were the acoustic signal and 3 EMG signals. The material was quadrisyllabic non words and stress was placed on one of the 4 syllables, either predetermined (TRS) or at random (TRC). 1/ TR was significantly longer in the random situation than in the simple choice situation. 2/ In the random situation when compared with the simple choice situation, TR was significantly longer when the stress was on the first and to a lesser extent on the second syllable.

1 - INTRODUCTION - Bien qu'il ne soit pas aisé d'évaluer l'importance respective des divers processus contrôlant la mise en oeuvre du mouvement, on a des raisons de penser que leur paramétrisation est assez strictement hiérarchisée: il est nécessaire de distinguer des unités de planification (13) (phonèmes, mots et syntagmes) et des unités d'exécution (syllabes et, plus généralement, unités prosodiques). Une telle hiérarchie a d'importantes conséquences en ce qui concerne les commandes. Il peut exister une indépendance des articulateurs à ces divers niveaux d'organisation (5). Il a aussi été montré que, dans l'élaboration d'un modèle de production, l'organisation temporelle est sensible: - à la complexité intrinsèque de la séquence (nombre de syllabes, assemblage consonantique déclenchant des effets coarticulatoires plus ou moins durs (1), ou même propriétés subphonémiques (4),

- et à des contraintes "externes" (modification de la vitesse d'élocution ou opposition voix normale/voix chuchotée/voix criée (2)). Ces contributions motrices diversifiées illustrent bien l'extrême plasticité des systèmes de régulation du timing. L'une des questions capitales, en psychophysologie de la motricité (7), que l'on commence seulement à aborder en production de la parole (3) concerne les processus de préprogrammation et la régulation "on line". Depuis quelques années, on s'est particulièrement attaché à préciser les mécanismes préparatoires définis comme des modifications physiologiques "which not only anticipate the action (...) but can be experimentally manipulated and have a predictive value for performance efficiency" (10). Le traitement de l'information nécessaire à l'encodage est donc ajustable en fonction des caractéristiques intraséquentielles. Nous nous proposons d'examiner les relations de ces mécanismes préparatoires avec la durée des temps de réaction simple (TRS) et avec choix (TRC). On s'est placé dans le cadre théorique d'un modèle rythmique du langage (9). Certes, en français, on ne peut pas parler d'accent de mot; il n'en reste pas moins qu'au plan de la mise en oeuvre des effecteurs, l'alternance de temps forts et de temps faibles est primordiale. On testera en conséquence les hypothèses à partir de logatomes quadrisyllabiques: les temps de réaction devraient être plus longs dans le cas où la localisation des "accents" n'est connue du sujet qu'au moment où le stimulus lui est fourni, parce qu'il est vraisemblable que la tâche cognitive est alors plus complexe. On fait par ailleurs une deuxième hypothèse: les variations de la

force affectant la phase la plus périphérique de la préparation motrice devraient avoir une pertinence particulière. On utilise en conséquence la méthode électromyographique (5, 6, 8, 10). Enfin, dans la mesure où il semble que les stratégies musculaires des structures dotées d'un impact syllabique ou séquentiel (mandibule) seront assez différentes de celles dotées d'un impact segmental ou infrasegmental (lèvres lors de l'occlusion), on examinera ces deux structures.

## 2. MATERIEL, METHODES

Le matériel informatique utilisé nécessite 2 micro-ordinateurs PC, 1 imprimante, 1 carte convertisseur 4 voies; 3 programmes sont utilisés successivement.

Le matériel linguistique se composait de logatomes quadrisyllabiques CVCVCV CV (mamamama) dont une syllabe devait être accentuée. La méthode mise au point pour mesurer l'intervalle stimulus-réponse est la suivante: chaque logatome est présenté sur un écran, un point apparaît sous la syllabe à accentuer (tirée au hasard, pour les TR à choix complexe) à un temps  $T_0$ , séparé de l'affichage par un intervalle variable (1,25 sec. + temps aléatoire de 0 à 0,25 sec.). Le temps d'exposition à partir de  $T_0$  est de 0,25 sec., puis l'écran s'éteint. Le logatome suivant est présenté après un intervalle de durée aléatoire à partir de l'effacement du précédent (4 sec. + durée aléatoire de 0 à 1 sec.). En situation de temps de réaction simple (TRS) une expérience comprend pour chacune des syllabes à accentuer, 8 présentations (pour 2 expériences réalisées ici,  $8 \times 4 \times 2 = 64$ ); le sujet dès la première présentation sait que les 7 suivantes porteront sur la même syllabe. En situation de temps de réaction à choix complexe (TRC) l'affichage du point se fait de façon aléatoire sous l'une des 4 syllabes. Le nombre de présentations pour chaque syllabe, en 3 expériences, a été de 21 (soit  $21 \times 4 = 84$  présentations). Compte tenu des échecs (faux départs, erreurs dans la place de l'accent) 54 TRS ont été mesurés (syll. A = 14, syll. 2 = 14, syll. 3 = 13, syll. 4 = 13; taux de réussite global 84%) et 52 TRC (syll. 1 = 16, syll. 2 = 13, syll. 3 = 11, syll. 4 = 12; taux de réussite global 62%). Les effectifs complets de réponse sans erreur

ont été utilisés pour les comparaisons de variances en plan factoriel (2 facteurs: position de la syllabe accentuée à 4 niveaux: TRS + TRC). Le nombre de répétitions conservé pour l'analyse a été de 11 (total des TR analysés = 88). TRS et TRC ont été mesurés pour le signal acoustique de parole (intervalle entre  $T_0$  et début du signal) et de la même façon pour les signaux électromyographiques (EMG) enregistrés au niveau des 3 muscles: digastrique (DIG), orbiculaire supérieur des lèvres (OOS) et orbiculaire inférieur (OOI) grâce à des électrodes de surface.

## 3. RESULTATS

### 3.1 Influence de la situation sur les TR (Tableau 1)

- La différence de durées de TR en fonction de la situation est très significative (test de F pour le signal acoustique et chaque signal EMG,  $p < 0.01$ ).

- L'analyse "syllabe par syllabe" de la différence entre TRS et TRC par le test de Student (tableau 1) montre que celle-ci n'est significative pour tous les signaux (acoustique, EMG) que lorsque l'accent est sur la 1ère syllabe. Sur la 2ème syllabe, la différence n'est significative que pour le signal acoustique et le digastrique. Pour l'accent en 3ème et 4ème syllabe aucune différence n'est significative.

### 3.2. Influence de la place de l'accentuation sur le TR

- L'analyse de variance montre qu'il existe globalement une différence significative entre les TR en fonction de la place de l'accent, pour les mesures effectuées sur le signal acoustique ( $F^3_{80} = 3.0$   $p < 0.05$ ).

- La figure 1 montre bien, par ailleurs, qu'en 3ème et à un moindre degré en 4ème syllabe la différence entre les moyennes de TRS et TRC tend à diminuer.

## 4. DISCUSSION

4.1. Les phénomènes préparatoires sont bien mis en évidence dans la mesure où les durées de TR pour l'accent en 1ère syllabe, sont toujours plus élevées dans la condition avec choix par rapport à la situation sans choix. Autrement dit, le sujet a besoin d'un surcroît de temps pour mettre en oeuvre son action dans les

cas où le signal de départ coïncide avec l'information concernant la syllabe à accentuer. Ceci montre que la tâche cognitive est plus complexe et confirme que, dans la situation simple, la séquence est partiellement préprogrammée (7). Cet effet décroît lorsque l'accent frappe la 2ème et surtout la 3ème syllabe. Il est possible de proposer 2 explications complémentaires :

- de nombreux travaux ont clairement mis en évidence la particulière complexité des ajustements articulatoires initiaux ; Kent (10) note par exemple que "the generation of response specifications is more complex for initial than medial or final consonants". Il faut souligner que dans l'expérience que nous présentons, l'exécutant est obligé de définir à la fois les paramètres spatio-temporels concernant les segments à venir, et de contrôler les indices aérodynamiques générant une augmentation de l'énergie acoustique.

- d'autre part, l'attaque recèle très vraisemblablement une information à partir de laquelle s'effectue une bonne partie de la paramétrisation intraséquentielle (3).

4.2. On constate que l'écart entre TRS et TRC diminue considérablement en 3ème syllabe. On peut suggérer qu'il s'agit là d'un effet du "planning réparti" (7) qui se poursuit alors que l'exécution a débuté : il est vraisemblable que le système d'encodage est en mesure de calculer qu'au moment où la cible sera atteinte, une grande partie des spécifications sera disponible. Il s'ensuit que l'activité de

préprogrammation peut être quelque peu allongée. En 4ème syllabe, on relève toutefois une nouvelle augmentation de la différence quoique non significative. On sait qu'en français, la dernière syllabe du groupe est accentuée. Bien qu'il s'agisse de non-mots, on pourrait avoir affaire ici à une telle manifestation. D'autre part, on peut penser, qu'outre le signal de début d'augmentation d'énergie, il est nécessaire de programmer un signal de fin (8) : dans les autres cas, l'excédant de force peut en quelque sorte être "absorbé" par les segments subséquents. Au moins en ce qui concerne les items accentués sur les syllabes 1 et 2, les différences de durée les plus fortes entre TRC et TRS sont obtenues pour le digastrique (abaisseur du maxillaire). On peut avancer que la programmation de l'activité mandibulaire est, sinon plus complexe que celle des lèvres, du moins plus liée à un modèle rythmique global : en effet, la mandibule peut être considérée comme le "pacemaker" pour la parole ; c'est elle qui impose l'organisation temporelle syllabique et plus généralement prosodique (14). Au contraire, l'activité labiale est ici étroitement liée à la phase subsegmentale d'occlusion. Les commandes des articulateurs sont donc fortement dépendantes de la dynamique de la production, et nos résultats font clairement ressortir la nécessité d'une analyse pluridimensionnelle des contrôles temporels (5, 9).

Tableau I : Influence de la situation sur les temps de réaction  
\* p<0.05 ; \*\* p<0.01 ; \*\*\*p<0.001 ; NS : Non Significatif

Syllabe accentuée	I		II		III		IV	
	TRC	TRS	TRC	TRS	TRC	TRS	TRC	TRS
Signal Acoustique	1103	1020*	1099	1016*	1105	1090	1113	1073
						NS		NS
DIG	1147	965***	1047	963**	1066	1044	1083	1024
						NS		NS
OOS	903	834*	875	814	875	877	896	878
				NS		NS		NS
OOI	934	844**	921	861	893	918	955	893
				NS		NS		NS

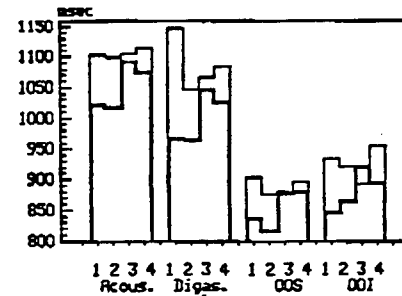


Fig. 1 : Influence de la place de l'accent sur le temps de réaction

— TRC ; - - - TRS.

#### 5. REFERENCES

- [1] BONNOT, J.F., BOTHOREL, A., CHEVRIE, C. (1989), "De l'invariance relationnelle à la modélisation de la variabilité", TIPS 21, 265-302.
- [2] BONNOT, J.F., CHEVRIE, C., (1991), "Some effects of shouted and whispered conditions on temporal organisation", J. Phonetics (in press).
- [3] BONNOT, J.F., CHEVRIE, C., MATON, B., ARABIA, C., GREINER, G.F., (1986), "Coarticulation and motor encoding of labiality and nasality in CVCVCV nonsense words" Speech Comm., 5, 83-95.
- [4] BOYCE, S., KRAKOW, R., BELL-BERTI, F., GELFER, C.E. (1990), "Converging sources of evidence for dissecting articulatory movements into core gestures" J. Phonetics, 18, 173-188.
- [5] BROWMAN, C., GOLDSTEIN, L. (1990), "Tiers in articulatory phonology", Papers in Lab. Phonology Cambridge University Press, 341-376.
- [6] FUJIMURA, O. (1988) "Some remarks on consonant clusters", Ann. Bull. Rilp., 22, 59-66.
- [7] GARCIA-COLERA, A., SEMJEN, A. (1988), "Distributed planning of movement sequences", J. Motor Behavior, 20, 341-367.
- [8] IVRY, R. (1986), "Force and timing components of the motor program", J. Motor Behavior, 18, 449-474.
- [9] KELLER, E. (1989), "Predictors of subsyllabic duration in speech motor control", JASA, 85, 322-326.
- [10] KENT, R. (1983), "The segmental organization of speech", The Production of Speech, Berlin, Springer, 57-89.

- [11] PITT, M., SAMUEL, A. (1990), "The use of rhythm in attending to speech", J. of Exhp. Psychology, 16, 573-654.
- [12] REQUIN, J., LECAS, J.C., BONNET, M. (1984), "Some experimental evidence of a three-step model of motor preparation", Preparatory States and Processes, Hillsdall Erlbaum, 259-284.
- [13] STERNBERG, S., KNOLL, R., MONSELL, S., WRIGHT, C.E. (1988), "Motor programs and hierarchical organization in the control of rapid speech", Phonetica, 45, 175-197.
- [14] WORLEY, C. (1989), "Organisation temporelle articulatoire acoustique des gestes vocaliques et consonantiques", Thèse de Doctorat, Grenoble.