

# EFFET DE CONTEXTE INTER-LETTRE SUR LE DÉROULEMENT TEMPOREL DES MOUVEMENTS D'ÉCRITURE : SIMILARITÉS AVEC LA PAROLE

L.-J. Boë<sup>1</sup> J.-P. Orliaguet<sup>2</sup> & R. Belhaj<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut de la Communication Parlée URA CNRS n° 368  
Université Stendhal, Grenoble, France.

<sup>2</sup> Laboratoire de Psychologie Expérimentale URA CNRS n° 665  
Université Mendès France, Grenoble, France.

## ABSTRACT

This research aims to analyze the spatial context effects on the timing of handwriting. Results show that the duration of phases of a given letter is influenced by the size and the direction of rotation of the following letter. This finding suggests, in the same manner as for speech, the existence of anticipatory processings.

## INTRODUCTION

La parole et l'écriture sont deux activités à finalité sémiotique mobilisant chacune différents niveaux de traitement de l'information.

Les recherches issues notamment de la neuropsychologie et de la psychologie cognitive [1, 2 et 6] ont montré, qu'entre le traitement sémantique et les sorties motrices, intervenaient plusieurs modules

de contrôle, organisés hiérarchiquement, ayant pour fonction d'analyser, de transformer et de transmettre sériellement l'information d'un niveau à un autre. Par ailleurs, le déroulement continu des séquences motrices suggère une activation en parallèle de ces différents niveaux, ce processus permettant, en cours de mouvement, une préparation anticipée des séquences motrices restant à réaliser [5].

Ce fonctionnement modulaire, à la fois sériel et parallèle, a fait l'objet de nombreuses investigations expérimentales certaines d'entre elles plus particulièrement centrées sur les phénomènes d'anticipation motrices observés avec des contextes inter-graphème ou inter-phonème différents [3, 4].

C'est ainsi par exemple que les courbes, la taille et la durée de l'écriture d'une même lettre sont modifiées en fonction de la position de cette lettre dans le mot [7] et de la forme de la lettre suivante [4].

Les travaux de Perkell [3] mettent en évidence des phénomènes similaires. Les phases composant le mouvement de protusion des lèvres destiné à produire une voyelle arrondie [u] varient en fonction de la partie consonantique précédente (CCV ou CV). La durée de la première phase ("phase lente") augmente dans la situation CCV (*look-ahead model*) par rapport au début acoustique de la voyelle, ce qui conduit Perkell à proposer un modèle composite (*hybrid model*).

Notre recherche sur l'écriture se situe dans le cadre de cette discussion théorique. Elle vise à analyser dans le cas d'une coproduction de deux lettres (ℓ ℓ, ℓ ø, ℓ n) les effets du changement de taille des lettres (ℓ ℓ - ℓ ø) et du changement du sens de rotation des mouvements (ℓ ø - ℓ n) sur le déroulement temporel des différentes phases composant la première lettre (ℓ).

## 2. EXPÉRIENCE

### 2.1 Sujets

L'échantillon est constitué de 5 sujets adultes tous droitiers manuels et âgés en moyenne de 24 ans.

### 2.2 Matériel

Les mouvements d'écriture sont réalisés sur une tablette graphique Numonics 2202 pour la saisie des coordonnées orthogonales de la position d'un stylo électronique (fréquence d'échantillonnage 200 Hz, précision, 0,2 mm).

### 2.3 Procédure expérimentale

La tâche a consisté à écrire en cursive les paires de lettres "ℓ ℓ", "ℓ ø" et "ℓ n". Les sujets devaient reproduire à vitesse normale les couples de lettres en essayant de suivre le plus précisément possible un modèle transcrit sur la tablette graphique et correspondant à un enregistrement préalable de leur écriture naturelle. La taille des lettres était de 1 cm pour le "ø" et le "n" et de 2.5 cm pour le "ℓ". Le démarrage et l'arrêt du mouvement avaient lieu sur la tablette. Chaque couple de lettres a été reproduit 40 fois. L'ordre de passation des séries a été contrebalancé d'un sujet à un autre.

### 2.4 Recueil des données.

Un programme informatique permet le calcul et le tracé du profil de vitesse (lissé par fonction spline) en correspondance avec le tracé xy (figure 1). Pour chaque couple de lettres on a déterminé sur le profil de vitesse, à partir des limites données par les minima de vitesse, la durée des deux phases temporelles du "ℓ". La phase 1 correspond au déplacement "ascendant" du stylo (*up-stroke*) et la phase 2 au déplacement "descendant" (*down-stroke*) (cf. Fig. 1). Pour le couple "ℓ ℓ" le relevé des durées a été effectué sur le premier "ℓ". Sur les 40 essais enregistrés seuls ont été retenus les 20 essais présentant une reproduction précise du modèle d'écriture.

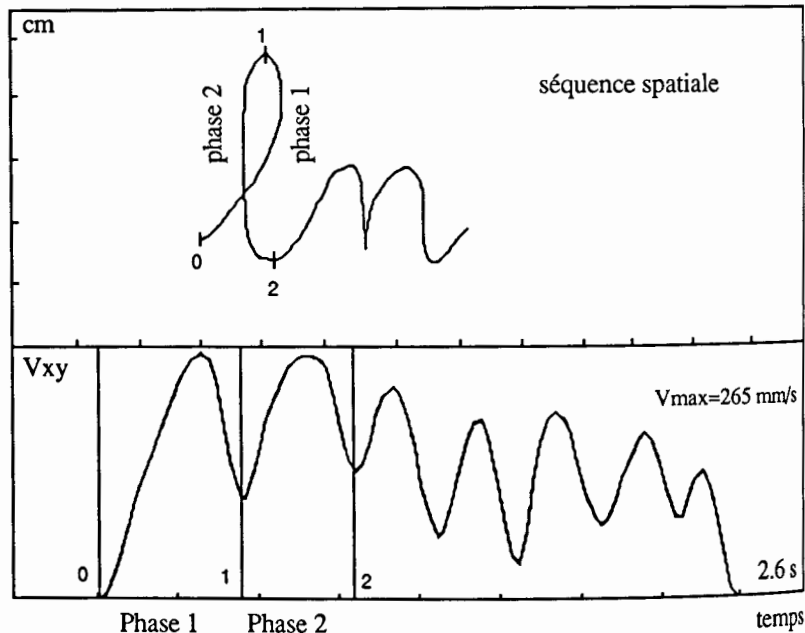


Fig. 1 Phases temporelles du ℓ déterminées à partir des minima de vitesse (exemple du couple ℓ n).

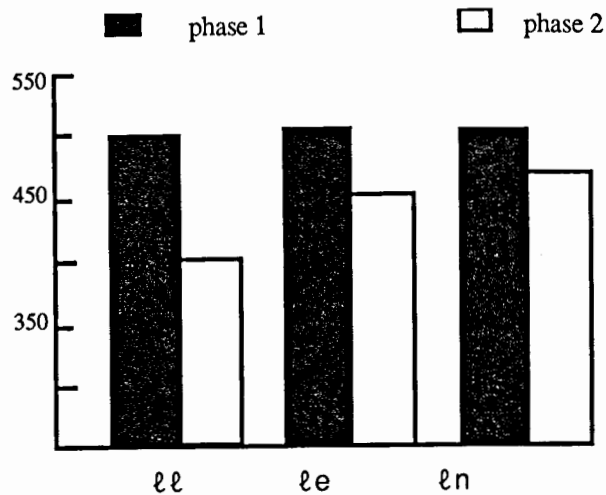


Fig. 2 Durée des phases 1 et 2 (en ms) du  $\ell$  en fonctions de la nature de la lettre suivante :  $\ell$  (identique),  $e$  (différence de taille),  $n$  (différence de taille et de sens de rotation).

### RESULTATS

On a calculé pour chaque couple de lettres et pour chaque sujet la durée moyenne des deux phases du "l". Les données ont été traitées globalement par analyse de la variance et par le t de Student pour les comparaisons par paires. Les résultats apparaissent sur la figure 2. On constate une relative stabilité de la durée de la première phase du "l" ( $F(2,4) = 1.04$  non significatif à .05). Par contre la durée de la deuxième phase augmente en fonction des caractéristiques de la lettre suivante ( $F(2,4) = 17.34$   $p < .01$ ). Cette augmentation est moins importante pour "le" c'est à dire lorsque le changement porte seulement sur la taille que pour "ln" qui présente à la fois changement de taille et de rotation.

### CONCLUSION

Comme pour la parole [3] on constate que les contraintes contextuelles ont un effet différencié sur le déroulement temporel des phases des mouvements d'écriture.

La stabilité temporelle de la première phase du "l" semble indiquer qu'il

s'agit d'une phase préprogrammée du mouvement. Le caractère prédictif du déplacement effectué au cours de cette phase et le faible temps dont dispose le contrôle rétroactif pour traiter et ajuster la trajectoire suggèrent l'existence d'un contrôle proactif de cette partie du mouvement.

Par contre l'augmentation de la durée de la deuxième phase lors du changement de taille et/ou du changement de sens de rotation semble correspondre à une charge attentionnelle dont le système moteur est dispensé lorsqu'il s'agit de reproduire deux lettres identiques. Cette augmentation de temps n'est pas due à un contrôle sensoriel de la réalisation de cette phase qui ne présente aucune difficulté supplémentaire par rapport à celle rencontrée en "ll". Elle paraît plutôt relever d'une anticipation destinée à ajuster la préparation de la lettre suivante. celle-ci étant d'autant plus coûteuse pour le système moteur que le nombre de paramètres spatiaux à traiter est élevé (taille ou taille et sens de rotation).

### RÉFÉRENCES

- [1] ELLIS, A.W. & YOUNG, A.W. (1988). *Human cognitive neuropsychology*. London : Lawrence Erlbaum.
- [2] MARGOLIN, D.I. (1984). The neuropsychology of writing and spelling : semantic, phonological, motor and perceptual processes. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36, 459-489.
- [3] PERKELL, J.S. (1990). Testing theories of speech production : implications of some detailed analyses of variable articulatory data. In W.J. HARCASLE & A., MARCHAL (Eds), *Speech production and speech modelling*, London : Kluwer Academic Publishers.
- [4] THOMASSEN, A.J.W.M. & SCHOMAKER, L.R.B. (1986). Between-letter context effects in handwriting trajectories. In H.S.R. KAO, G.P., VAN GALEN. & R., HOOSAIN (Eds), *Graphonomics : contemporary research in handwriting*. Amsterdam : North-Holland.

- [5] VAN GALEN, G.P., MEULENBROECK, R.G.J. & HYLKEMA, H (1986). On the simultaneous processing of words, letters and strokes in handwriting : evidence for a mixed linear and parallel model. In H.S.R. KAO, G.P., VAN GALEN. & R., HOOSAIN (Eds), *Graphonomics : contemporary research in handwriting*. Amsterdam : North-Holland.
- [6] VAN GALEN, G.P. (1990). Phonological and motoric demands in handwriting : evidence for discrete transmission of information. *Acta Psychologica*, 74, 259-275.
- [7] WING, A.M., NIMMO-SMITH, M.I. & ELDRIDGE, M.A. (1983). The consistency of cursive letter formation as a function of position in the word. *Acta Psychologica*, 54, 197-204.