

PARCOURS ATTENTIONNEL ET REGULARITES VISUO-SPATIALES DANS L'ÉCRITURE

DOAN Patrick

Sorbonne universités, Université de technologie de Compiègne, EA 2223 Costech (Connaissance, Organisation et Systèmes Techniques), CRED, Centre Pierre Guillaumat - CS 60 319 - 60 203 Compiègne

STEINER Pierre

Sorbonne universités, Université de technologie de Compiègne, EA 2223 Costech (Connaissance, Organisation et Systèmes Techniques), CRED, Centre Pierre Guillaumat - CS 60 319 - 60 203 Compiègne

GAPENNE Olivier

Sorbonne universités, Université de technologie de Compiègne, CNRS, UMR 7338 Biomécanique et Bioingénierie, Centre de recherche Royallieu - CS 60 319 - 60 203 Compiègne

BOUTET Dominique

CNRS & Université de Paris 8, UMR SFL, Structures Formelles du langage - 2 rue de la Liberté - 93526 Saint-Denis
Université EVE Evry Val d'Essone

Résumé— L'apprentissage de l'écriture est une activité complexe qui implique d'importantes modifications au niveau psychomoteur et cognitif chez l'apprenant. Bien qu'essentiellement centrées sur la problématique du contrôle graphomoteur dans des tâches de tracés discrétisés (dimensions finies), les recherches et théories sur l'apprentissage de l'écriture mentionnent l'importance des régularités visuo-spatiales régissant les tracés entre eux dans l'espace d'écriture (dimensions ouvertes de type topologique). L'étude de la nature, du rôle et du fonctionnement de l'attention vis-à-vis de ces régularités nous guidera vers des hypothèses didactiques pouvant être complémentaires des approches existantes. Nous testerons celles-ci au travers de la conception et de l'expérimentation de dispositifs adaptatifs d'entraînement attentionnel (au sein du projet DESCRIPT, UTC, Gapenne), qui devront nous permettre d'observer l'émergence d'une pratique attentionnelle porteuse de stabilité et d'adaptabilité pour le tracé.

Mots Clés—apprentissage, attention, geste, tracé, régularité.

I. INTRODUCTION

L'écriture, en tant que technique, peut être définie comme un système de représentation graphique (composé de tracés) du langage qui s'appuie sur un principe d'encodage et de décodage linéaire de l'information (linéarité propre au support vocal de la parole qui empêche la prononciation de deux sons en même temps). Que cela soit dans l'écriture alphabétique ou

idéogrammatique, une rationalité formelle s'est imposée comme une réponse à deux contraintes fondamentales : le calibrage et la mise en ligne des lettres dans l'espace. Les raisons à cela peuvent être trouvées principalement, d'une part dans l'économie visuelle et gestuelle de la linéarité, et d'autre part dans les bénéfices que la standardisation de l'écriture représente pour une société tournée vers l'échange d'information. Le signe se construit selon des rapports entre pleins et vides, entre saillances et régularités devant satisfaire au précepte de la lisibilité (Ziviani et Elkins 1986). Souvent débattue, la question de la lisibilité peut se résumer dans l'équilibre entre le degré de distinction d'une forme vis-à-vis d'une autre et son niveau d'harmonisation avec les autres unités formelles composant l'ensemble du système. Ainsi il est aujourd'hui accepté qu'il est difficile de débattre rationnellement de la plus grande lisibilité d'une écriture sur une autre, tant il en existe de formes différentes. Cependant un critère commun décisif émerge pour évaluer qualitativement une écriture, aussi bien dans ses dimensions formelles que performatives : sa régularité (Jones et Christensen, 1999). Qu'il s'agisse des habitudes formelles forgées dans la pratique de l'écriture cursive propre à chaque individu, des formes typographiques communément utilisées par tous ou des modèles calligraphiques historiques, la notion de régularité dans les dimensions formelles et

gestuelles, ainsi que spatiales et temporelles, y est intrinsèque (Sassoon).

Face à ces considérations initiales (relatives à l'écriture prise en tant que système graphique), il est essentiel de re-situer l'écriture dans sa dimension performative. Il s'agit bien d'une expérience gestuelle et perceptive s'inscrivant dans un processus long et complexe conjuguant plusieurs compétences. Nous nous proposons dans un premier temps de faire un point sur les connaissances et théories du contrôle moteur, afin de poser un cadre à notre problématique de contrôle des régularités formelles et gestuelles du tracé. En raison de leurs très fortes incidences sur les performances du scripteur, nous nous intéresserons en particulier aux régularités topologiques. Elles seront répertoriées et caractérisées, afin d'entreprendre une analyse ciblée sur la nature de l'attention déployée pendant le tracé. Ensuite, nous explorerons les notions fondamentales de l'apprentissage moteur et attentionnel pour en dégager les grandes problématiques d'acquisition. Enfin, nous tenterons d'apporter des éléments de réponse par le biais d'un dispositif d'apprentissage expérimental, axé sur un entraînement attentionnel ciblant les paramètres de co-linéarité, de rythme et de dynamique du tracé. Cette recherche visera à apporter des éléments de réponse à la problématique du contrôle des rapports spatiaux entre les tracés en établissant les liens entre l'attention et le geste. Comment la perception, le traitement cognitif et le mouvement se coordonnent-ils pour stabiliser le tracé ? Comment cette modulation attentionnelle opère-t-elle ? Quel est son déroulé ?

II. CONTRÔLE MOTEUR DES RÉGULARITÉS SPATIO-VISUELLES

L'écriture, en tant que système graphique, se caractérise d'une part par un ensemble de formes distinctes prédéfinies et de l'autre par un certain

nombre de régularités régissant les paramètres de ces formes et leurs relations dans l'espace. Ces deux registres se déploient tout au long de l'activité scripturale pour globalement la structurer. Ils forment en quelque sorte le but pratique de l'activité scripturale et peuvent être divisés en deux registres de motricité, un registre abstrait ou morphocinétique, et un registre concret ou topo-cinétique (Paillard 1974).

Le premier renvoie au mouvement visant à produire la forme de la lettre, reconnaissable et appréciable en tant que tel. La motricité est alors qualifiée d'abstraite ou morphocinétique.

Elle se caractérise par un mouvement projeté dans l'espace à partir d'une sorte de modèle internalisé et peut se résumer au rappel d'un schéma moteur (ductus) pour chaque lettre. Le second, topo-cinétique, est d'ordre concret et a pour objet la régulation des rapports visuo-spatiaux entre les tracés composant la lettre. Ils se composent de la colinéarité (motifs et symétries), de la proportion (hauteur, largeur commune), du rythme (équivalence des espaces vides), de l'orientation (cohérence des tracés directeurs). Ensemble, ces paramètres permettent l'émergence d'un principe de motif répété (patterning) qui constitue une caractéristique fondamentale de l'écriture au côté de la forme des lettres.

Chez le scripteur les mouvements topo-cinétiques dépendent des feedbacks visuels (Smith and Silver, 1987, Smith, 1989) et les mouvements morphocinétiques dépendent d'une image formelle et gestuelle interne (Wolpert et al., 1995, 2011), d'un programme moteur (van Galen et al. 1994, Schmidt et Lee, 2005). De la rencontre avec ces facteurs incidents externes émergent, au travers de la pratique, des régularités internes propres à chacun, participant ainsi au processus de stabilisation du geste personnel.

Dans le cadre de ce projet, nous nous intéressons aux rapports topologiques des tracés,

nous concentrant ainsi sur les dimensions attentionnelles intrinsèquement rattachées à la perception/exploitation de ces régularités. Nous laissons donc volontairement de côté les dimensions attentionnelles liées à l'apprentissage de la forme de la lettre (ductus) à proprement parler. Nous cherchons à suspendre l'expérience attentionnelle du scripteur à des dimensions formelles continues et globales sans distinction de style ou de forme, en évitant en particulier le recours à un modèle déterminé. Cette approche permettra d'entreprendre une démarche réductionniste expérimentale ciblant la modulation attentionnelle mise en oeuvre dans la maîtrise des régularités internes et externes du tracé.

III. ATTENTION ET RÉGULARITÉ

La caractérisation de l'activité attentionnelle lors de l'action (tracer) est difficile car elle introduit la question du but et de la volonté du sujet dans la poursuite de l'action. La problématique attentionnelle ici ne porte pas sur sa capacité mais sur sa direction et modulation volontaire en vue d'agir. On s'inscrit alors dans une réflexion du type "selection for action" (Neuman et Allport) ou bien de "readiness for action" (Wu).

Les mouvements intérieurs de l'attention participent au processus de prise en compte d'une partie pertinente des informations disponibles. L'entretien d'explicitation conduit à la première personne doit permettre de faire émerger ces comportements et mouvements attentionnels intérieurs pouvant aider à mieux caractériser l'activité attentionnelle face aux régularités que le scripteur cherche à déployer. L'attention est alors considérée comme une capacité, un moyen utilisé pour poursuivre un objectif. Elle prend plusieurs formes englobées dans le concept de concentration, de vigilance.

Loin d'être un simple projecteur qui éclairerait une scène, l'attention conditionne et modifie en profondeur l'expérience vécue. L'attention a une

dynamique de variation, elle change et mute. C'est cette fonction/capacité modulatrice qui lui donne sa place particulière dans l'intentionnalité. C'est elle qui confère à l'action sa qualité de variabilité. Les travaux en psychologie expérimentale confirment que l'attention est susceptible de moduler la perception. Elle l'affecte au niveau du signal nerveux et du fonctionnement neuronal (Lau et al. Attention to intention 2004, p.1208).

Le principe modulant reposerait sur trois fonctions cognitives distinctes (Posner 1994) : stimulation sensorielle, stockage mémoriel et état de vigilance. Elle se caractérise par trois fonctions :

- souligner. L'attention module le processus visuel en l'accentuant (Braun, 2001). Il l'amplifie.

- accompagner l'information. L'attention aide une activation à émerger par rapport à d'autres.

- modifier le traitement sensoriel en lui donnant une saillance suffisante en vue d'une reconnaissance ultérieure du stimuli (Corbetta, 2001).

La décomposition du processus modulateur de l'attention permet de dépasser l'opposition entre concentration focalisée et non-attention à l'environnement. À un niveau visuel, cette conception modulatrice de l'attention se trouve illustrée dans le fonctionnement de la vision périphérique qui introduit une attention ambiante portant en particulier sur les relations spatiales (ambient vision, Braun 2001). Cette idée nous intéresse en particulier pour le contrôle retroactif du tracé dans un environnement d'où le sujet tire des informations/repères d'ordre visuo-spatial. Suivant cette idée, deux niveaux attentionnels opéreraient de concert dans la vision, une attention focalisée (tracé) couplée à une attention ambiante (régularités). Le dispositif

cherchera à promouvoir cette capacité de vigilance et de prise en compte via un principe d'augmentation de la perception et de soutien attentionnel en ligne.

IV. DISPOSITIF D'ENTRAÎNEMENT ATTENTIONNEL

Au travers d'une réflexion portant sur le contrôle moteur, les régularités visuo-spatiales puis l'attention, nous avons progressivement posé le cadre d'une approche singulière de l'apprentissage du tracé axé sur le contrôle des rapports topologiques dans le tracé. Ce dispositif a pour but de reproduire de manière contrôlée une situation d'entraînement du tracé suivant trois régularités (variables) simultanées : angle (colinéarité), distance entre les tracés verticaux (proportion), dynamique (fluency). Chez le débutant, cette tâche simple implique le traitement de plusieurs sources d'information et le bascule dans un mode de contrôle rétro-actif du tracé. Aussi simple que cela paraît, cela pose la question fondamentale du processus de stabilisation de la performance et de l'agilité. En effet, cette dernière peut être définie comme un stade avancé d'adaptabilité de la compétence. Ainsi nous partons du principe que l'apprentissage que nous visons peut se constituer au travers d'un effort attentionnel et gestuel variable. Il s'agit donc d'une posture d'entraînement couplant l'activité corporelle, attentionnelle et cognitive et devant déboucher sur une agilité globale vis-à-vis de la tâche à accomplir.

V. PROTOCOLE

Le dispositif s'appuiera sur les possibilités de feedback visuel et de captation du tracé offert par une tablette graphique de type Wacon Cintiq. 4 lettres seront utilisées pour réaliser les tests : m, n, i, u, formant le mot minimum. Elles permettent traditionnellement de s'exercer à la question des régularités lors des premiers pas dans l'écriture formelle (calligraphique). Elles

seront pratiquées initialement à part afin de se familiariser avec le ductus et les mouvements morphocinétiques, sans faire appel au contrôle des régularités. Ensuite le sujet aura à les réaliser dans un exercice de tracé devant conjuguer 3 paramètres de régularité :

a. **espacement** (rythme) des traits. Il est le blanc/vidé qui sépare chaque lettre. Il se calcule selon un principe de superficie et non pas de distance linéaire. Ainsi, l'expert percevra une proportion alors que le novice se focalisera sur une distance.

b. **inclinaison**. Il s'agit de l'angle d'inclinaison du tracé vertical. La verticale étant 0° et l'angle positif étant un angle d'ouverture par la droite (inclinaison naturelle de l'écriture dans l'écriture latine). La régularité de l'inclinaison résulte dans une répétition d'un motif de colinéarité, tant dans les lignes droites que les arcs de cercle. Ces derniers sont particulièrement difficiles à diriger en raison de la grande variabilité de la courbe.

c. **dynamique** (fluency). La dynamique du tracé correspond à la manière dont un geste se déploie dans le temps et l'espace. En termes de vitesse et de déplacement, cette variable reflète le niveau de fluidité de l'action. Typiquement, un profil à un seul pic indique que le geste a une dynamique fluide, sans à-coup. Ce paramètre est central dans l'évaluation de la qualité d'une écriture ou d'un tracé. La dysfluence est caractéristique des troubles dysgraphiques.

Lors de la conception de ce protocole, une attention particulière sera portée sur la nature des feedbacks utilisés (canaux sensoriels, régime online ou offline) ainsi que sur le contrôle qu'en aura le sujet (déclencher, moduler). Nous expérimenterons des méthodes de modulation de l'empan visuel via un contrôle vocal ou gestuel afin d'exercer la vision périphérique au travers d'un acte d'ouverture et de maintien du champ perceptif.

Les résultats de ce travail seront à mettre en perspective avec les recherches existantes

développant des réflexions d'aide à l'apprentissage de l'écriture via la technologie numérique (pour une synthèse, voir Danna et Velay, 2015)

RÉFÉRENCES

- [1] Jones, D., and Christensen, C.A. (1999). Relationship between automaticity in handwriting and student's ability to generate written text. *J. Educ. Psychol.* 91, 44–49. doi: 10.1037/0022-0663.91.1.44
- [2] I. S. Jacobs and C. P. Bean, "Fine particles, thin films and exchange anisotropy," in *Magnetism*, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271–350.
- [3] Sassoon, Rosemary. *The Art and Science of Handwriting*. Intellect Books, 1993.
- [4] Paillard, J. (1990). "Les bases nerveuses du contrôle visuo-manuel de l'écriture [The neural bases of the visual-manual control of handwriting]," in *L'écriture : Le cerveau, L'œil et La Main [Writing : Brain, Eye, and Hand]*, eds C. Sirat, J. Irigoien, and E. Poulle (Turnhout : Brepols), 23–52.
- [5] Smyth, M.M., and Silvers, G. (1987). Functions of vision in the control of handwriting. *Acta Psychol.* 65, 47–64. doi : 10.1016/0001-6918(87)90046-1.
- [6] Wolpert, D.M., Diedrichsen, J., and Flanagan, J.R. (2011). Principles of sensorimotor learning. *Nat. Rev. Neurosci.* 12, 739–751. doi:10.1038/nrn3112.
- [7] Van Galen, G.P., Smyth, M.M., Meulenbroek, R.G.J., and Hylkema, H. (1989). "The role of short-term memory and the motor-buffer in handwriting under visual and non-visual guidance," in *Computer Recognition and Human Production of Handwriting*, eds R. Plamondon, C.Y. Suen, and M.L. Simner (Singapore: World Scientific), 253–271.
- [8] Schmidt, R.A., and Lee, T.D. (2005). *Motor Control and Learning. A Behavioral Emphasis*, 5th Edn. Champaign, IL: Human Kinetics.
- [9] Neumann, O., 1987, "Beyond Capacity: A functional view of attention", in *Perspectives on perception and action*, A. Sanders and H. Heuer (eds.), Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 361–394.
- [10] Allport, A., 1987, "Selection for action: Some behavioural and neurophysiological considerations of attention and action", in *Perspectives on perception and action*, A. Sanders and H. Heuer (eds.), Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 395–419.
- [11] Wu, W., 2011b, "Attention as Selection for Action", in Christopher Mole, Declan Smithies, and Wayne Wu (eds.), *Attention: Philosophical and Psychological Essays*, New York: Oxford University Press, pp. 97–116.
- [12] Lau, Hakwan C., Robert D. Rogers, Patrick Haggard, and Richard E. Passingham. "Attention to Intention." *Science* 303, no. 5661 (February 20, 2004): 1208–10. doi: 10.1126/science.1090973.
- [13] Posner, Michael I. "Attentional Networks and Consciousness." *Frontiers in Psychology* 3 (March 12, 2012). doi:10.3389/fpsyg.2012.00064.
- [14] Braun, Jochen. "It's Great but Not Necessarily about Attention." *Psyche: An Interdisciplinary Journal of Research on Consciousness* 7 (2001): No Pagination Specified.
- [15] Corbetta, Maurizio, Gaurav Patel, and Gordon L. Shulman. "The Reorienting System of the Human Brain: From Environment to Theory of

Mind.” *Neuron* 58, no. 3 (August 5, 2008): 306–24. doi:10.1016/j.neuron.2008.04.017.

[16] Danna, Jérémy, and Jean-Luc Velay. “Basic and Supplementary Sensory Feedback in Handwriting.” *Cognitive Science* 6 (2015): 169. doi:10.3389/fpsyg.2015.00169.